





Leistungen und  
Ergebnisse  
Jahresbericht 2008

# Inhalt

<b>Einleitung</b>		<b>Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik</b>		<b>Kompetenzfeld Materialflusstechnik und -systeme</b>	
Vorwort	6	Messverfahren zur Qualitätskontrolle von Laserbeschriftungen auf Kunststoffoberflächen	26	Fraunhofer IFF als Partner beim Aufbau des Galileo-Testfeldes beteiligt	48
Virtuelle Technologien als Wettbewerbsvorteil für Unternehmen	8	Entwicklung eines Prototyps zur Werkerassistenz bei der Spannsystemmontage	28	GNSS-INDOOR – Ortungsansätze für Logistikhubs	50
<b>Zum Institut</b>					
Mission	10	XPRESS – Nietprozessoptimierung durch In-Prozess-Messtechnik	30	<b>Projektberichte des Forschungsfeldes Virtual Engineering</b>	
Das Institut in Zahlen	11	Automatisierte Geometrieprüfung von Eisenbahnradsätzen mit optischen 3-D-Messverfahren	32	Virtual Engineering und virtuelle Realität im Produktlebenszyklus – von der Produktentwicklung bis zur Endanwendung	53
Kuratorium	12				
<b>Projektberichte des Forschungsfeldes Automatisierung</b>		<b>Kompetenzfeld Biosystems Engineering</b>		<b>Geschäftsfeld Virtuell Interaktives Training</b>	
Entwicklung neuer automatisierter Systeme für zukünftige Anwendungen und Märkte zur Verbesserung des Lebensstandards für den Menschen	15	Automatisierte Erstellung hochauflöser dreidimensionaler Modelle von biologischen Objekten	34	Maßgeschneiderte Planung verfahrenstechnischer Anlagen mit Technologien der Virtual Reality (VR)	56
<b>Geschäftsfeld Robotersysteme</b>		<b>Projektberichte des Forschungsfeldes Logistik</b>		Lernen am Arbeitsprozess – Handlungskompetenz mit virtuell-interaktiven Technologien fördern	58
Die Kanalspektion der Zukunft – mit dem SEK für teilgefüllte Kanäle	18	Gestaltung von effektiven und effizienten Logistiksystemen und -prozessen	37	Planungsunterstützende Simulation und Visualisierung der Kernproduktion für Gießereien	60
Verwirklichung der Vision eines reinigenden Inspektionssystems für den Abwasserkanal Emscher	20	<b>Geschäftsfeld Logistik- und Fabrikssysteme</b>		SEVENPRO – Semantisch-virtuelle Engineering-Umgebung zur Unterstützung von Produktentwicklungsprozessen	62
Eine künstliche Haut für sichere Mensch-Roboter-Interaktionen	22	Gesicherte Medienversorgung von Produktionsprozessen durch vorausschauende Instandhaltung	40	ErgoLab – Ergonomische und anthropometrische Untersuchungen von Steharbeitsplätzen	64
Automatisierung einer industriellen Pflanzenproduktion in autonomen Bioreaktoren	24	Durch Middleware zum Erfolg	42		
		Innovation im Handwerk – Erfahrungen am Beispiel der Zahntechnikerbranche	44		
		HLA-basierte verteilte Produktionssimulation im Nutzfahrzeugbereich	46		

<b>Kompetenzfeld Virtual Engineering</b>	<b>Geschäftsstelle VIDET</b>	Veröffentlichungen 2008 Monographien und Heraus- geberschaften (Auswahl) 123
VEMOS – Modellbildung und Simu- lation von Elementen des Sonder- maschinen- und Anlagenbaus 66	Innovationscluster VIDET: Schneller von der Idee zum Produkt 84	Aufsätze (Auswahl) 124
Automatische Roboterprogram- mierung aus virtuellen Szenarien 68	<b>Projektberichte des Forschungsfeldes Prozess- und Anlagentechnik</b>	Vorträge (Auswahl) 131
Ergonomisch optimierter Handführ- griff – mit generativen Fertigungs- verfahren schneller zur Marktreife 70	Effektiver und effizienter Umgang mit der Ressource Energie und deren innovative Gewinnung aus regenerativen Energiequellen 87	<b>Auf einen Blick</b>
Werkzeuge für nanoskalige Montageoperationen 72		Die Forschungsorganisation 135
	<b>Geschäftsfeld Prozess- und Anlagen- technik</b>	Kontakt 136
<b>Kompetenzfeld Virtual Prototyping</b>		Impressum 138
Nutzerbezogene Entwicklung und Untersuchung mobiler AR-basierter Werkerassistenzsysteme 74	Strömungsoptimierung in einer Schlauchfilteranlage durch Simulation 90	
Virtuelle 3-D-Stadtmodelle in der urbanen Planung und der touris- tischen Anwendung 76	Innovative Prüfmanagement- systeme für Großfeuerungs- anlagen 92	
<b>Geschäftsstellen VIVERA/AVILUS und ViERforES</b>	Einsatz präziser Messsysteme zur Überwachung von Energie- versorgungsnetzen 94	
AVILUS – Angewandte virtuelle Technologien im Produkt- und Produktionsmittellebenszyklus 78	<b>Highlights, Veranstaltungen und Messepräsentationen 2008 (Auswahl) 96</b>	
AVILUSplus – Angewandte virtuelle Technologien mit Langfristfokus im Produkt- und Produktionsmittel- lebenszyklus 80	<b>Anhang – Namen, Daten, Veröffentlichungen</b>	
ViERforES – Virtuelle und Erweiterte Realität für höchste Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme 82	Gremienmitarbeit 2008 (Auswahl) 115	
	Internationale Forschungs- und Kooperationspartner 2008 (Auswahl) 118	

# Vorwort



Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Institutleiter des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF  
Foto: Dirk Mahler

Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Geschäftspartner und Freunde,

überall liest man es, überall hört man es: Die Weltwirtschaft steckt in einer ernsten Krise. Die Wogen schlagen hoch – eine schlechte Nachricht jagt die nächste. Unternehmer müssen Meister der Navigation sein: Einem Kapitän gleich müssen sie Schiff und Mannschaft bestmöglich durch schwierige Strömungen und Untiefen steuern. Allerdings wird nur derjenige die Krise meistern, der nicht nur schnell Rettungsringe auswirft und sich damit kurzfristig über Wasser hält. Es gilt, immer das Ziel im Auge zu behalten und auch langfristig den Kurs in Richtung Zukunft zu setzen.

## Heute mehr denn je

Es ist deshalb unverzichtbar, in Fortschritt und Innovation zu investieren. Heute mehr denn je. Der Druck durch die internationale Konkurrenz wächst. Wer da

nicht mit neuesten Technologien alle Potenziale ausschöpft, wird es sehr schwer haben. Forschung und Entwicklung aus dem Fraunhofer IFF setzen an diesem Punkt an. Unsere Experten kennen die Bedürfnisse der Unternehmer genau. Jahrelange Erfahrung in Industrieprojekten und die Arbeit in individuellen Unternehmenswelten haben unser außergewöhnliches Know-how geprägt. Wir Wissenschaftler am Fraunhofer IFF stehen mit Kreativität und Forschergeist an Ihrer Seite: Wir entwickeln maßgeschneiderte Konzepte und helfen dabei, neue Ideen in innovativen Produkten und Prozessen zu realisieren.

## Forschung für den Markt

Gemeinsam mit unseren Auftraggebern arbeiten wir an wegweisenden Entwicklungen. Die Ergebnisse steuern auf die direkte Anwendung im unternehmerischen Alltag zu. So unterschiedlich die Projekte aus unseren Forschungsfeldern Automatisierung, Logistik, Digital Engineering sowie der Prozess- und Anlagentechnik auch sind – unsere Motivation ist immer identisch: für ein besseres Leben der Menschen, in einer sauberen und sicheren Umwelt. Dieser Jahresbericht gibt einen Einblick in aktuelle Forschungsprojekte, die das Jahr 2008 geprägt haben. Überzeugen Sie sich selbst: Hier wird die Zukunft entwickelt.

## Für eine saubere Umwelt

Die Entwicklung der Kanalinspektionssysteme für die Emschergenossenschaft ist eines der größten Industrieprojekte, an dem in der Fraunhofer-Gesellschaft je gearbeitet wurde. Mehr als zwölf Experten am Fraunhofer IFF in Magdeburg entwickeln eine einmalige Roboterflotte. Sie inspizieren und reinigen den neuen Abwasserkanal für die Emscher.

Schmutzwasser wird nun nicht mehr in den Fluss gespült, sondern wird in einem mehr als 50 km langen Kanalsystem unterirdisch abgeleitet. Für eine saubere Emscher. Für eine saubere Umwelt. Aber nicht nur das: Die Emschergenossenschaft spart viel Geld, weil man durch die Supermolche mit überwiegend nur einer Abwasserröhre auskommt.

### Für sichere und zuverlässige Technik

Bundesforschungsministerin Dr. Annette Schavan erklärt im Juni 2008: »Magdeburg ist hervorragender Standort für virtuelle Techniken«. Anlass ist der Start der Innovationsallianz »Virtuelle Techniken«, der während der 11. IFF-Wissenschaftstage offiziell bekannt gegeben wurde. Technologien der virtuellen und erweiterten Realität lassen sich überall dort einsetzen, wo komplexe oder auch gefährliche Prozessabläufe simuliert werden sollen, um Probleme schon vor Produktionsstart zu beseitigen. Um die Technologien weiterzuentwickeln und möglichst schnell in die Anwendung zu bringen, fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) drei neue Verbundprojekte bis 2011 mit rund 39 Millionen Euro. Neben der Förderung durch das BMBF beteiligen sich Industriepartner in den nächsten fünf Jahren mit Investitionen in Höhe von 170 Millionen Euro. Das Fraunhofer IFF ist der wissenschaftlich-technische Angelpunkt für die drei Projekte der Innovationsallianz »Virtuelle Techniken« mit Namen AVILUS, AVILUSplus und ViERforES.

Bundesforschungsministerin Annette Schavan: »Mit diesen Techniken der virtuellen Realität schaffen wir eine wichtige Basis zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit unserer Wirtschaft. Ohne eine effiziente Produktion könnte Deutschland nicht Exportweltmeister sein«.

### Für gesicherte Warenflüsse

Für unsere Logistikexperten sind die durchgängige Verfolgung von Gütern und Transporteinheiten sowie das Echtzeit-Monitoring von Lagerzonen und Handlingprozessen zentrale Themen. Weil es Zukunftsthemen für unsere Kunden und Partner sind. Die Kopplung von Indoor-Ortungstechnologien mit Outdoor-GNSS-Lösungen und deren Integration in neue Wechselbehälterkonzepte ermöglicht eine tatsächlich durchgängige Verfolgung der Ware direkt bis zum Abgabepunkt im Warenlager. Logistikdienstleister erfüllen damit spielend die schwierigen sicherheitstechnischen Anforderungen internationaler Logistikketten. Ganz gleich, ob sie dabei in der Luft, auf der Schiene oder auf der Straße unterwegs sind.

Für das Land und den Forschungsstandort Sachsen-Anhalt wurde 2008 eine wichtige Kooperation gestartet: der Aufbau des Galileo-Testfelds Sachsen-Anhalt an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Mit dem Entwicklungslabor und Testfeld für Navigation, Ortung und Kommunikation in Verkehr und Logistik werden die Rahmenbedingungen dafür geschaffen, die Verkehrsforschung in Sachsen-Anhalt auf ein anwendungsorientiertes Zukunftsprojekt zu konzentrieren. Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus Sachsen-Anhalt können sich an dieser technologischen Entwicklung von europäischer Dimension beteiligen. Die Landesregierung fördert das Vorhaben in einer ressortübergreifenden Strategie mit zwei Millionen Euro.

### Für saubere Energie

Wind, Wasser, Sonne und vor allem Biomasse: Regenerative Energien bergen ein enormes Potenzial. Diese natürlichen Schätze eignen sich hervorragend, um ihre Kräfte effizient und umweltfreund-

lich in nutzbare Energie umzuwandeln. Regenerative Energien haben im Vergleich zu fossilen Energieträgern, wie Kohle oder Erdöl, zwei wichtige Vorteile: Sie sind immer wieder verfügbar. Richtig eingesetzt, verursacht ihre energetische Nutzung zudem keine klimaschädlichen Emissionen. Allein mit Biomasse lassen sich zukünftig ca. zehn Prozent des Weltenergiebedarfs decken. Dieses Potenzial müssen wir unbedingt ausschöpfen. So verwenden moderne Anlagenbetreiber nachwachsende Rohstoffe, um effektiv und umweltschonend Wärme und Strom zu erzeugen. Bei der Firma Robeta beispielsweise, ein Unternehmen aus der Holzindustrie, geht kein Span verloren. Unsere Spezialisten der Prozess- und Anlagentechnik haben für die Firma im brandenburgischen Milnersdorf ein Biomasseheizkraftwerk konzipiert, realisiert und stehen jederzeit beratend zur Seite. Gemeinsam haben die Projektpartner ihr Ziel erreicht: Die Energieversorgung in Eigenregie aus naturbelassenem Waldrestholz bzw. Rohrinden in Form von Hackschnitzeln und Spänen.

### Expedition Zukunft

Dieser Jahresbericht kann nur eine Auswahl von Beispielen für gelungene Projekte vorstellen. Aber er kann zu neuen Vorhaben inspirieren. Dann sind wir gern an der Seite von Unternehmern, die Kurs setzen auf die Expedition Zukunft. So gelingt es, Ziele zu erreichen – auch, wenn man sie erst mit dem Fernglas sieht.



Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk



Dr.-Ing. Werner Schreiber, Volkswagen Konzernforschung  
und Sprecher der Innovationsallianz »Virtuelle Techniken«  
Foto: Viktoria Kühne

# Virtuelle Technologien als Wettbewerbsvorteil für Unternehmen

Ein Markenzeichen deutscher Unternehmen im globalen Wettbewerb ist einerseits die Fähigkeit, hochkomplexe Produkte zu entwickeln, herzustellen und zu betreiben. Deutschland zählt andererseits aber auch zu den Hochlohnländern. Vor dem Hintergrund der Forderung nach immer komplexeren und individuelleren Produkten setzen die Unternehmen deshalb verstärkt auf virtuelle Technologien, denn die computergestützte Produktentwicklung verspricht wesentlich höhere Effizienz und erhebliche Einsparpotenziale an Zeit und Ressourcen. Die bislang am Markt verfügbaren Softwareprodukte stoßen jedoch bei der realistischen Darstellung, der Verarbeitung großer Datenmengen, der natürlichen Interaktion in virtuellen Räumen, der echtzeitfähigen Simulation sowie geeigneten Eingabegeräten an ihre Grenzen.

Wenn Chirurgen Operationen an einem realitätsgetreuen Modell des Patienten am Computer proben, spielen ebenfalls die Techniken der Virtuellen Realität (VR) und der Erweiterten Realität (AR) eine immer größere Rolle. Diese Techniken lassen sich überall dort einsetzen, wo komplexe oder auch gefährliche Prozessabläufe simuliert werden sollen, um Probleme schon vor Produktionsstart zu beseitigen. Um die Technologie weiterzuentwickeln und anwendbar zu machen, fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) drei neue Verbundprojekte bis 2011 mit rund 39 Millionen Euro im Rahmen der Innovationsallianz »Virtuelle Techniken«.

Neben der Förderung durch das BMBF investieren die Industriepartner in den nächsten fünf Jahren ca. 170 Millionen Euro in diese Technologien. Wissenschaftlich-technische Drehscheibe für die drei Projekte AVILUS (Angewandte virtuelle Technologien im Produkt- und

Produktionsmittellebenszyklus), AVILUSplus (Angewandte virtuelle Technologien mit Langfristfokus auf dem Produkt- und Produktionsmittellebenszyklus) und ViERforES (virtuelle und erweiterte Realität für höchste Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme) ist das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg.

»Magdeburg ist ein hervorragender Forschungs- und Entwicklungsstandort für virtuelle Techniken und deshalb geeignet, hier auch das Pilotprojekt ViERforES im Rahmen des Programms »Spitzenforschung und Innovation in den Neuen Ländern« zu fördern«, so Schavan. Das Projekt ViERforES ist eines der sechs Pilotprojekte im BMBF-Programm »Spitzenforschung und Innovation in den Neuen Ländern«, das auf regionalen Stärken aufbaut. Zweck der Förderung ist es, die Innovationsfähigkeit und damit die Wirtschaftskraft in den Neuen Ländern zu steigern.

In dem Projekt AVILUS entwickelt und erprobt ein Konsortium aus 28 führenden deutschen Industrieunternehmen, Klein- und Mittelständischen Unternehmen (KMU) sowie Forschungseinrichtungen leistungsstarke Technologien, beispielsweise aus dem Bereich Informationsmanagement. Ziel des Projekts ist eine nutzerfreundliche Technik, mit der VT-Systeme ohne großen Aufwand erstellt werden können. Die Koordination von AVILUS hat die Volkswagen AG übernommen.

Im Forschungsprojekt AVILUSplus widmen sich neun Forschungseinrichtungen grundlegenden technologischen Forschungsfragen in den Schwerpunkten Visualisierung und Interaktion sowie Datenhaltung und Messverfahren.

Das Wachstum der deutschen Wirtschaft hängt immer stärker davon ab, wie schnell innovative Produktentwicklungen ihren Weg auf den Markt finden. Hinzu kommt, dass der Kunde immer individuellere Anforderungen an das Produkt stellt, ohne dass sich dafür am Markt ein höherer Preis durchsetzen ließe. Um sich im internationalen Wettbewerb behaupten zu können, müssen deutsche Unternehmen deshalb verstärkt auf virtuelle Technologien setzen.

# Mission

Das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF ist eine dezentrale wissenschaftliche Einrichtung im Netzwerk der Fraunhofer-Gesellschaft.

Seine Aufgabe als regionaler, nationaler und internationaler Partner ist es, mit seinen Leistungen der anwendungsorientierten Forschung zum unmittelbaren Nutzen in der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft beizutragen.

Die technologische Ausrichtung des Instituts besteht darin, innovative und kundenorientierte Problemlösungen auf den Gebieten

- Logistik und Materialflusstechnik
- Robotersysteme und Mess- und Prüftechnologie
- Prozess- und Anlagentechnik
- Virtual Engineering und virtuelles Training

zu konzipieren, zu entwickeln und zu realisieren.

Das Fraunhofer IFF arbeitet dabei marktorientiert und ist global tätig.

Zur Erfüllung des ganzheitlichen Lösungsanspruchs ist es in einem internationalen Forschungsnetzwerk von Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft eingebunden.

Die Arbeit des Fraunhofer IFF wird aktiv durch einen Verbund von assoziierten Hochschullehrern und führenden Industrievertretern unterstützt, um durch eigene Kreativität und externe Impulse einen permanenten Wissens- und Erfahrungsaustausch zu garantieren.

Das Fraunhofer IFF ist als Interessenvertreter in nationalen und internationalen Gremien in den vertretenen Fachgebieten wirksam und dadurch ein wesentlicher Gestalter der Innovationsprozesse im Land Sachsen-Anhalt.

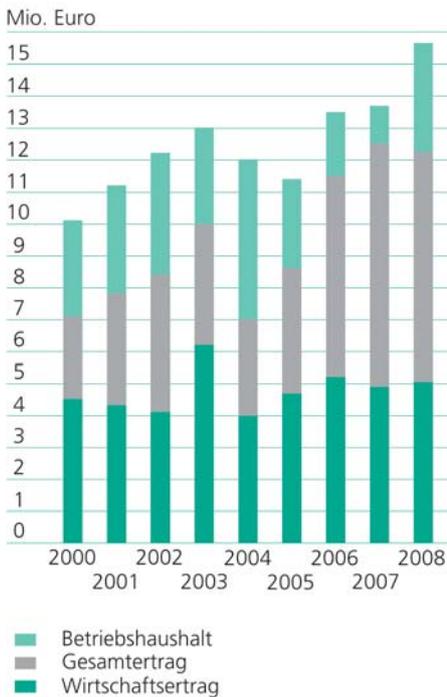
Ein wichtiges Anliegen als Forschungsdienstleister am Standort Sachsen-Anhalt ist die Nachwuchsentwicklung sowohl für die regionale Wirtschaft als auch für anspruchsvolle Positionen in der Wissenschaft. Damit nimmt das Fraunhofer IFF wertvolle gesellschaftliche Verantwortung wahr.

Die Balance zwischen Ökonomie und Ökologie sowie die Durchsetzung der Regeln exzellenter wissenschaftlicher und technischer Praxis sind für alle Mitarbeiter Basis ihrer Arbeit und persönliche Verpflichtung.

Die Verzahnung von technisch-technologischer und sozialer Kompetenz der Mitarbeiter kennzeichnet die Qualität unserer Produkte und Leistungen.

Die Mitarbeiter arbeiten in interdisziplinären Teams und kooperieren eng mit unseren Kunden. Die Zusammenarbeit ist geprägt durch gegenseitiges Vertrauen, partnerschaftliche Integration, Praxisnähe und Anwenderorientierung.

# Das Institut in Zahlen



## Betriebshaushalts- und Ertragsentwicklung

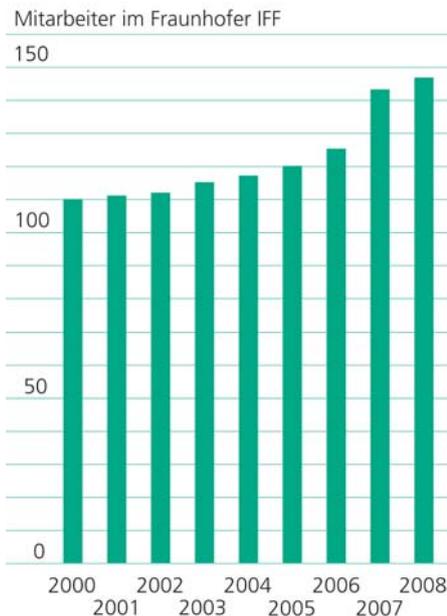
Die Ausgaben im Betriebshaushalt beliefen sich im Jahr 2008 auf 15,678 Mio Euro. Die Gesamterträge betragen 12,263 Mio Euro und davon die Wirtschaftserträge 5,033 Mio Euro.

## Investitionshaushalt

Im Jahr 2008 wurden Investitionen im Gesamtvolumen von 691 TEuro getätigt.

## Mitarbeiterentwicklung

Zum Ende des Jahres 2008 waren im Fraunhofer IFF 147 Mitarbeiter tätig. Die wissenschaftlichen Mitarbeiter sind überwiegend Diplom-Ingenieure und Diplom-Wirtschaftsingenieure. Diplomierte Informatiker, Mathematiker, Physiker und Kaufleute stellen die interdisziplinäre Arbeit sicher.



## Ausbildung und Qualifizierung

Über 120 studentische Hilfskräfte und Praktikanten unterstützten die Arbeit des Instituts.

Am Fraunhofer IFF wurden im Jahr 2008 24 Diplomarbeiten sowie sieben Promotionen betreut und ihre Ausbildung absolvierten hier vier Auszubildende.

Darüber hinaus bietet das Institut Praktika für Weiterbildungseinrichtungen und Schulen.

## Ausstattung

Das Fraunhofer IFF in Magdeburg nutzt in seinem Hauptgebäude in der Sandtorstraße 5.000 m<sup>2</sup> Bürofläche und modern ausgestattete EDV-Labors und Konferenzräume. Auf einer Technikumsfläche von 1.300 m<sup>2</sup> stehen Technologien – RFID und Telematik, industrielle Bildverarbeitung, Robotik und Rapid Prototyping – für Forschung und Entwicklung zur Verfügung.

Im VDTC im Wissenschaftshafen stehen dem Fraunhofer IFF darüber hinaus für Technologien der virtuellen und erweiterten Realität sowie der Prozess- und Anlagentechnik 2.755 m<sup>2</sup> Hauptnutzfläche (inklusive der Technika, Labors und Büroräume) zur Verfügung. Kernstück des VDTC ist das Großprojektionssystem Elbe Dom mit einer zylindrischen 360 Grad-Laserprojektionsfläche von 327 m<sup>2</sup>, bei einem Durchmesser von 18 Metern und einer Höhe von 6,5 Metern.

Die Hard- und Softwareausstattung umfasst Werkzeuge und Umgebungen zur Anwendung geografischer Informationssysteme, zur Generierung und Bewertung von Ideen, zum Informations- und Kommunikations-Management, zur interaktiven Planung von Fabriken und Anlagen, zur Multimedia-Kommunikation und zur Softwareentwicklung.

# Kuratorium

Die Kuratoren der einzelnen Fraunhofer-Institute stehen der Institutsleitung und dem Vorstand der Gesellschaft beratend zur Seite. Ihnen gehören Persönlichkeiten der Wissenschaft, der Wirtschaft und der Politik an.

## **Kuratoriumsvorsitzender**

Prof. Dipl.-BW Burghard Scheel  
Aufsichtsratsmitglied Harz AG

## **stellvertretender**

### **Kuratoriumsvorsitzender**

Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski  
Technische Universität Braunschweig

Dipl.-Ing. Guido Brassart  
Georg Maschinentechnik GmbH &  
Co. KG

Dr.-Ing. Frank Büchner  
Siemens AG

Dipl.-Ing. Peter Claussen  
BMW Werk Leipzig

Dr.-Ing. Udo Häfke  
Innovations- und Gründerzentrum  
Magdeburg GmbH

Dr.-Ing. Klaus Hieckmann  
SYMACON Engineering GmbH

Dr. Hans-Jürgen Hühne  
T-Systems Business Services GmbH

Prof. Dr.-Ing. Albert Jugel  
Dräger Safety AG & Co. KG a.A.

Dipl.-Math. Bernd Liepert  
KUKA Roboter GmbH

Prof. Dr. phil. habil. Klaus Erich Pollmann  
Otto-von-Guericke-Universität  
Magdeburg

Dipl.-Verwaltungsw. Michael Reinboth  
DHL Hub Leipzig GmbH

Dr.-Ing. Robert Ruprecht  
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

MinDirig. Andreas Schaper  
Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des  
Landes Sachsen-Anhalt

Dipl.-Ing. Richard Smyth  
European Institute of Cognitive Sciences  
and Engineering

Dr. Joachim Welz  
Kultusministerium des Landes Sachsen-  
Anhalt

Prof. Dr. rer. pol. Peer Witten  
Logistik-Initiative Hamburg c/o Behörde  
für Wirtschaft und Arbeit

Thomas Zernechel  
Volkswagen AG



Die Teilnehmer der Kuratoriumssitzung 2008 in Magdeburg (v.l.n.r.):  
Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski, Prof. Dr. rer. pol. Peer Witten, Dr. rer. pol. Alfred Gossner  
(Gast), Dr.-Ing. Frank Büchner, Dipl.-Verwaltungsw. Michael Reinboth, Thomas Zernechel,  
Dr. Hans-Jürgen Hühne, Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk (Institutsleiter),  
Dipl.-Ing. Richard Smyth, MinDirig. Andreas Schaper, Dipl.-Ing. Guido Brassart,  
Dr.-Ing. Udo Häfke, Dipl.-Math. Bernd Liepert, Dr. Hendrik Gorzawski (Gast),  
Dr.-Ing. Robert Ruprecht, Prof. Dipl.-BW Burghard Scheel und  
Prof. Dr. phil. habil. Klaus Erich Pollmann. Foto: Viktoria Kühne

# PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGS- FELDES AUTOMATISIERUNG



Foto: Bernd Liebl

# Entwicklung neuer automatisierter Systeme für zukünftige Anwendungen und Märkte zur Verbesserung des Lebensstandards für den Menschen

Dr. techn. Norbert Elkmann, Geschäftsfeldleiter Robotersysteme  
Dr.-Ing. Dirk Berndt, Geschäftsfeldleiter Mess- und Prüftechnik  
Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert, Kompetenzfeldleiter Biosystems Engineering

Automatisierung ist seit jeher ein Thema im Umfeld des Menschen. Ging es in der Vergangenheit vorrangig darum, Produktionsprozesse zu automatisieren, liegt heute mehr und mehr der Schwerpunkt auf der eigentlichen Unterstützung des Menschen in seinem Arbeitsumfeld und darüber hinaus aber auch zunehmend in seinem privaten Umfeld.

## **Robotik – ein hochaktuelles Forschungsgebiet der Automatisierungstechnik**

Das Interesse an Neuentwicklungen ist immens. Roboterassistenten, die zukünftig den Menschen unterstützen bzw. lästige oder gefährliche Arbeiten abnehmen, stehen mit in der vordersten Reihe der öffentlichen Aufmerksamkeit. In der Produktion und insbesondere im Automobilbau sind Roboter schon seit langem nicht mehr wegzudenken. Die Vision, an der aktuell weltweit geforscht wird, sind intelligente Robotersysteme, die auch in komplexen Umgebungen agieren und direkt mit dem Menschen kooperieren.

Das Geschäftsfeld Robotersysteme am Fraunhofer IFF forscht und entwickelt mit 25 Mitarbeitern an neuen Robotersystemen und Teilkomponenten für die Zukunft. Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte sind z.B.:

## **Serviceroboter für Inspektion, Reinigung und Wartung**

Im Vordergrund stehen neue Robotersysteme, die in für Menschen schwer zugänglichen Bereichen, wie Abwasserkanälen, Leitungssystemen, Tanks oder Fassaden, zum Einsatz kommen. Dort übernehmen sie gefährliche und monotone Arbeiten, die für den Menschen oft unzumutbar oder nicht zu leisten sind. Das Geschäftsfeld Robotersysteme realisiert weltweit einzigartige Projekte, wie die Entwicklung von Inspektionssystemen für teilgefüllte Abwasserkanäle, mit denen Schäden nicht nur dargestellt, sondern auch vermessen werden können, sowie die Entwicklung vollautomatischer Fassadenreinigungsroboter.

## **Mobile Assistenzrobotik, Sicherheit in der Mensch-Maschine-Interaktion**

Die Mobile Assistenzrobotik bzw. autonome mobile Roboter zeichnen sich dadurch aus, dass sie mithilfe von Sensoren in der Lage sind, ihre Umwelt wahrzunehmen und selbstständig zu navigieren. Dies erfordert auch neue Sicherheitskonzepte und -technologien, um den praktischen Einsatz von Robotern sowohl in der Industrie als auch in allen anderen Einsatzfeldern für Serviceroboter sicherzustellen. Die Sicherheit hat einen fundamentalen Einfluss auf alle zukünftigen Roboteranwendungen mit einem gemeinsamen Arbeitsraum von Mensch und Roboter und ist neben den Kosten entscheidend für zukünftige Anwendungen und Märkte. Die Arbeit an neuen Sicherheitstechnologien und -strategien zur sicheren Mensch-Roboter-Interaktion – auch unter Einbeziehung von AR- und VR-Technologien – ist daher ein zentraler Forschungsschwerpunkt. Die Wissenschaftler des Geschäftsfelds Robotersysteme haben hierzu ein Labor für die Mensch-Roboter-Interaktion zur Entwicklung und Evaluierung neuer Robotersysteme bzw. deren Teilkomponenten aufgebaut.

## Robotik in Produktion und Life Sciences

Die Produktion von Massengütern ist bereits hochgradig automatisiert und durch einen hohen Anteil an Industrierobotern geprägt. Durch den Einsatz von flexibler und intelligenter Robotertechnik zusammen mit neuen Bearbeitungswerkzeugen können weitere Einsatzfelder generiert werden. Im Bereich der Life Sciences und Biotechnologien verbinden die Wissenschaftler des Fraunhofer IFF biologische Forschung und industrielle Anwendung.



Bild 1: Die Robotik-Experten entwickeln maß-geschneiderte Systeme. Hier ein Beispiel aus dem Life Science-Bereich: Das Laborassistenz-system LiSA. Foto: Dirk Mahler

## Mess- und Prüftechnik – eine Schlüsseltechnologie in der Automatisierungstechnik

Die Grundlage der Mess- und Prüftechnik bilden berührungslos arbeitende Sensorverfahren, insbesondere bildgebende Sensoren, die Informationen aus ihrer Umgebung erfassen, analysieren und bewerten können. Damit können z.B. Inline-Bauteilmessungen und -prüfungen durchgeführt werden, die essenziell für eine zuverlässige Produktion sind. Sensorgestützte Werkerassistenzsysteme sind Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten. Sie tragen zur Flexibilisierung der industriellen Produktion bei. In der Medizin- und Rehabilitationstechnik ermöglicht die Mess- und Prüftechnik eine objektive Erfassung von Gesundheitszuständen und deren Veränderung. Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte des Geschäftsfelds Mess- und Prüftechnik des Fraunhofer IFF sind:

### Optische dimensionelle 3-D-Messtechnik

Energie- und Ressourceneffizienz in der industriellen Produktion ist eine entscheidende Herausforderung dieses Jahrhunderts und bietet darüber hinaus die Möglichkeit, eine Vorreiterrolle einzunehmen und die technologische Leistungsfähigkeit zu demonstrieren. Die Mitarbeiter des Geschäftsfelds Mess- und Prüftechnik erforschen Sensorverfahren der optischen dimensionellen Messtechnik für das rechtzeitige Erkennen von Prozessschwankungen in Form von Geometrieabweichungen. Eine entsprechend frühzeitige Reaktion darauf mit aktiven Verfahren der Prozessregelung ermöglichen in allen Ressourcenbereichen deutliche Einsparungen, z.B. durch Reduzierung von Ausschuss und Nacharbeit, insbesondere bei energieintensiven Fertigungsverfahren.

### Unterstützung von medizinischen Diagnosen sowie eines individuellen Lebens im Alter

Der demografische Wandel verändert unser Land. Laut aktueller Studien wird Deutschland im Jahr 2035 eine der ältesten Bevölkerungen der Welt haben. Das Fraunhofer IFF erforscht patientennahe Sensorik, um älteren Menschen so lange wie möglich ein Leben in der gewohnten und vertrauten Umgebung zu ermöglichen. Auch im Gesundheitswesen findet ein Umdenken statt. Amerikas erste Ärztin, Elizabeth Blackwell, prägte den in der Krankheitsvorsorge berühmten Satz »Vorbeugen ist besser als Heilen«. Diese wichtige Erkenntnis ist heute brandaktuell. Das Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik entwickelt technische Systeme, um z.B. beginnende Erkrankungen bzw. Veränderungen des Gesundheitszustands rechtzeitig zu erkennen.

### **Assistenzsysteme für flexible und zuverlässige Mensch-Maschine-Interaktionen in der modernen Produktion**

Der internationale Wettbewerbsdruck sowie die gestiegenen Kundenanforderungen an die Individualität von Produkten erfordern flexible Produktionsstrukturen. Einen sinnvollen Kompromiss zwischen der Kosteneffizienz vollständig automatisierter und der Flexibilität manueller Arbeitsschritte bildet die halbautomatisierte Produktion. Zur Realisierung der halbautomatisierten Produktion erforscht das Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik geeignete Verfahren, die eine gleichbleibende Produktqualität sichern und Sicherheitsfunktionen ausführen können. Gleichfalls erforschen die Wissenschaftler des Geschäftsfelds Mess- und Prüftechnik entsprechende Visualisierungstechnologien, die dem Benutzer Informationen passend zu seiner aktuellen Arbeitssituation bereitstellen. In Erweiterung dazu werden Technologien der Mess- und Prüftechnik erforscht, die manuelle Arbeitsvorgänge überwachen können. Fehler können erkannt und sofort durch den Verursacher korrigiert werden.

### **Analysen und Modellierungen biomedizinischer Daten und Bioinformatik in der Automatisierungstechnik**

Das Kompetenzfeld Biosystems Engineering ist im Jahre 2008 gegründet worden und wird das Anwendungsportfolio des Fraunhofer IFF Magdeburg in Richtung mathematischer/statistischer Analysen und Modellierungen biomedizinischer Daten und Bioinformatik erweitern.

Methodisch liegt ein Schwerpunkt auf der Entwicklung und Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz (Computational Intelligence). Die aktuellen Forschungsaufgaben umfassen:

#### **Räumlich-zeitliche Modellierung biologischer Entwicklungsvorgänge**

Die statistische bzw. geometrisch-räumliche (2-D, 3-D) und räumlich-zeitliche (4-D) Modellierung biologischer Entwicklungsvorgänge ist für Anwender sowohl im akademischen als auch industriellen Umfeld zunehmend bedeutsam. Neben der Umsetzung geforderter hoher räumlicher Auflösungen liegen die Herausforderungen insbesondere auf der Erreichung eines hohen Automatisierungsgrads bei der Modellgenerierung und auf der Einbeziehung multimodaler Daten,



Bild 2: Am Fraunhofer IFF wurde im Jahr 2008 das neue Kompetenzfeld »Biosystems Engineering« eingerichtet.  
Foto: Dirk Mahler

z.B. aus verschiedenen bildgebenden Verfahren oder auch Genexpressionsdaten, Spektraldaten usw.. Bei der Umsetzung der genannten Aufgaben spielt die systematische Einbeziehung biologischen Expertenwissens eine zentrale Rolle. Im Kompetenzfeld Biosystems Engineering entwickeln die Fraunhofer IFF-Wissenschaftler deshalb Algorithmen und Werkzeuge, die durch den Einsatz künstlicher Intelligenz zu besonders leistungsfähigen Lösungen führen.

#### **Automatisierte Modellgenerierung zur 3-D-modellbasierten Kryo-Lasermikrodissektion**

Lasermikrodissektion ist eine der in der Biologie am weitesten verbreiteten Methoden zur Extraktion bestimmter Gewebe aus größeren Gewebeverbänden und Organen. Die Forscher des Kompetenzfelds Biosystems Engineering entwickeln in Zusammenarbeit mit Laserfirmen und Forschungspartnern aus der Biologie ein Gerät zur 3-D-modellbasierten Kryo-Lasermikrodissektion. Hiermit ist es möglich, ohne die sonst üblichen Artefakte bei der Probenvorbereitung bestimmte Gewebe frei von Kontaminationen benachbarter Gewebe und ohne Störungen z.B. im Zellmetabolismus zu extrahieren.

# Die Kanalinspektion der Zukunft – mit dem SEK für teilgefüllte Kanäle

José Saenz M.Sc.  
Telefon +49 391/40 90-227  
Jose.Saenz@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Die Inspektion von großen, teilgefüllten Kanälen unter laufendem Betrieb stellt eine besondere Herausforderung für Kanalbetreiber dar, da bei solchen Kanälen eine manuelle Begehung und Inspektion aus Sicherheitsgründen oft nicht möglich ist.

Seit 2002 entwickelt das Fraunhofer IFF als Generalauftragnehmer automatische Reinigungs- und Inspektionssysteme für Kanäle. Ein Ziel des Projekts mit der Emschergenossenschaft war der Machbarkeitsnachweis für ein Schadenerkennungssystem (SEK) zur schnellen, primären Inspektion von Kanälen. Dabei sollte das Schadenerkennungssystem sowohl für den Einsatz im Abwasserkanal Emscher als auch in anderen Kanalnetzen konzipiert werden. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der Erkennung größerer Auffälligkeiten, wie z.B. Materialabtrag, Ablagerungen, Hindernisse und Undichtigkeiten.

## Lösungskonzept

Im Rahmen des Projekts wurden folgende Hauptkomponenten des Schadenerkennungssystems konzipiert und auf ihre Machbarkeit bzw. Erfüllung der Anforderungen untersucht und entwickelt:

- ein Trägersystem zur Positionierung im Kanal,
- Sensor- und Messsysteme zur Inspektion des Kanalzustands über und unter dem Wasserspiegel sowie zur Erkennung von Ablagerungen,
- die Medienversorgung mit Strom und zur Datenkommunikation sowie
- das Steuerungssystem, die Navigation und die Bedienung.

Das frei schwimmende Schadenerkennungssystem (SEK) wird über ein Medienversorgungskabel mit dem Bedienstand verbunden. Das SEK schwimmt mit der Abwasserströmung und wird nach Abschluss der Inspektion eines Kanalabschnittes zurück zum Startschacht gezogen und aus dem Kanal herausgenommen. Ein angetriebener Ausleger mit einer innovativen, adaptiven Regelung gleicht unterschiedliche Fließparameter aus, die z.B. durch unterschiedliche Kanaldurchmesser, Füllstände und Fließgeschwindigkeiten hervorgerufen werden können. Er sorgt dafür, dass das System stets eine mittige Position im Kanal einnimmt, auch bei Krümmungen im Kanalverlauf, die sogar S-förmig sein können. Mit diesem Lösungskonzept kann das Schadenerkennungssystem optimale Inspektionsergebnisse erzielen.



Bild 1: Schadenerkennungssystem (SEK) zur Vorinspektion von großen Abwasserkanälen.

Foto: Bernd Liebl

## Ergebnisse

Das von der Emschergenossenschaft und dem Fraunhofer IFF entwickelte Schaden-erkennungssystem (SEK) bietet weltweit erstmalig die Möglichkeit der unbemann-ten Schadensdetektion mit sehr hoher Genauigkeit in teilgefüllten Kanälen größer als DN 1.600. Als Ergebnis wurde von dem SEK eine Nullserie erfolgreich aufgebaut und getestet, die mit folgen- den Sensorsystemen ausgestattet ist:

- einem Mehrkameranystem zur Riss-erkennung, Detektion von Korrosion und Undichtigkeiten im Gasraum sowie zur Fugenbreitenbestimmung,
- einem Ultraschallscanner zur Detek- tion von mechanischem Verschleiß, Ablagerungen und Hindernissen im Wasserraum und
- Videokameras zur Infiltrationsdetek- tion im Gasraum.

Mit dem Mehrkameranystem führt das SEK eine visuelle Inspektion des Gas- raums mit einer höheren Genauigkeit als herkömmliche, marktübliche Rohrmolche

durch. Zusätzlich wurde das Mehr- kamerasystem mit dem Lichtschnittver- fahren erweitert, um Merkmale im Gas- raum, wie Fugenbreite und Rohrversatz, zu erkennen. Der Ultraschallscanner dient zur Erfassung von Ablagerungen und mechanischem Verschleiß im Wasser- raum. Durch die installierten Videokame- ras erhält der Bediener weitere visuelle Informationen über den Kanalzustand.

Ein Quantensprung in der Kanalinspek- tionstechnologie wurde durch die kon- sequente Weiterentwicklung etablierter Qualitätssicherungstechnologien und Sensorik aus der Industrie sowie innova- tiver Robotertechnik erreicht. Die intelli- gente Sensorik und Datenverarbeitung ermöglicht eine sehr hohe Genauigkeit bei der Schadenserfassung in Abwasser- kanälen, und Algorithmen zur automati- schen Erkennung von typischen Scha- densbildern unterstützen den Bediener.

Die neuentwickelte Datenverarbeitung und die Datenfusion ermöglichen die optimale Visualisierung der Sensordaten und Schadensbilder und den Vergleich

der aktuellen Sensordaten mit früheren Messungen. Hierzu werden sämtliche Sensordaten der jeweiligen Aufnahme- position im Kanal exakt zugeordnet und abgerufen. Die Datenaufnahme erfolgt zeitgleich mit der Bewegung des SEK und ermöglicht somit eine schnelle Inspek- tion. Die Bedien- und Auswertesoftware veranschaulicht dem Bediener die Ergeb- nisse der Inspektion und deutet selbst- ständig auf Stellen im Kanal hin, an denen ein Verdacht auf Schäden vorliegt.

Das SEK wurde konzipiert für kreisrunde Kanäle aus Stahlbeton mit einer Nenn- weite von 1.800 bis 2.300 Millimeter. Ein Füllstand von mindestens 450 Milli- meter, eine Fließgeschwindigkeit zwi- schen 0,5 und 2,5 Meter pro Sekunde und ein Schachtdurchmesser von min- destens 800 Millimeter sind Vorausset- zungen für den erfolgreichen Einsatz des SEK. Bedingt durch die Länge des Medienversorgungskabels können maxi- mal 600 Meter eines Kanals am Stück untersucht werden.

## Nutzen und Ausblick

Durch den Einsatz des automatischen Schadenerkennungssystems (SEK) ist der Kanalbetreiber in der Lage, alle relevan- ten Schäden durch eine unbemannte Inspektion frühzeitig zu erkennen. Er kann damit seinen Verpflichtungen bezüglich einer regelmäßigen und syste- matischen Kanalzustandserfassung und -bewertung nachkommen.

Derzeit wird in Zusammenarbeit mit der Emscher Wassertechnik eine Kanal- inspektion als Dienstleistung mit dem Schadenerkennungssystem angeboten.

## Projektpartner

- Emschergenossenschaft



Bild 2: Bedienstand zur Darstellung der Inspektionsergebnisse auf den mit dem SEK verbundenen Monitoren.

Foto: Bernd Liebl

# Verwirklichung der Vision eines reinigenden Inspektionssystems für den Abwasserkanal Emscher

Dipl.-Ing. (FH) Sven Kutzner  
Telefon +49 391/40 90-247  
Sven.Kutzner@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Stürze  
Telefon +49 391/40 90-377  
Thomas.Stuerze@iff.fraunhofer.de

## Ausgangslage

Das Fraunhofer IFF hat als Generalauftragnehmer für die Emschergenossenschaft seit 2002 Inspektions- und Reinigungssysteme für den Abwasserkanal Emscher entwickelt. Mit den in der Projektlaufzeit entwickelten Prototypen konnte die Inspektion und Reinigung des Abwasserkanals Emscher in ihrer Machbarkeit vollständig nachgewiesen werden. Dies war von besonderer Bedeutung, da der Nachweis im Zusammenhang mit dem laufenden Planfeststellungsverfahren für den Abwasserkanal Emscher erbracht werden musste.

## Konzept

Das innovative Inspektions- und Reinigungskonzept für den Abwasserkanal Emscher basiert auf drei verschiedenen Systemen für den Einsatz im Kanal sowie weiteren Systemeinheiten, wie Infrastruktur und Fahrzeuge. Die drei Systeme zur Inspektion und Reinigung des Abwasserkanals Emscher sind:

- das Schadenerkennungssystem (SEK),
- ein Reinigungssystem (RS) und
- ein Schadenvermessungssystem (SVM).

Alle Systeme stellen weltweit einzigartige Neuentwicklungen dar, die neue Maßstäbe für die Inspektion und Reinigung von Kanälen setzen.

## Anforderungen

An die Inspektion und Reinigung des Abwasserkanals Emscher werden vielfältige Anforderungen gestellt. Der Betreiber muss in der Lage sein, durch den Einsatz der Geräte den Verpflichtungen einer regelmäßigen Inspektion des Kanals nachzukommen. Das Ergebnis der Inspektion muss definierten Anforderungen an die Erfassungsgenauigkeit der einzelnen Schadensbilder genügen. Ebenso haben die Geräte zur Inspektion und Reinigung des Kanals höchste Anforderungen aus technischer Sicht sowie die betrieblichen Randbedingungen zu erfüllen.

## Aufbau

Mit dem Reinigungssystem (RS) werden Ablagerungen im Wasserraum und die Verschmutzungen der Kanalwand im Gasraum gereinigt. Dies dient der Gewährleistung eines störungsfreien



Bild 1: Prototyp Inspektionssystem im Magdeburger Versuchsstand. Foto: Bernd Liebl



Bild 2: Prototyp Reinigungssystem im Magdeburger Versuchsstand. Foto: Bernd Liebl

Kanalbetriebs und schafft die Voraussetzungen für eine detaillierte Kanalinspektion mit dem Schadenvermessungssystem (SVM). Eine neuentwickelte, vollautomatisierte Kinematik mit integrierter Wasserversorgung und Sicherheitstechnik dient als universeller Träger für alle Arten von Hochdruckreinigungstechnologien. Die Reinigung des Gasraums erfolgt mit einem Düsenbalken, der sich mit verschiedenen Flächenreinigungsdüsen bestücken lässt und die Kanalwand vollständig von Ablagerungen und Sielhaut befreit. Im Wasserraum arbeitet das System mit einer Ejektor-düse, die den gesamten Abwasserstrom beschleunigt. Alle Prozessparameter bezüglich des Reinigungseffekts und der Reinigungszeiten sind variabel einstellbar. Zur Überprüfung des Reinigungseffekts verfügt das System über eine schwenkbare Videokamera mit Zoomfunktion sowie einen 3-D-Ultraschallscanner im Wasserraum.

Das Schadenvermessungssystem (SVM) dient der detaillierten Zustandserfassung des Abwasserkanals Emscher. Aufgrund der definierten und schwingungsfreien Lage des SVM im Kanal können genaueste Messungen durchgeführt werden, die eine exakte Klassifizierung der Schä-

den ermöglichen. Die optische Überprüfung des Kanals übernimmt ein Kameramodul, das an der Front des SVM angebracht ist. Eine Vielzahl von Kameras nimmt dabei Bilder vom gesamten Gasraum des Kanals auf. Mithilfe von Linienlasern können die Bilder der verschiedenen Kameras referenziert und zugeordnet werden. Mechanischen Abtrag und Ablagerungen unter Wasser erfasst ein 3-D-Ultraschallscanner während der Fahrt des Schadenvermessungssystems durch den Kanal. Bei der Erkennung von Schäden im Gasraum erfolgt die Unterwasserinspektion lokal mit dem Kombinationssensor. Dieser schwenkbar auf einer Teleskopeinheit gelagerte Sensor untersucht den Wasserraum optisch mit einer Hohlkammer, einer Art Tauchglocke, und über ein Ultraschall-Laufzeit-Messverfahren auf Risse. Darüber hinaus wird die Infiltration von Wasser durch ein Temperaturdifferenzmessverfahren erfasst.

Der Einsatz des Schadenvermessungssystems (SVM) erfolgt nach der Inspektion mit dem Schadenerkennungssystem (SEK) und falls erforderlich nach der Reinigung des Kanals mit dem Reinigungssystem (RS) entsprechend dem festgelegten Inspektionkonzept.



Bild 3: Reinigendes Inspektionssystem – Entwurf der Nullserie.

## Ergebnisse

Auf Basis von Versuchsmustern und Voruntersuchungen wurden das Reinigungssystem (RS) und das Schadenvermessungssystem (SVM) in den vergangenen drei Jahren für die Nennweiten von 2.200 bis 2.400 Millimeter als Prototyp aufgebaut und getestet. Die Entwicklung erfolgte unter festgelegten baulichen und planerischen Randbedingungen, wie z.B. einer maximalen Haltungslänge von 600 Metern sowie einer Inspektion und Reinigung bei Trockenwetterfüllständen bis 40 Prozent Füllhöhe.

Von Anfang an wurde bei der Entwicklung darauf geachtet, die Systeme zur Reinigung und Inspektion modular aufzubauen. Wesentliche konstruktive Baugruppen wurden baugleich gefertigt. Nur dadurch war es nach Abschluss der Praxiserprobung möglich, über eine weitere Optimierung nachzudenken – über die Vision eines reinigenden Inspektionssystems. Es folgte eine Entwicklungsphase intensiver konstruktiver Voruntersuchungen. Eine besondere Herausforderung dabei war die Kombination der Unterwassersensorik mit den Hochdruckwerkzeugen an einer gemeinsamen Kinematik.

## Ausblick

Die Verwirklichung der Vision des reinigenden Inspektionssystems in Form nur noch eines Serviceroboters schont wertvolle Ressourcen und erhöht die Effektivität und Auslastung der Systeme im späteren Einsatzbetrieb.

## Projektpartner

– Emschergenossenschaft



# Eine künstliche Haut für sichere Mensch-Roboter-Interaktionen

Markus Fritzsche M.Sc.  
Telefon +49 391/40 90-277  
Markus.Fritzsche@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Waren Roboter lange Zeit hinter massive Stahlzäune verbannt, so erobern sie heute zunehmend neue Einsatzfelder als Serviceroboter oder Assistenzsysteme. Neue Strategien in der Zusammenarbeit von Mensch und Roboter lassen die Grenzen der Arbeitsräume verschwimmen. Arbeiten Mensch und Roboter Hand in Hand und können sich sogar berühren, so verlieren Taktzeit- und Bewegungsoptimierung an Bedeutung. Stattdessen rücken die Sicherheit und der Schutz des Menschen in den Mittelpunkt des Interesses. Die Entwicklung neuer Sicherheitsmechanismen und Strategien zum Schutz des Menschen sind daher wichtige Forschungsschwerpunkte im Geschäftsfeld Robotersysteme des Fraunhofer IFF.

Wird eine unzulässige Berührung erkannt, können nachfolgende Sicherheitskreise z.B. einen Sicherheitshalt oder aktive Ausweichbewegungen einleiten. Aber auch die Überwachung von zulässigen Berührungen, wie das Greifen von Objekten, wird durch den Einsatz der künstlichen Haut möglich. Dabei können die Form und die Messperformance der künstlichen Haut der jeweiligen Applikation soweit angepasst werden, dass selbst komplizierte Geometrien und Freiformen vollflächig bedeckt und entsprechend abgesichert werden.

Der innovative Lösungsansatz der künstlichen Haut wurde zum Patent angemeldet und wird erstmals im Rahmen einer Pilotanwendung in dem BMBF-geförderten Projekt »LiSA« zum Einsatz kommen.

## Lösungsansatz

Im Rahmen dieser Forschungsaktivitäten wurde ein Sensorsystem entwickelt, das eine sichere Kollisions- und Berührungserkennung für Roboter gewährleistet. Ausgerüstet mit einer auf diesem Sensorsystem basierenden »künstlichen Haut« sind Roboter in der Lage, Berührungen zu erkennen und darauf zu reagieren.

Im Vergleich zu klassischen Schaltleisten bzw. -matten, die lediglich eine stattgefundenene Berührung signalisieren können, liefert die künstliche Haut zusätzlich Informationen über den Ort der Berührung und die dabei auftretenden Kräfte. Mit einer intelligenten Sensordatenverarbeitung können so Berührungen analysiert und zulässige von unzulässigen Berührungen unterschieden werden.

## Technische Umsetzung

Die im Rahmen der Sensorentwicklung durchgeführten Arbeiten umfassten neben der Entwicklung eines geeigneten Messaufnehmers auch die Auswertelektronik, die Datenverarbeitung und die Einbindung der Sensordaten in die Robotersteuerung. Die mit dem geplanten Einsatz des Sensorsystems als Sicherheitssensor verbundenen Forderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Diagnosefähigkeit prägten die Entwicklungsarbeit von Beginn an maßgeblich.

Das Herzstück des Sensorsystems bildet ein flexibler Messaufnehmer. Um eine möglichst hohe mechanische Zuverlässigkeit zu erreichen, wurde dieser auf einer vollständig textilen Basis realisiert. Dabei kommen keine klassischen Kabel mehr zum Einsatz, sondern textile Leiterbahnen bilden eine Sensormatrix aus flexiblen Sensorzellen. Die einzelnen Sensorzellen basieren auf variablen,

Dieses Projekt wurde vom BMBF innerhalb des Verbundprojekts »Assistenzroboter in Laboren von Life Science-Unternehmen (LiSA)« gefördert. (Förderkennzeichen: 02PB2170)

druckabhängigen Widerständen, die im unbelasteten Zustand einen definierten Wert besitzen. Abweichungen von diesem Wert sind ein Maß für die auf den Sensor wirkende Kraft.

Da somit auch im unbelasteten Zustand ein auswertbares Signal vorliegt, kann eine aktive Zustandsüberwachung der einzelnen Sensorzellen erfolgen und der Ausfall einzelner Sensorzellen sicher ohne zusätzlichen technischen Aufwand erkannt werden.

Der textile Aufbau des Sensorsystems erlaubt die Integration von applikations-spezifischen Dämpfungszonen. Diese aus speziellen energieabsorbierenden Materialien bestehenden Bereiche ermöglichen im Fall von unbeabsichtigten Berührungen das kontrollierte Abbremsen und Stoppen des Robotersystems, ohne den Kollisionspartner mit hohen Kraftspitzen zu belasten.

Zum Schutz gegenüber Umwelteinflüssen kann der Messaufnehmer zusätzlich mit einem robusten, gegebenenfalls wasserdichten Material eingehüllt werden. Dadurch kann dieser auch unter widrigen Umgebungsbedingungen zum Einsatz kommen.

Vervollständigt wird das Messsystem durch eine intelligente Datenerfassungshardware. Diese beinhaltet mikrocontrollerbasierte Schaltungen zur performanceoptimierten Abtastung der angeschlossenen Messaufnehmer.

Integrierte Analysealgorithmen erkennen schwellwertbasiert unzulässige Berührungen und liefern ein sicheres Schaltsignal zur Einbindung in den Sicherheitskreis des Robotersystems.

Die vollständigen Sensordaten der angeschlossenen Messaufnehmer stehen zusätzlich über schnelle Datenkommuni-

kationsschnittstellen wie CAN oder USB zur Verfügung und können so ebenfalls zur Weiterverarbeitung in die Robotersteuerung eingebunden werden.

### Ausblick

Die Pilotphase im Rahmen des Projekts »LiSA« stellt den ersten über Laborversuche hinausgehenden Einsatz der künstlichen Haut dar. Die hierbei unter realen Einsatzbedingungen gewonnenen Erkenntnisse werden wichtige Impulse für die weitere Entwicklung des Sensorsystems liefern.

Darüber hinaus zeichnen sich bereits im aktuellen Entwicklungsstadium Einsatzfelder für das Sensorsystem ab, die weit über den Einsatz als Sicherheitssensor für Robotersysteme hinausgehen. Mögliche Einsatzszenarien liegen z.B. in der statischen und dynamischen Erfassung von Druckverteilungen im medizinischen Bereich.

Damit bleibt die künstliche Haut auch im Jahr 2009 ein spannender Forschungsschwerpunkt mit einem hohen Innovationspotenzial für das Geschäftsfeld Robotersysteme.



Bild: Künstliche Haut als großflächiger, individuell zugeschnittener Berührungssensor.  
Foto: Markus Fritzsche

Dipl.-Ing. Dietmar Kunst  
 Telefon +49 391/40 90-251  
 Dietmar.Kunst@iff.fraunhofer.de

## Motivation

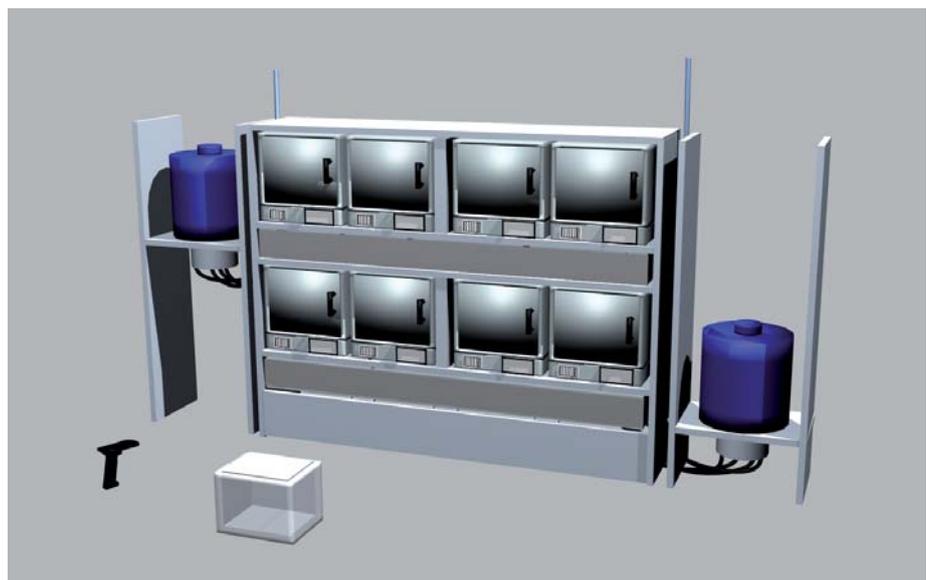
Nur wenige der natürlich vorkommenden Pflanzen der Erde sind derzeit hinsichtlich ihrer medizinischen Auswirkungen untersucht. Gerade in der Medizinforschung gibt es einen immensen Nachholbedarf bei der wissenschaftlichen Untersuchung von Wirkstoffen seltener Pflanzen und deren Heilungs- bzw. Linderungswirkungen. Aber auch in der Kosmetik- und Nahrungsmittelindustrie besteht eine immer größer werdende Nachfrage nach preiswertem und zuverlässig zu beschaffendem Pflanzenmaterial.

Bestimmte Wirkstoffe von speziellen Pflanzen werden nicht nur in der Pharmaindustrie benötigt, sondern sind Grundlage der angewandten Biotechnologie auf höchstem Niveau. Um pflanzliche Wirkstoffe oder aus Pflanzen gewonnene Feinchemikalien von hoher Reinheit, Qualität und Reproduzierbarkeit herzustellen, werden derzeit sehr teure Bioreaktoren eingesetzt, die jedoch für eine Massenproduktion unrentabel und damit ungeeignet sind. Die meisten dieser seltenen Pflanzen wachsen nur in

bestimmten Gegenden der Erde und sind an ihre Umweltbedingungen angepasst. Die Ernte ist saisonbedingt und von vielen Klima- und Umwelteinflüssen abhängig. Qualitäts- und Quantitätsschwankungen durch eine »schlechte Ernte« kommen hinzu. Darüber hinaus stehen seltene Pflanzen oft unter Naturschutz. Ein massenhaftes Ernten würde in naher Zukunft zum Aussterben dieser Arten führen, was auch den Verlust dieser speziellen Wirkstoffe zur Folge hätte.

## Ausgangssituation

Die derzeitige Aufzucht von Pflanzen in Gewächshäusern ermöglicht die Produktion von Pflanzen in geschlossenen kontrollierbaren Systemen. Für die Pharmaindustrie sind jedoch Gewächshäuser aufgrund der hohen Vorgaben an die Reinheit und an die Reproduzierbarkeit der Wirkstoffe nicht immer geeignet. Für gentechnisch veränderte Pflanzen sind sogar noch weiterreichende Vorgaben einzuhalten.



Das Projekt wurde vom Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt gefördert. (Förderkennzeichen: 01Ri06 14A)

Bild 1: Virtuelles Modell des Demonstrators der AutoTIS-Anlage.

Zusammen mit der BioPlanta GmbH, die sich seit Jahren auf die Produktion von pflanzlichen Inhaltsstoffen spezialisiert hat, wurde das Thema von den Wissenschaftlern des Geschäftsfeldes Robotersysteme des Fraunhofer IFF aufgegriffen. Gefördert vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt wurde untersucht, unter welchen Bedingungen sich eine Pflanzenmassenproduktion in steriler Umgebung kostengünstig realisieren lässt. Dabei wurde der modellgestützte Ansatz zur Automatisierung biotechnischer Anlagen näher betrachtet. Ziel war es, eine Automatisierung für ein industriell einsetzbares Kultursystem für Pflanzen mit einfacher Handhabung und Steuerung zum Einsatz für die Pharmazie, für die Biotechnologie und für die konventionelle Pflanzenzucht zu realisieren.

Ausgangspunkt der Untersuchungen war das von der BioPlanta GmbH eingesetzte und vielversprechende Verfahren der Verwendung von einfachen tragbaren Bioreaktoren. Dieses Verfahren beruht im Wesentlichen darauf, die Pflanzen in sterilen Behältern mit Nährmedium zu versorgen. Dabei wird das Nährmedium aus

einem Mediumbehälter mittels Druckluft von unten in den Pflanzenbehälter gedrückt. Je nach Mediumniveau werden die Pflanzen oder auch die Blätter somit kurzzeitig mit Nährmedium versorgt. Das Anlegen eines Überdrucks im Pflanzenbehälter bewirkt, dass das Nährmedium wieder zurück zum Medienbehälter befördert wird, damit die Pflanzen nicht dauerhaft überschwemmt sind.

### Vorgehensweise

Zu Beginn wurden von den Mitarbeitern des Geschäftsfeldes Robotersysteme vom Fraunhofer IFF eine Analyse des gegenwärtig realisierten Prozesses durchgeführt und mehrere Konzepte für die industrielle Produktion erarbeitet. Diese wurden hinsichtlich Realisierung, technischem und finanziellem Aufwand miteinander verglichen. Es wurden Prozessablaufpläne erstellt und eine optimierte Anlagenstruktur entwickelt. Als konstruktive Vorgaben wurden die Handhabbarkeit und Sterilisierbarkeit der Pflanzenbehälter in herkömmlichen Autoklaven verwendet.

### Ergebnisse und Nutzen

Gegenüber anderen konventionellen Methoden zur Versorgung der Pflanzen mit Nährmedium wurde ein Konzept entwickelt, wonach die Medienbehälter zur Befüllung der Pflanzenbehälter durch eine Hebevorrichtung angehoben und zum Entleeren abgesenkt werden. Jeder Pflanzenbehälter wird mit einer eigenen Mikrocontrollersteuerung ausgestattet, sodass selbst in den einzelnen Einheiten verschiedene Aufzuchtregime getestet werden können. Dazu gehören auch die Steuerung der Beleuchtungseinheiten mit sichtbarem Licht und UV-Licht durch den Einsatz von LED-Technologien, die Trocknung, die Erfassung der Pflanzen- und Medienwechsel durch Barcode-scanner sowie die Erfassung verschiedener Messdaten. Um die unterschiedlichen Regime und Umgebungsbedingungen lückenlos nachvollziehen zu können, werden alle relevanten Daten in einer Datenbank auf einem Zentralrechner erfasst.

Die Modularisierung der Anlagenstruktur ergab, dass eine optimale Einheit aus einem 1 Kubikmeter-Mediumbehälter für 40 Pflanzenbehälter besteht.

Zum Beweis der Durchführbarkeit der ermittelten theoretischen Ansätze wurde ein Demonstrator vom Geschäftsfeld Robotersysteme entwickelt und bei der BioPlanta GmbH zur technischen und biologischen Validierung aufgebaut. Damit konnten wertvolle Erkenntnisse zur Umsetzung einer zuverlässigen Produktion von Wirkstoffen mit einem angemessenen Investitionsaufwand durch die Forscher des Fraunhofer IFF gemeinsam mit der BioPlanta GmbH gewonnen werden.

### Projektpartner

– BioPlanta GmbH, Leipzig



Bild 2: Der realisierte Demonstrator im Einsatz. Foto: BioPlanta GmbH

# Messverfahren zur Qualitätskontrolle von Laserbeschriftungen auf Kunststoffoberflächen

Dr.-Ing. Christian Teutsch  
Telefon +49 391/40 90-239  
Christian.Teutsch@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Beschriftungen auf Schaltern und Schaltelementen stellen deren Funktion und korrekte Bedienung sicher. Die Beschriftungsqualität ist darüber hinaus ein wichtiges Merkmal für die Wertigkeit des beschrifteten Produkts. Dabei basieren moderne Beschriftungssysteme auf Lasertechnologien und haben bereits seit längerem in vielen industriellen Bereichen klassische Druckverfahren ersetzt. Den Kunststoffen werden hierfür Zusätze beigemischt, welche sich unter hochenergetischer UV- oder IR-Laserbestrahlung verfärben. Ein Optiksistem lenkt dafür den Laserstrahl präzise über das Objekt, wodurch eine dauerhafte Beschriftung entsteht.

Die Grundlage für eine saubere, deutlich und klar lesbare Beschriftung sind zum einen die Qualität des Kunststoffs sowie

seiner Zusätze und zum anderen die Parameter der Laserbeschriftungsanlage. Das Erscheinungsbild der Beschriftung ist abhängig von den Kunststoff- und Schriftfarben sowie den Laseranlagen, wobei in die optischen Merkmale Kontrast, Farbhomogenität, Schärfe und (Schrift)-Kantenbreite unterschieden wird.

Diese Merkmale wurden bislang durch Prüfer beurteilt, deren subjektiven visuellen Eindrücke sich jedoch z.T. deutlich voneinander unterscheiden. Der Bedarf nach einem objektiv messenden System, welches die subjektiven Eindrücke auf einen allgemeinen und objektiven Messwert abbildet, wurde deshalb mit steigender Anzahl der Kunststoffelemente immer größer. Darüber hinaus ist die Kontrolle der Vollständigkeit der Beschriftung von besonderer Bedeutung, welche aufgrund der anfallenden Variantenvielfalt fehlerhaft sein kann.



Bild 1: Das Messsystem zur objektiven Bewertung von Schriftbildern wurde als mobile Vorrichtung gestaltet. Foto: Bernd Liebl



# Entwicklung eines Prototyps zur Werkerassistenz bei der Spannsystemmontage

Dipl.-Inf. Steffen Sauer  
Telefon +49 391/40 90-261  
Steffen.Sauer@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Ein mittelständischer Projektpartner des Fraunhofer IFF ist Hersteller von Buchbindemaschinen. Diese Maschinen sind sehr komplex und bestehen aus einer Vielzahl von mechanischen Einzelteilen, die mit hoher Genauigkeit durch NC-Bearbeitungsmaschinen hergestellt werden. Zur mechanischen Bearbeitung wird jedes einzeln zu bearbeitende Teil (Werkstück) in einem Spannsystem fixiert und dann mit einer sehr hohen Vorschubgeschwindigkeit bearbeitet. Dabei kann es zu ungewollten Kollisionen zwischen den NC-Bearbeitungsmaschinen und den Spannsystemen kommen, die zu Beschädigungen an der Maschine bis zu ihrer Zerstörung führen können.

Um dies zu verhindern, werden die Spannsysteme mit einer 3-D-CAD-Software konstruiert. Nach Erstellung eines NC-Bearbeitungsprogramms wird unter Nutzung des a priori-Wissens über die Gestalt des Spannsystems und den Aufbau der NC-Bearbeitungsmaschine eine NC-Bewegungssimulation durchgeführt. Störkonturen sowie Verletzungen eines zuvor definierten Sicherheitsabstands zwischen NC-Bearbeitungswerkzeug und Spannsystem werden so rechtzeitig erkannt und mit einer Warnmeldung

angezeigt. Eine verbleibende Sicherheitslücke sind mögliche Fehler bei der manuellen Montage des Spannsystems. Da bei diesem Spezialmaschinenhersteller die Werkstücke nur in sehr geringen Losgrößen gefertigt werden, müssen die verwendeten Spannsysteme eine sehr hohe Variantenvielfalt aufweisen. Es kann vorkommen, dass während dieser Montage dem Werker Fehler unterlaufen, z.B. fehlerhafte Einzelelemente des Spannsystems, fehlerhafte Montagepositionen und -orientierungen. Hier besteht somit trotz der NC-Bewegungssimulation ein erhebliches Gefahrenpotenzial für Beschädigungen an den Bearbeitungsmaschinen.

## Zielstellung

Zur Vermeidung von Montagefehlern (Prävention) bei der manuellen Konfiguration von Spannsystemen ist eine Technologie zu entwickeln, die den Werker bei der Durchführung dieser Arbeiten in Form eines Assistenzsystems unterstützt. Die Richtigkeit und Vollständigkeit jedes Montageschritts soll durch eine visuell unterstützte Werker selbstprüfung erfolgen.

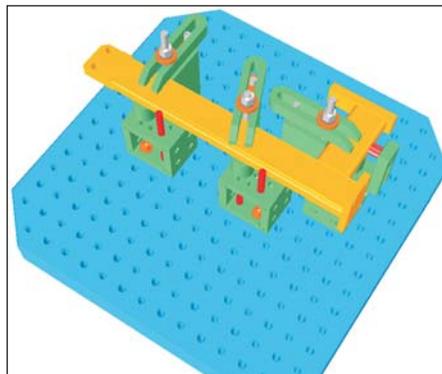


Bild 1: CAD-Modell eines Spannsystems.

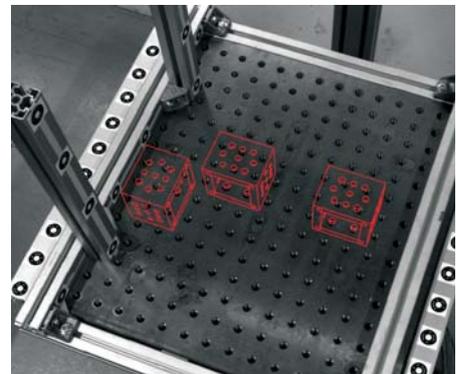


Bild 2: Lagekorrekte Überblendung der Kamerabilder mit CAD-Elementen der zu montierenden Bauteile. Foto: Steffen Sauer

## Lösungskonzept

Die Analyse der derzeitigen Montage-situation hat Folgendes ergeben: Die Spannsysteme werden mit CAD-/CAM-Software konstruiert (Bild 1). Sie bestehen aus 20 bis 60 Einzelkomponenten, die auf einer Lochrasterplatte durch Verschraubung befestigt werden. Zum Aufbau erhält der Werker einige Ausdrucke der CAD-Daten und eine Stückliste, in der alle Bauteile aufgeführt sind. Beim Aufbau der Spannsysteme orientiert sich der Werker an den Bohrungen der Lochrasterplatte, indem er die Löcher bis zum Rand abzählt. Verzählt er sich, montiert er das Bauteil falsch. Für Bauteile, deren Position nicht exakt durch die Lochrasterplatte vorge-

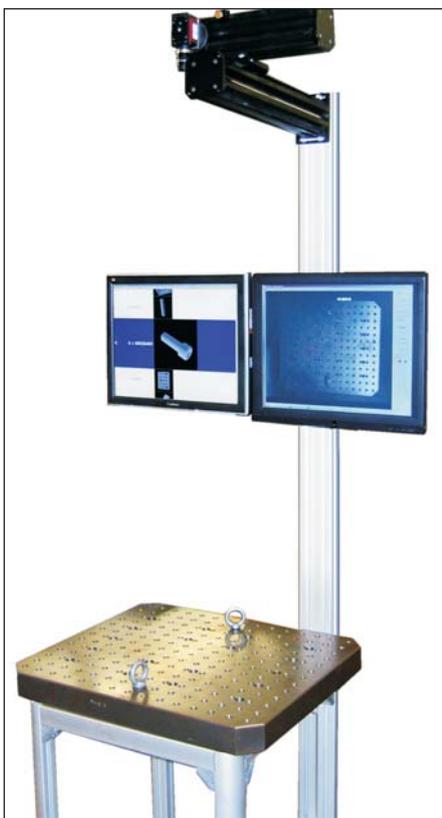


Bild 3: Prototyp für erste Versuche: Kamera (rot, oben) schaut auf den Arbeitsplatz (Lochrasterplatte unten) und in Augenhöhe die Bildschirme. Foto: Steffen Sauer

geben ist, werden die Abstandsmaße zu Nachbarbauteilen verwendet. Auch hierbei können Fehler bei der exakten Positionierung der Bauteile auftreten. Des Weiteren können ähnlich aussehende Bauteile durch Unachtsamkeit vertauscht werden. All diese Fehler bewirken eine Geometrieabweichung im Spannsystem, die zu einer Kollision zwischen dem Spannsystem und dem NC-Bearbeitungswerkzeug führen können.

Aus den Beobachtungen wurde ein Konzept für eine sogenannte Augmented Reality-unterstützte Assistenz erstellt, die dem Werker während der gesamten Montage visuell den Ort, die Orientierung und den Typ der zu montierenden Bauteile darstellt. Hierzu werden die CAD-Daten der Spannsysteme genutzt und zwei Kameras installiert, die auf den Arbeitsplatz des Werkers ausgerichtet sind. Als Ausgabemedium wird ein Dual-Monitorsystem verwendet. Auf den Bildschirmen werden beide Kamerabilder live angezeigt, wobei die Bauteile als 3-D-Daten direkt den Bildern überlagert werden (Bild 2).

Der Montageablauf eines Spannsystems wird in einzelne Montageschritte unterteilt und in einem Montageschritt wiederum sind die entsprechenden Elemente des Spannsystems zu verbauen. Das Assistenzsystem stellt dann diese Bauteile inklusive Bauteilbeschreibung an ihrer Position auf dem Bildschirm dar. Sowohl das Zählen der Bohrungen als auch das fehlerträchtige Ausrichten von frei positionierbaren Elementen entfällt, da der Werker die Bauteile lediglich so montieren muss, dass sie deckungsgleich mit der Darstellung sind. Des Weiteren steht dem Werker eine freie Ansicht auf den kompletten CAD-Datensatz des Spannsystems zur Verfügung, die er auf einem der Bildschirme aufrufen kann.

## Ergebnisse und Ausblick

Auf einem Funktionsdemonstrator (Bild 3) wurden verschiedene Spannsysteme von den Werkern nach kurzer Einweisung nur mithilfe des Assistenzsystems montiert. Dabei zeigte sich, dass trotz teilweiser anfänglicher Skepsis das Assistenzsystem intuitiv zu bedienen war und für eine qualitativ deutlich verbesserte und zeitlich verkürzte Montage sorgte. Die anschließende systematische Befragung der Werker ergab, dass die Assistenzanwendung im Allgemeinen als positiv aufgefasst wurde. Der Wegfall der aufwendigen Ausrichtung einzelner Bauteile sowie die freie Ansicht auf die CAD-Daten wurden besonders gut beurteilt.

Auf der Grundlage der sehr positiven Resonanz wurde ein erster Serienarbeitsplatz mit einem voll funktionsfähigen Assistenzsystem ausgestattet.

Die Erforschung der möglichen Methoden zur Echtzeit-Überprüfung der Montage wird innerhalb eines gefördernten Forschungsvorhabens als nächster Schritt erfolgen. Dabei werden während der Montage aufgenommene Messdaten mit den CAD-Daten des Spannsystems verglichen. Stimmen die Messdaten nicht mit den CAD-Daten überein, soll ein Signal an den Werker generiert werden, sodass er einen Montagefehler direkt beheben kann.

## Zusammenarbeit

- Kolbus GmbH & Co. KG, Rahden



# XPRESS – Nietprozessoptimierung durch In-Prozess-Messtechnik

Dipl.-Ing. Erik Trostmann  
Telefon +49 391/40 90-220  
Erik.Trostmann@iff.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Dirk Berndt  
Telefon +49 391/40 90-224  
Dirk.Berndt@iff.fraunhofer.de

## Ausgangssituation

Das Fraunhofer IFF ist Forschungspartner im Verbundprojekt XPRESS. Dieses von der Europäischen Kommission geförderte Projekt im Bereich der flexiblen Fertigung hat das Ziel, ein Konzept für eine flexible und multivariantenfähige Produktion zu entwickeln. Es wird ein Ansatz verfolgt, der alle Ebenen von der Produktionsplanung bis zur eigentlichen Fertigung berücksichtigt und verbindet. Schwerpunkte sind hierbei:

- die Produktionssimulation zur Reduzierung von Produktionsanlaufzeiten und Kosten,
- ein neuartiges Konzept für den Aufbau und die Zusammenarbeit von Produktionskomponenten, wie Roboter, Steuerungen oder Transporteinrichtungen, sowie
- integrierte Qualitätssicherungsverfahren und das Qualitätsmonitoring zur Überwachung der Produktion.

Das Konzept von XPRESS basiert auf spezialisierten und intelligenten Produktionseinheiten (Experten), die in ein anwendungsübergreifendes lernendes Netzwerk für eine kundenorientierte Produktion eingebettet sind. Durch die Integration von Intelligenz und Flexibilität von der Planung der Fertigung bis hin zu den einzelnen Maschinen wird es möglich sein, hochqualitative Produkte für spezielle Kundenwünsche bei kleinen Stückzahlen und reduzierten Kosten herzustellen.

In Zusammenarbeit mit den beiden Industriepartnern Airbus und Brötje Automation analysiert das Fraunhofer IFF unter anderem die Verbindungstechnologie Nieten und entwickelt die notwendigen Basisfunktionen, um diese in das expertonische Konzept integrieren zu können.

## Lösungskonzept

Ein Flugzeugrumpf besteht aus mehreren großflächigen Schalenbaugruppen, deren Stabilität durch innenliegende Stützkonstruktionen (Stringer und Spante) gewährleistet wird. Die Verbindung zwischen der Außenhaut und den Stützelementen erfolgt durch Nieten, die in Nietautomaten gesetzt werden. In zunehmendem Maße kommen neben Aluminium auch Glasfaserverbundwerkstoffe und kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe zum Einsatz, was die Anforderungen an die Flexibilität der Nietautomaten erheblich erhöht.

Ausgangspunkt der Untersuchungen ist eine detaillierte Analyse des Nietvorgangs, der wichtigsten Einflussgrößen und der einzuhaltenden Qualitätsanforderungen. Hierfür wurde eine Vielzahl von Versuchsreihen durchgeführt, die die Abhängigkeiten im Parameterraum aufzeigten. Parallel zu den Praxisversuchen wurden mathematische Modelle geschaffen, die mit der Finite-Elemente-Methode eine Vorhersage der erreichbaren Qualität mit variierenden Prozessparametern ermöglicht. Die Ergebnisse der praktischen Versuche dienten hier gleichzeitig der Verifikation der Modelle.

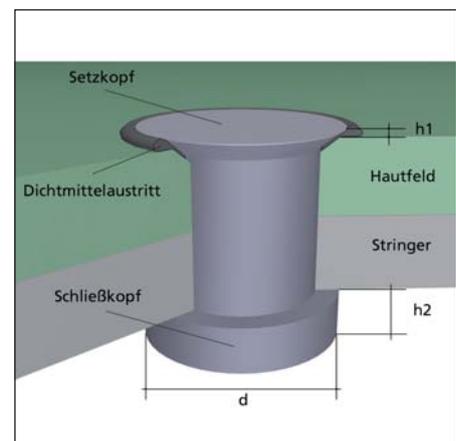


Bild 1: Schema einer Nietverbindung.

Die Europäische Union fördert das Projekt XPRESS (Flexible Production Experts for reconfigurable aSsembly technology) bis zum Jahr 2010.

(Förderkennzeichen: IP 026674-2 XPRESS)

Die zurzeit an den Nietautomaten installierten Sensorsysteme müssen erweitert werden, um eine 100prozentige Inline-Überwachung der einzelnen Prozessschritte bis hin zur gesetzten Nietverbindung durchführen zu können. Aus diesem Grund wurde ein optisches Sensorsystem entwickelt, welches unter anderem den Überstand des Setzkopfs gegenüber dem umgebenden Hautfeld als ein wesentliches Qualitätsmerkmal misst. Neben der Forderung nach präzisen Messergebnissen musste eine sehr kurze Messzeit von wenigen Millisekunden realisiert werden, da sich bei 6.000 bis 15.000 Nieten pro Schalenbauteil auch kleinste Zeiten summieren.

### Ergebnisse

Mit den geschaffenen Werkzeugen und Methoden wird die Verbindungstechnologie Nieten als expertonische Struktur abgebildet. Die Prozessdaten können kontinuierlich erfasst werden, die erreichte Qualität gemessen, die Ergeb-

nisse bewertet und über eine Wissensdatenbank werden Rückschlüsse gezogen, wie die jeweilige Aufgabe zukünftig noch besser erledigt werden kann. Das optische Sensorsystem steht als Labormuster zur Verfügung und durchläuft weitere Tests zur Optimierung und Überführung in ein industrietaugliches System. Weiterhin wurde ein Industrie-PC-System aufgebaut, welches über eine Profibus-Schnittstelle in Echtzeit mit dem Nietautomaten kommunizieren kann und als Plattform für die Funktionen des Nietexperts dienen wird.

### Ausblick

Die Realisierung in der Produktion wird als Demonstrator ab 2009 in drei Schritten erfolgen. Zunächst wird eine Nietanlage mit Sensorsystemen ausgestattet, die die Qualitätsparameter jedes gesetzten Niets erfasst. Durch die Erweiterung der Schnittstellen der Nietanlage können parallel zum Nietprozess die Prozessparameter, wie Niettyp, Stauchkraft,

Bohrervorschub und -drehzahl sowie Qualitätsinformationen, in einer Datenbank archiviert werden.

In einem zweiten Schritt wird die Prozessregelung aktiviert, die selbsttätig die Prozessparameter so beeinflusst, dass die Qualitätsvorgaben eingehalten werden. In der letzten Ausbaustufe soll neben dem Nietvorgang auch die Positionierung von Werkzeug und Schalenbaugruppe in einer Echtzeitsimulation stetig geprüft werden, um Kollisionen auszuschließen. Durch Rückführung der hier gewonnenen Informationen bis hin zur Offline-Programmierung der Nietautomaten entsteht ein geschlossener Informationsfluss, der insbesondere bei neuen Bauteilen die Anlaufphase in der Produktion deutlich verkürzt.

### Projektpartner

- Airbus Deutschland GmbH, Hamburg
  - AWL-Techniek B.V., Harderwijk, Niederlande
  - Brötje Automation GmbH, Wiefelstede
  - Centro Ricerche Fiat S.C.p.A., Orbassano (TO), Italien
  - Critical Software S.A., Coimbra, Portugal
  - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal
  - Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart
  - Gamax Ltd., Budapest, Ungarn
  - Harms & Wende GmbH & Co. KG, Hamburg
  - Institut Spawalnictwa, Gliwice, Polen
  - KUKA Schweißanlagen GmbH, Augsburg
  - Steinbeis-Europa-Zentrum, Stuttgart
  - Swantec Software and Engineering ApS, Kgs. Lyngby, Dänemark
  - Technax Industrie, Lyon, Frankreich
  - University of Applied Science Karlsruhe
  - University of Oulu, Finnland
- [www.xpress-project.eu](http://www.xpress-project.eu)



Bild 2: Nietautomat. Foto: Airbus Deutschland GmbH, Nordenham

# Automatisierte Geometrieprüfung von Eisenbahnradsätzen mit optischen 3-D-Messverfahren

Dr.-Ing. Dirk Berndt  
Telefon +49 391/40 90-224  
Dirk.Berndt@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Erik Trostmann  
Telefon +49 391/40 90-220  
Erik.Trostmann@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Die Räder schienengebundener Fahrzeuge sind aufgrund der Wechselwirkung zwischen Rad und Schiene enormen Belastungen ausgesetzt. Die Geometrie des Radprofils, die Rund- und Planlaufabweichungen sowie die Position der Radscheiben auf der Welle sind Güteparameter, die entscheidend für die Betriebssicherheit und einen hohen Fahrkomfort eines Schienenfahrzeugs sind. Bei immer höheren Geschwindigkeiten der Fahrzeuge ist die Sicherstellung definierter Güteparameter durch eine objektive messtechnische Erfassung sowohl bei der Herstellung von Radsätzen als auch während notwendiger Instandsetzungsmaßnahmen von großer Bedeutung.

In regelmäßigen Wartungsintervallen werden die Radsätze der Schienenfahrzeuge demontiert, das Profil überarbeitet und verschiedenen Prüfungen zu Geometrie und Belastbarkeit unterzogen.

Der Ist-Zustand der Geometrie vor und nach dem Reprofilieren wird bisher meist mit manuellen Kontrollen erfasst, die eine zuverlässige und umfassende Messung aller Güteparameter sowie deren Dokumentation nicht sicherstellen können.

## Lösung

Das entwickelte Messsystem ist modular aufgebaut und besteht aus den Modulen zum Radsatzhandling und der Radsatzmesseinrichtung.

Das Modul zum Radsatzhandling dient der automatischen Zu- und Abführung von Radsätzen, dem Anheben des Radsatzes in die Spannposition sowie dem Spannen des Radsatzes zwischen zwei Zentrierspitzen. Diese sind drehbar gelagert und ermöglichen eine Drehung des Radsatzes um seine eigene Achse. Ein Reibradantrieb sorgt für eine kontinuierliche Drehbewegung des Radsatzes,



Bild 1: Radsatzmessstand. Foto: DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH, Werk Paderborn

sodass die Geometriemerkmale über dem gesamten Umfang erfasst werden können.

Die Komponenten des Moduls Radsatzmesseinrichtung sind auf einer stabilen Granitplatte montiert, die präzise auf die Drehachse des Radsatzes (Pinolenachse) ausgerichtet ist. Insgesamt fünf Sensorverbände sind jeweils radial zur Radsatzachse zustellbar auf Linearführungen angebracht. Diese realisieren eine exakte Positionierung der Sensorverbände unabhängig vom zu messenden Raddurchmesser. Die Datenerfassung erfolgt mit optischen Sensoren vollständig berührungslos. Basis hierfür ist das Lichtschnittverfahren, welches im Rahmen der vom Fraunhofer IFF entwickelten Technologie »OptoInspect3D®« bereits in vielen industriellen Anwendungen zum Einsatz kommt.

Die Geometrieprüfung der Eisenbahnradsätze muss bei der Instandsetzung an zwei Positionen im Fertigungsprozess erfolgen. Bei der sogenannten Vormessung wird der Ist-Zustand, d.h. der Verschleißzustand, vor Beginn der Bearbeitung festgestellt. Hieraus werden die Soll-Daten für die Bearbeitung an der Radsatzdrehmaschine ermittelt und es können statistische Daten über die Betriebseigenschaften verschiedener Radsatzbauarten gesammelt werden. Am zweiten Messstand werden nach der Bearbeitung alle relevanten geometrischen Parameter gemessen und gegen ihre Soll-Vorgaben verglichen. Die Datenauswertung und Visualisierung erfolgt jeweils über speziell angepasste Softwaremodule.

## Ergebnisse

Im Zuge der Optimierung und Modernisierung der Produktionsabläufe im Werk Paderborn der DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH wurden je ein Messstand zum Messen vor und nach der Radsatzbearbeitung entwickelt und realisiert. Nach Bestätigung der Einhaltung der geforderten Messunsicherheiten durch die Kalibrier- und Prüfstelle der Deutschen Bahn AG konnten die Anlagen erfolgreich in den Fertigungsprozess integriert werden.

## Ausblick

Weitere Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf eine beschleunigte Datenaufnahme und die Einbindung der Messstände in übergeordnete Systeme zur Fertigungssteuerung und Datenverwaltung. Auch eine Erweiterung um zusätzliche Messfunktionen ist in Vorbereitung.

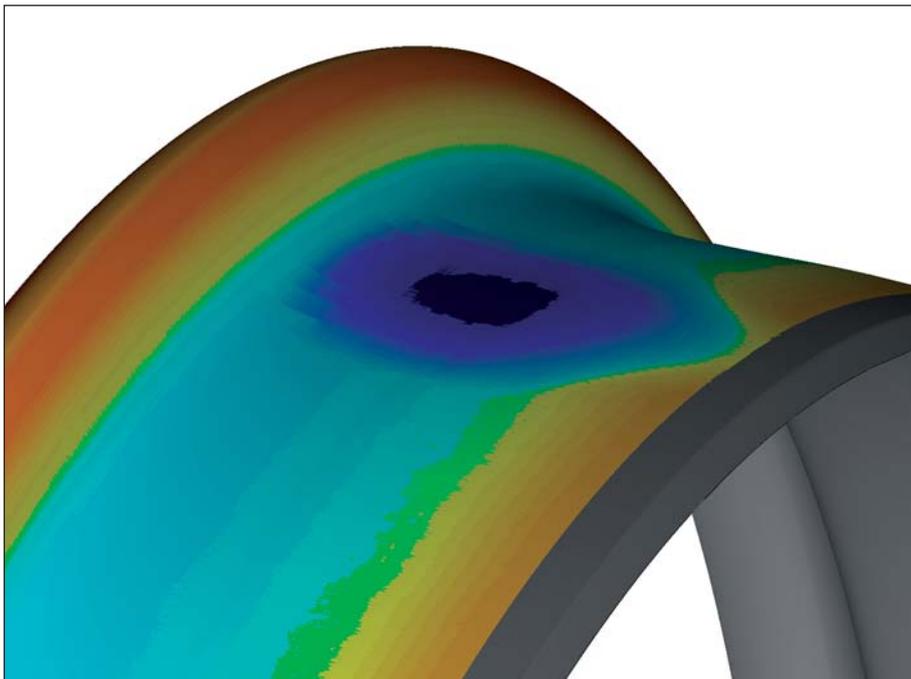


Bild 2: Visualisierung einer Flachstelle am Radsatz.

Im modernen Personenverkehr werden z.B. Scheibenbremsysteme eingesetzt, welche auch einem Verschleiß unterliegen. Die Geometrie der Wellenbremscheiben muss deshalb bei Instandhaltungsmaßnahmen überprüft werden. Die Maschinenfunktionalität ist so zu erweitern, dass diese Prüfung ebenfalls durchgeführt werden kann. Die Messzeit darf sich dabei jedoch nicht signifikant erhöhen, weshalb verschiedene mechanische und messtechnische Konzepte untersucht werden müssen.

## Projektpartner

- DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH, Werk Paderborn (Auftraggeber)
- H&B OMEGA Europa GmbH, Osterweddingen (Radsatzhandling)

# Automatisierte Erstellung hochaufgelöster drei- dimensionaler Modelle von biologischen Objekten

Dipl.-Bioinf. Felix Bollenbeck  
Telefon +49 391/40 90-790  
Felix.Bollenbeck@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Wolfram Schoor  
Telefon +49 391/40 90-147  
Wolfram.Schoor@iff.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Rüdiger Mecke  
Telefon +49 391/40 90-146  
Ruediger.Mecke@iff.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert  
Telefon +49 391/40 90-107  
Udo.Seiffert@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Durch die Innovation und Entwicklung neuer Messmethoden und Technologien in den Lebenswissenschaften wachsen die Möglichkeiten und vor allem die Anforderungen der Analyse, der Modellierung und der Visualisierung der untersuchten Systeme stetig. Steht traditionell die Exploration von Säugetieren an der Spitze der technischen Entwicklung, hat in den vergangenen Jahren die systematische Untersuchung von Nutzpflanzen zur Ernährung von Mensch und Tier, als nachwachsender Energielieferant und als biologischer Werkstoff wachsende Bedeutung erlangt.

Gerste ist eine der häufigsten Nutzpflanzen weltweit, mit großer wirtschaftlicher Bedeutung für die Ernährung und langer Forschungstradition in Sachsen-Anhalt. Besonderes Interesse liegt hierbei auf den für den Ertrag ausschlaggebenden Merkmalen im sogenannten Phänotyp der Pflanze, die während der Reife akkumulierten Speicherstoffe im Gerstensenen. Dabei spielen unterschiedliche Gewebetypen in dem sich entwickelnden Korn eine Rolle. Das Verständnis dieses Zusammenspiels ist Voraussetzung für die gezielte Ertragsteigerung, entweder durch konventionelle Züchtung oder die Herstellung genetisch modifizierter Sorten.

## Vorgehensweise

Assays auf genomischer, proteomischer oder metabolischer Ebene erfolgen üblicherweise auf der Basis nicht geweberer Aufschlüsse besonders dann, wenn Objekte in der Größenordnung von nur einigen hundert Mikrometern, wie z.B. sich entwickelnde Gerstenkörner, untersucht werden. Bei der Analyse von Gesamtaufschlüssen geht jedoch die wichtige räumliche Information, d.h. die Zuordnung zu bestimmten Regionen oder Geweben, verloren.

Nativ dreidimensionale bildgebende Verfahren, z.B. Kernmagnetresonanz Imaging (NMRI) oder Laserscanning Mikroskopie (LSM), besitzen starke Nachteile in Bezug auf ihre räumliche Auflösung und chemischen Einflüsse auf die biologischen Proben.

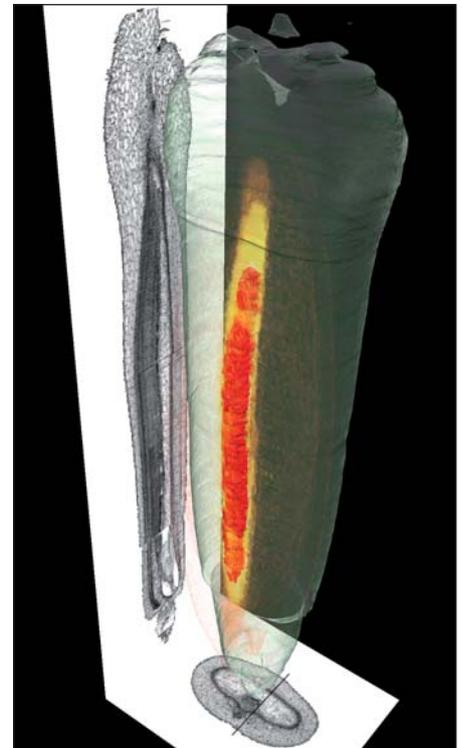


Bild 1: 3-D-Interindividualmodell zur statistisch validen Vorhersage von Gewebezusammensetzungen.

Dieses Projekt wird vom BMBF innerhalb der Förderaktivität »QuantPro – Quantitative Analyse zur Beschreibung dynamischer Prozesse in lebenden Systemen« im Rahmenprogramm »Biotechnologie – Chancen nutzen und gestalten« gefördert. (Förderkennzeichen: 0313821)

Lasermikrodissektion (LMD) als Methode zur Gewinnung homogener Zellen besitzt insbesondere bei Pflanzen den Vorteil, die volle Sensitivität der nachfolgenden Analysemethoden auszuschöpfen und eine gewebespezifische Betrachtung zu ermöglichen. Entsprechende Lösungen sind hier in den vergangenen Jahren von mehreren Herstellern mit wachsendem Absatz angeboten worden. Bestehende LMD-Ansätze arbeiten auf der Basis von einzelnen Materialquerschnitten und der manuellen Auswahl der dissektierten Gewebe. Das führt zu geringen Probenolumina und chemischen Modifikationen bei gleichzeitig großem Arbeitsaufwand für die Dissektion und liefert vor allem keine Information in einem echt dreidimensionalen Kontext.

Demgegenüber ermöglicht die dreidimensionale Kryo-LMD die Extraktion von intaktem, homogenem Material, wobei die Steuerung des Ablationslasers automatisch auf der Basis eines segmentierten 3-D-Modells erfolgen muss. Als Voraussetzung für dreidimensionale Kryo-LMD ist deshalb eine leistungsfähige Software für die automatisierte Erstellung derartiger Modelle, deren Visualisierung sowie die interaktive Markierung relevanter Bereiche notwendig.



Bild 2: Immersive Darstellung biologischer Modelle in einer Cave. Foto: Udo Seiffert

## Ergebnisse und Nutzen

In einem Verbundprojekt erarbeiten Fraunhofer IFF-Wissenschaftler aus den Kompetenzfeldern Biosystems Engineering und Virtual Prototyping gemeinsam mit einem der LMD-Marktführer, der MMI Molecular Machines & Industries AG, und einem Partner aus der Pflanzenforschung, dem Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben, exemplarisch Lösungen für die automatisierte Erstellung der benötigten hochaufgelösten 3-D-Modelle aus histologischen Mikroskopiebildern. Die Rekonstruktion virtueller Körner aus mehrere Gigabyte umfassenden Bildstapeln erfolgt durch spezielle Registrierungsalgorithmen und ermöglicht die Quantifizierung der inneren Gewebestrukturen. Die dabei entwickelten automatisierten Segmentierungsalgorithmen leisten eine präzise Erkennung unterschiedlicher Gewebe und dienen als Basis für die Modellierung. Um hier eine allgemeingültige oder statistisch verifizierbare Vorhersage zu leisten, werden Strukturen mehrerer Individuen in einem Interindividualmodell integriert. So werden zum einen die sichere Vorhersage und Dissektion relevanter Gewebe gewährleistet und zum anderen biologisch wertvolle Einblicke in Wachstum und Differenzierung generiert.

Immersive 3-D-Visualisierungstechnologien verbessern die Datenanalyse und Verifikation der Modelle entscheidend. Segmentierte 3-D-Gewebemodelle können vom Nutzer interaktiv navigiert und für erweiterte Zielregionen markiert werden. Anwendungsnahe Tests beim Industriepartner haben sich als erfolgreich erwiesen.

## Ausblick

Diese Technologie soll auf weitere biologische Objekte im Sinne einer Verallgemeinerung angewendet werden. Gleichzeitig sollen perspektivisch weitere bildgebende Verfahren zur Gewinnung struktureller und funktionaler Daten integriert werden. Mit diesen Erweiterungen werden ein größeres Anwenderspektrum sowie höhere Akzeptanz und damit einhergehend ein höheres Marktpotenzial erreicht. Dazu ist geplant, die entwickelten Algorithmen und Module in eine geeignete kommerziell verwertbare Plattform zu integrieren.

## Projektpartner

- MMI Molecular Machines & Industries AG, Eching
- Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Gatersleben

# PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGSFELDES LOGISTIK



Foto: Dirk Mahler

# Gestaltung von effektiven und effizienten Logistiksystemen und -prozessen

Dipl.-Ing. Holger Seidel, Geschäftsfeldleiter Logistik und Fabrikssysteme  
Dr.-Ing. Klaus Richter, Kompetenzfeldleiter Materialflusstechnik und -systeme

Auf internationaler und nationaler Ebene vollziehen sich in der industriellen Produktion und im Dienstleistungsbereich tiefgreifende Wandlungsprozesse. Die zunehmende Globalisierung der Wirtschaft, verkürzte Innovations- und Technologielebenszyklen, die schnelle Verbreitung neuer Technologien sowie die Individualisierung der Kundenwünsche bestimmen die Wandlungsgeschwindigkeit der Unternehmen mit ihren Strukturen.

Durch die aktuelle Wirtschaftskrise werden die Veränderungen der Wertschöpfungsprozesse und mit ihnen die Produktions-, Kooperations- und Fabrikstrukturen weiter beschleunigt. Stand in den vergangenen Jahren die Frage der Effizienz im Vordergrund des unternehmerischen Handelns, so wird in den kommenden Jahren die Frage nach der Effektivität der Prozesse entscheidend. Themen wie der »logistische Fußabdruck«, die Bewertung des Risikos von globalen Logistikprozessen vor dem Hintergrund der CO<sub>2</sub>-Konformität von Prozessen und Produkten oder die Möglichkeiten des Einsatzes von regenerativen Energien im Rahmen der Elektromobilität sind Ausdruck der Frage: Tun wir die richtigen Dinge richtig?

Die Antworten werden zweifelsohne neue Chancen für die Gestaltung von effektiven und effizienten Logistiksystemen und -prozessen aufzeigen, stellen aber auch neue Anforderungen an eine wahrhaft ganzheitliche Prozesssicht, die

sich nicht nur auf die kurzfristige Kostenoptimierung einzelner Prozessschritte beschränkt, sondern vor dem Hintergrund langfristiger Chancen- und Risikoszenarien neue Wege zur Gestaltung nachhaltiger Logistiknetzwerke beschreitet.

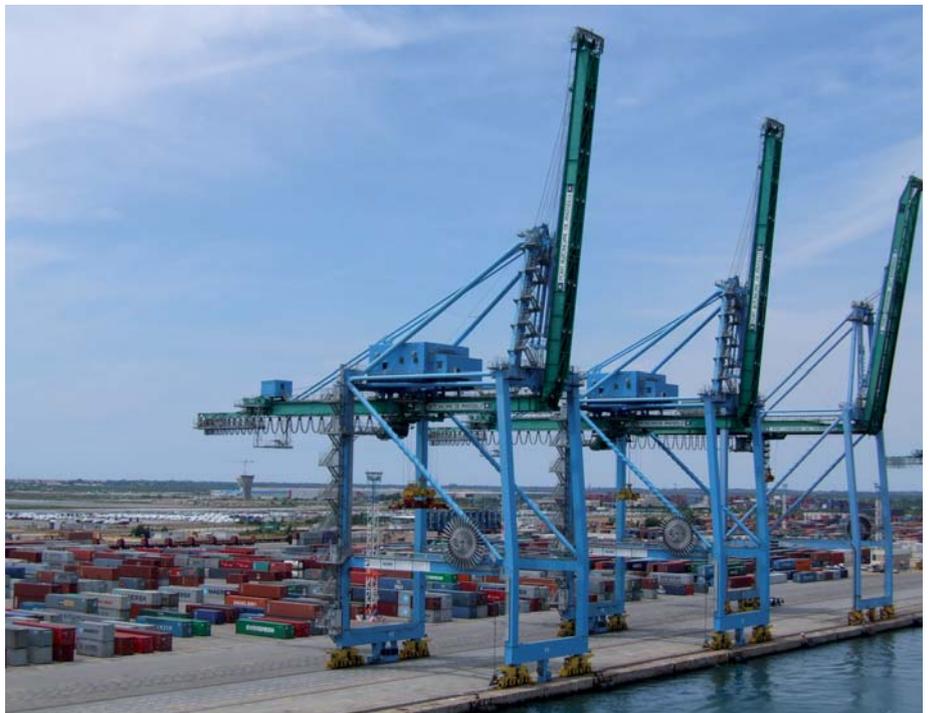


Bild 1: Containerlogistik als Grundstrategie sicherer Warenketten. Foto: Woody Stein

### Methoden und Werkzeuge zur Automatisierung und Standardisierung von logistischen Prozessen

Eine wesentliche Voraussetzung für die weitere Optimierung logistischer Prozesse ist die durchgängige Transparenz und Verfolgbarkeit der internen und externen Materialflüsse und ihre Abbildung in echtzeitnahen Simulationstools. Noch

offene Schnittstellen in der Supply Chain müssen durch den Einsatz von neuen Technologien geschlossen, Komplexität verringert und die Automatisierung und Standardisierung von Logistikprozessen vorangetrieben werden. Die dafür benötigten Werkzeuge und Methoden werden gegenwärtig am Fraunhofer IFF entwickelt. Dies beinhaltet die Entwicklung neuer Simulationsmethoden

(Stichwort Mesoskopie) genauso wie die Entwicklung neuer RFID- und Telematikprodukte für den Einsatz in Logistik hubs zur Überwachung und Steuerung multimodaler Verkehre.

Funktechnologien werden weiterhin am Fraunhofer IFF der Ausgangspunkt für die Entwicklung neuer Produkte und Prozesslösungen, wie z.B. intelligente



Bild 2: Sicherheitskritische Verkehrsinfrastrukturen im Blickfeld von Untersuchungen. Foto: Fraport AG

Transportbehälter, umgebungsintegrierte Ortungssysteme, RFID-basierte Instandhaltungslösungen oder auch die ergonomische Bewertung von Arbeitsplätzen sein.

Mit Projekten zur echtzeitnahen, sensor-gestützten Interpretation logistischer Szenen, dem integrierten Scene Understanding und Forecasting, widmen sich die Wissenschaftler des Fraunhofer IFF intensiv den Bewegungs- und Aktivitätsprofilen von Personen, Personengruppen und logistischen Objekten in öffentlichen und intralogistischen Bereichen. Hierzu werden Verfahren der logistischen Bewegungsanalyse für Personen, Personengruppen und logistische Objekte, wie z.B. Fahrzeuge und Ladehilfsmittel, sowie Verfahren der Prozessanalyse, u.a. simulationsgestützte Risikoanalysen, zum frühzeitigen Verstehen der Situation sowie zum Abschätzen der weiteren Entwicklung miteinander verbunden. Schwerpunkt unserer Arbeit ist hier insbesondere die Optimierung logistischer Prozesse im Umfeld von intermodalen Logistikknoten mit besonderer Beachtung von Airports und Binnenhäfen.

### Testfeld für Ortung, Navigation und Kommunikation in Verkehr und Logistik

Im Rahmen der Landesinitiative »Angewandte Verkehrsforschung/ Galileo-Transport Sachsen-Anhalt« errichten die Wissenschaftler des Fraunhofer IFF in

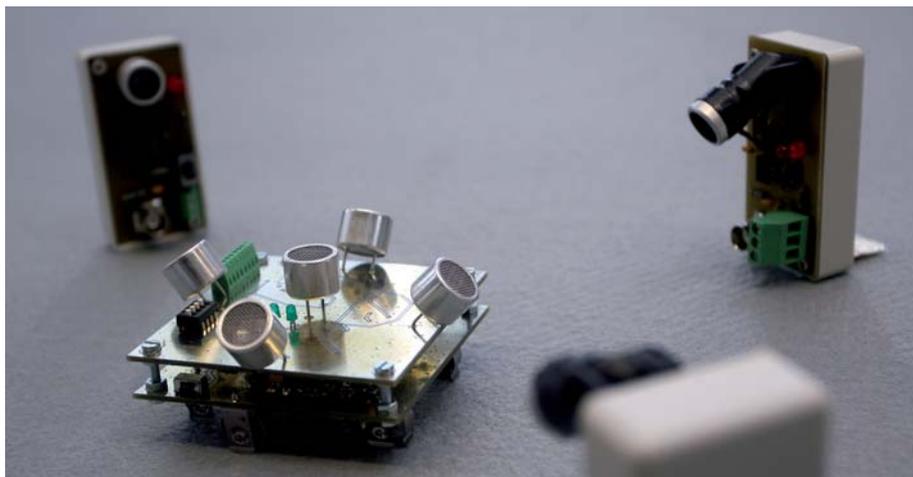


Bild 3: Mit Ultraschallortung lassen sich logistische Objekte hervorragend dreidimensional lokalisieren. Das System eignet sich sogar für den Einsatz in elektromagnetisch schwierigen Umgebungen, wie sie z.B. für Industrieanlagen typisch sind. Foto: Dirk Mahler

Zusammenarbeit mit den Ministerien für Landesentwicklung und Verkehr, für Kultur sowie für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt und mit der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg ein Entwicklungslabor und Testfeld für Ortung, Navigation und Kommunikation in Verkehr und Logistik – das »Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt«.

Dabei werden, der Vision einer Vernetzung vorhandener Institutionen, Projektkonsortien und Einrichtungen im Bereich satellitengestützter und terrestrischer Ortungs-, Navigations- und Kommunikationssysteme für Verkehrs- und Logistikprozesse folgend,

1. ein Entwicklungs- und Messlabor im Wissenschaftshafen Magdeburg und

2. ein Testfeld Logistik im Binnenhafen Magdeburg

aufgebaut.

Das Testfeld hat mit seinen profilbestimmenden Leistungen im nationalen Kontext zusammen mit etablierten Standorten in Braunschweig, Obergpfaffenhofen oder Rostock die Aufgabe, Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die neue Dienstleistungen und Produkte für Ortung, Navigation und Kommunikation in den Bereichen Verkehr (Straße und Schiene) und Logistik entwickeln, gezielt zu fördern, um mittel- und langfristig neue Arbeitsplätze in diesem Hochtechnologiebereich zu schaffen.

# Gesicherte Medienversorgung von Produktionsprozessen durch vorausschauende Instandhaltung

Dr.-Ing. Frank Ryll  
Telefon +49 391/40 90-413  
Frank.Ryll@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Ein Produktionsprozess kann nur dann sicher ablaufen, wenn alle benötigten Eingang- und Hilfsstoffe, wie z.B. Druckluft, zur Verfügung stehen. Deshalb werden an die Medienversorgung hohe Verfügbarkeitsanforderungen gestellt. Druckluft wird in vielen Fertigungs- und Verfahrensprozessen für das Betreiben von Werkzeugen, von Farbspritzanlagen und von Handhabungssystemen oder zur Aufrechterhaltung der chemischen Reaktionen in Hochöfen benötigt. Aufgrund ihres enormen Gestehtungsaufwands zählt Druckluft jedoch zu den teuersten Medien. Das liegt zum einen am hohen Energieverbrauch der mehrstufigen Verdichtungs- und Trocknungsprozesse, der anteilig bei 70 bis 80 Prozent der Lebenszykluskosten einer Druckluftherzeugungsanlage liegt, und zum anderen an den Investitions- und Instandhaltungskosten.

Die drei Einflussfaktoren Energiebedarf, Investitionsaufwand und Instandhaltung stehen dabei in einem sensiblen Wechselspiel. Um einen sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetrieb zu ermöglichen, ist es deshalb für einen Anlagenbetreiber von großer Bedeutung, das richtige Verhältnis dieser Faktoren einzustellen.

Lösungsansätze zur Steigerung der Energieeffizienz bei Druckluftherzeugungsanlagen liegen vor allem in der Auswahl und Anpassung des Anlagenkonzepts an das Bedarfsprofil und in der Optimierung zyklischer Wartungsmaßnahmen. Daraus hat sich die Zielstellung mehrerer Industrieprojekte ergeben, die in der Umsetzung einer vorausschauenden Instandhaltungsstrategie für Druckluftherzeugungsanlagen bestand. Damit sollte zum einen erreicht werden, dass durch zeitgenaue und effektive Maßnahmen die Versorgungssicherheit mit Druckluft für die Prozesse mit minimalem Energieverbrauch gewährleistet werden kann. Zum

anderen sollten die Lebenszykluskosten der Anlagen durch die Reduzierung von Austauschmaßnahmen auf der Grundlage einer optimalen Ausnutzung der Bauteillebensdauern nachhaltig gesenkt werden.

## Lösungskonzept

Da die Zustandsveränderungen einer technischen Anlage sehr stark von ihrer Nutzung abhängen, wurde ein am Fraunhofer IFF entwickeltes Verfahren zur Quantifizierung von Beanspruchungen und des Verbrauchs an Abnutzungsvorräten nach DIN 31051 angewendet. Mit dieser Kenngröße lässt sich das Funktionserfüllungsvermögen bzw. der Zustand von Bauteilen anschaulich beschreiben. Das Herausstellungsmerkmal dieser Methode besteht im Einsatz einer Fuzzy-Logik zur Beschreibung komplexer Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge von Einflussgrößen auf Beanspruchungen und Zustandsveränderungen. Ein wichtiger Bestandteil ist hierbei die Nutzung des Erfahrungswissens von Anlagenbetreibern, Instandhaltern,



Bild 1: Typische Installation einer Druckluftherzeugungsanlage.  
Foto: Atlas Copco Kompressoren und Drucklufttechnik GmbH

Herstellern und externen Dienstleistern über das Verhalten der Anlage unter wechselnden Betriebsbedingungen. Besonders wichtig ist es, langsam ablaufende Abnutzungsprozesse rechtzeitig zu erkennen, da moderne Anlagenregelungen Abweichungen von Nennparametern nachregeln. Allerdings hat dies häufig einen Mehrverbrauch an Energie zur Folge. So verursacht beispielsweise die Erhöhung der Druckdifferenz an einem Eingangsluftfilter eines Verdichters um 10 Millibar die Reduzierung seines Wirkungsgrads um ca. ein Prozent. Mit einem rechtzeitigen Eingriff der Instandhaltung lässt sich hier mit einem relativ geringen Aufwand die Effizienz der Maschine erhöhen, vorausgesetzt, dass der Betreiber die Situation erkennt. Bei Bauteilen wie den Verdichterstufen verursachen Verschleißprozesse z.B. eine Vergrößerung von Spaltmaßen, die sich als Temperatur- und Druckveränderungen auswirken. Die Folge ist eine reduzierte Verdichterleistung bei gleichem Energieeinsatz. Wird ein solcher Zustand durch

die erfahrungsbasierte Bewertung von Messwerten rechtzeitig erkannt, kann mittelfristig entschieden werden, ob eine teure Instandhaltungsmaßnahme einzuplanen ist oder ob durch Veränderungen im Betrieb die Anlage bis zu einem geplanten Stillstand oder Ersatz noch wirtschaftlich weiterbetrieben werden kann. Die Instandhaltung hat somit einen verlängerten Zeitraum für die Vorbereitung von Maßnahmen zur Verfügung. Wichtige Ersatzteile können rechtzeitig bestellt werden und der störungsfreie Betrieb der Anlage ist gesichert. Die kostenintensivere Bevorratung mit diesen Ersatzteilen ist somit nicht notwendig.

### Ergebnisse und Nutzen

Die beschriebene Methode stellt eine wichtige Ergänzung zu bisher eingesetzten Condition Monitoring-Systemen dar. Sie unterstützt die Interpretation komplexer Einflussgrößen und Entscheidungen des Anlagenmanagements. Die

Methode ist Bestandteil des Software-systems Statellogger®. Dieses kann als eigenständiges Bewertungssystem im Unternehmen eingesetzt werden oder in ERP- und IPS-Systeme integriert werden, um vorausschauend Maßnahmen zu generieren. Für Anlagenbetreiber und die Instandhaltung lässt sich folgender Nutzen ableiten:

- Bewertungen von Zustandsveränderungen technischer Anlagen im laufenden Betrieb unter wechselnden Betriebsbedingungen und Abschätzung des Ausfallrisikos,
- Verbesserung der Gesamtanlageneffektivität (OEE),
- Ableitung von Empfehlungen für den weiteren Anlagenbetrieb und für eine zustandsabhängige Instandhaltung,
- Verbesserung der Energieeffizienz durch die Vermeidung von Verlusten,
- ermöglicht eine dynamische Mittelplanung und ist Basis für LCC- sowie TCO-Ansätze,
- Sicherung von Anlagen-Know-how und
- Verbesserung der Kommunikation im Bereich des Anlagenmanagements.

### Projektpartner

- BMW Werk Leipzig
- HSG Zander GmbH, Niederlassung Leipzig
- Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH, Duisburg

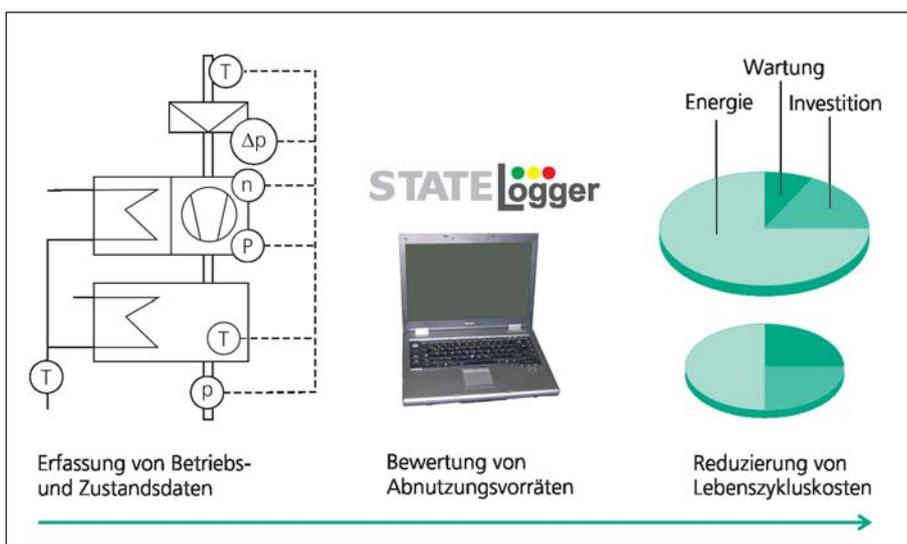


Bild 2: Vorausschauende Instandhaltung als wirksames Mittel zur Reduzierung von Lebenszykluskosten.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Helmut Röben  
Telefon +49 391/40 90-485  
Helmut.Roeben@iff.fraunhofer.de

Prof. sc. techn. Ulrich Schmucker  
Telefon +49 391/40 90-201  
Ulrich.Schmucker@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Holger Seidel  
Telefon +49 391/40 90-123  
Holger.Seidel@iff.fraunhofer.de

### Was ist eine Middleware?

Middleware ist ein anwendungsneutrales Programm, das zwischen verschiedenen Anwendungen vermittelt, damit die Komplexität verschiedener Applikationen und ihrer Infrastruktur verborgen bleibt. Im Gegensatz zu niveautieferen Netzwerkdiensten, welche die einfache Kommunikation zwischen Rechnern handhaben, unterstützt eine Middleware die Kommunikation zwischen den Prozessen. Man kann sie deshalb auch als eine Verteilungsplattform bezeichnen.

Natürlich sind hierfür bereits verschiedene Lösungen auf dem Markt verfügbar, die für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) jedoch in der Regel zu teuer und vor allem zu administrationsaufwendig sind. Dies trifft insbesondere für die osteuropäischen Märkte zu.

Vor diesem Hintergrund entstand die nachfolgend vorgestellte Lösung. Die entwickelte Middleware ist, entsprechend der definierten Anforderungen, zwar ein »Lean«-Produkt, verfolgt aber das grundlegende Funktionsprinzip der am Markt etablierten Lösungen. Sie ist in der Lage, flexibel weitere Hardware anzubinden sowie sehr große Datenmengen zu verwalten und zu transportieren.

### Worin bestehen die Vorteile dieser Middleware?

Die Middleware bietet die klassischen Möglichkeiten zur Organisation von verschiedenen Hardwarekomponenten, die Daten lesen und eventuell auch schreiben können. Verschiedene mobile oder stationäre Ein- und Ausgabegeräte sind anbindbar, unabhängig davon, ob es sich um Barcode-Scanner oder RFID-Scanner handelt. Entsprechend der eingesetzten Hardware werden die Daten aufbereitet und intelligent und schnell verarbeitet.

Da die Middleware eine intelligente Verarbeitung der Daten unterstützt, kann sie z.B. auch für das Konfigurationsmanagement und die Lagerverwaltung eingesetzt werden.

### Konfigurationsmanagement

Das Konfigurationsmanagement von komplexen Maschinen und Anlagen wird immer aufwendiger und ist heute häufig mit klassischen Methoden, wie z.B. handschriftlich, mit MS Excel™ oder MS Access™, nicht mehr befriedigend zu bewerkstelligen. Hier können moderne Identifikationsverfahren und eine geeignete Datenverarbeitung helfen. Mithilfe einer Middleware können die Daten einfach in einem zentralen System gesammelt abgelegt werden, wo sie nach den entsprechenden Anforderungen des Anwenders ausgewertet werden können.

Dieses Projekt wurde gefördert vom  
Internationalen Büro des BMBF innerhalb  
der Forschungs Kooperation  
»Interlogistica«.  
(Förderkennzeichen: RUS 06/A39)

Gerade beim Konfigurationsmanagement ist es immer wichtiger, nicht nur einzelne Komponenten zu erfassen, sondern ebenso die Versionsstände einer Software, die in der Komponente integriert sind. Gleichfalls können in der Software die Einbauorte der Komponenten vermerkt werden. Damit kann man das häufige Abhandenkommen von Teilen in der Produktion zwar nicht verhindern, aber man kann es zumindest nachvollziehen. Im Idealfall hat man nach Fertigstellung des Produkts die gesamten Komponenten in einer Datenbank zusammengefasst, die mit der Middleware verwaltet wird, wodurch eine Art »Inhaltsverzeichnis« des Produkts zur Verfügung steht.

Ist diese Basis geschaffen, können mithilfe der Middleware weitere Möglichkeiten implementiert werden. Besonderes Interesse besteht hier häufig im Bereich After Sales. Anhand des »Inhaltsverzeichnisses« lässt sich nachvollziehen, ob z.B. für die notwendigen Garantieleistungen die ursprünglich eingebauten Komponenten verwendet werden können.

### Lagerverwaltung

Mit einem ganz ähnlichen Systemansatz lässt sich auch eine Lagerverwaltung aufbauen. Hier wird z.B. anstatt des Einbauorts der Lagerort in der Datenbank hinterlegt. Somit hat man eine schnelle und einfache Möglichkeit, sich einen Überblick über den aktuellen Lagerbestand zu verschaffen und Lagerorte schnell zu identifizieren. Darauf aufbauend können dann weitere Module zur Optimierung des Lagers aufgesetzt werden. Basis dafür ist aber immer die Middleware.

### Schnelligkeit

Viele Funktionen der Middleware und weiterer Softwaremodule können sicherlich auch von anderen Programmen ähnlich realisiert werden. Diese sind in der Regel jedoch noch nicht auf die begrenzte Leistungsfähigkeit der in der Praxis immer häufiger zum Einsatz kommenden mobilen Endgeräte abgestimmt. Deshalb hat das Fraunhofer IFF bei der Entwicklung der Middleware ein

starkes Augenmerk auf die Schnelligkeit der Datenbereitstellung gelegt. Das heißt, dass die Anwendungen so gestaltet werden, dass sie schnell auf mobilen Endgeräten lauffähig sind und nicht bei jeder Aktion die »Eieruhr« sichtbar wird. Ein Hauptaugenmerk bei der Entwicklung der Middleware lag deshalb darin, dass selbst bei großen Datenmengen ein schnelles Arbeiten möglich ist.

### Ausblick

Diese Middleware wurde gemeinsam vom Fraunhofer IFF und dem GosNIAS innerhalb der Forschungsk Kooperation »Interlogistica« entwickelt und wird in Kooperation weltweit vertrieben. Die Interlogistica ist eine deutsch-russische Organisation zur gemeinsamen Entwicklung und Vermarktung von Forschungs-, Ausbildungs- und Beratungsdienstleistungen, Forschungs- und Entwicklungsprodukten sowie Know-how-Transfer.

### Projektpartner

- FGUP Staatliches Forschungsinstitut für Flugsysteme (GosNIAS)

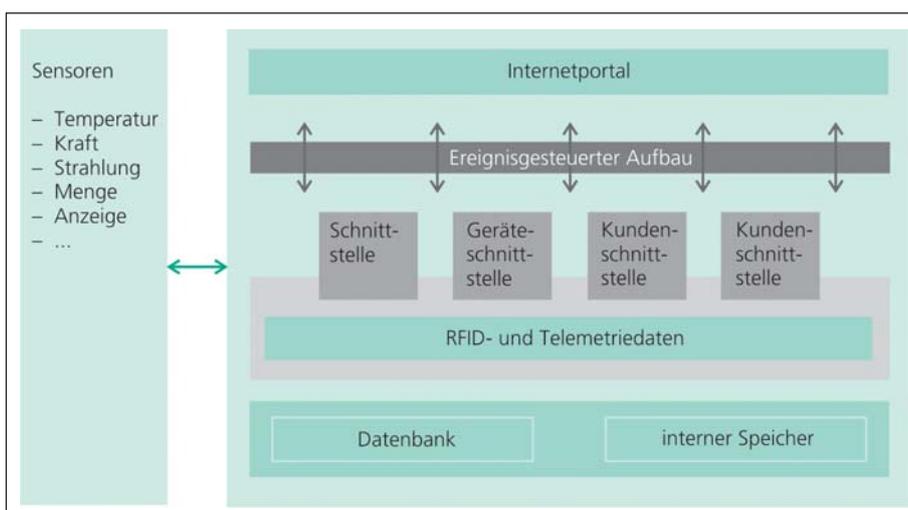


Bild: Funktionsumfang der Middleware.

# Innovation im Handwerk – Erfahrungen am Beispiel der Zahntechnikerbranche

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Daniel Reh  
Telefon + 49 391/40 90-143  
Daniel.Reh@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)  
Robert Kummer M.A.  
Telefon + 49 391/40 90-138  
Robert.Kummer@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Nicht nur der Industriesektor ist den Einflüssen der Globalisierung ausgesetzt. Auch das Handwerk spürt den Gegenwind eines sich stetig verschärfenden internationalen Wettbewerbs.

Die Einführung des Festzuschusses der Krankenkassen durch die Bundesregierung im Jahr 2005 hatte einschneidende Auswirkungen auf das Zahntechnikerhandwerk. Seitdem nutzen die Patienten die ihnen gewährte Freiheit bei der Wahl des Zahnersatzes, indem sie sich verstärkt für möglichst billigen Zahnersatz aus dem Ausland wie z.B. Asien entscheiden. Den deutschen Zahntechnikern verbleiben dagegen häufig nur noch die sehr komplizierten, personalintensiven Arbeiten und Reparaturen, bei denen die Gewinnspanne äußerst gering ist. Standardprodukte, wie Kronen und Brücken, fertigen immer häufiger kostengünstige Auslandslabors an. Für deutsche Dentalabors wird es dadurch immer schwieriger, mit den althergebrachten Prozessen und Strukturen ihrer Labors kosteneffizient und wettbewerbsfähig zu produzieren.

Dies war die Ausgangssituation, mit der das Dentallabor des Zahntechnikermeisters Mathias Baumgart aus Braunschweig die Forscher des Bereichs Produktionslogistik und Fabrikssysteme des Fraunhofer IFF konfrontierte.

## Vorgehensweise

Mit dem Ziel, Ansatzpunkte für organisatorische Verbesserungen zu identifizieren, wurden in der ersten Projektphase die konventionellen Prozesse zur Herstellung von Zahnersatz aufgenommen und visualisiert. Dies ermöglichte die Identifikation von für handwerklich geprägte Unternehmen nicht untypischen Verbesserungspotenzialen, wie hohe Suchaufwände für Werkzeuge sowie eine nicht materialflussgerechte Anordnung der Arbeitsplätze. Wird die Ausgangssituation der Zahntechnikerbranche mit den Verbesserungspotenzialen aus der Analysephase verknüpft, stehen den Handwerksbetrieben zwei, sich nicht ausschließende Handlungsalternativen zur Verfügung. Die erste Alternative besteht in der Taylorisierung der Arbeitsprozesse, also in der Einführung standardisierter, stark arbeitsteiliger Abläufe. Die Automatisierung der bisher sehr personalintensiven Herstellungsprozesse stellt die zweite Handlungsalternative dar. Im vorliegenden Projekt wurden beide Handlungsmöglichkeiten verfolgt.

Mit dem Ziel, neue Technologieansätze und -verfahren in die Fertigung zu integrieren, um Prozesse zu automatisieren, eine gleichbleibende Qualität zu realisieren,



Bild 1: Modellierung einer Modellgussprothese mithilfe von Gitterretentionen.  
Foto: Robert Kummer

ren und die Prozesse personalunabhängiger zu machen, wurden im Sinne der zweiten Handlungsalternative zunächst Anforderungen an die Maschinen und die Software zur computergestützten Herstellung von Zahnersatz formuliert. Flexibilität hinsichtlich bearbeitbarer Materialien, Schnittstellen zu anderen Systemen und Schulungsaufwand des Bedienungspersonals sind Beispiele solcher Anforderungen. Mit der Expertise des Zahntechnikermeisters Baumgart und der pilothaften Einbindung von Maschinen in den bestehenden Prozess, wurden in der zweiten Phase des Projekts geeignete Technologieanbieter identifiziert und für den zukünftigen Soll-Prozess ausgewählt.



Bild 2: Fixiertes Gipsmodell im Artikulator zu Beginn des Produktionsprozesses.  
Foto: Robert Kummer

Im Mittelpunkt der dritten Projektphase stand die Konzeption der Soll-Prozesse. Im Ergebnis mündeten die Arbeiten in der Kapazitätsbetrachtung und Dimensionierung der Prozesse sowie in einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Kostenkalkulation zum Nachweis der Rentabilität des neuen Produktionssystems. Mit einer prozessorientierten Strukturierung der Arbeitsplätze entsprechend des Hauptmaterialflusses konnten zusätzlich Suchaufwände verringert sowie Durchlaufzeiten optimiert werden. Dies beinhaltete u.a. die Berücksichtigung differenzierter Qualifizierungsniveaus und vorhandener Betriebsmittel.

### Ergebnisse und Nutzen

Wesentliches Ergebnis des Projekts ist die gewonnene Transparenz hinsichtlich der Beschreibung der Prozesse, dem tatsächlichen Zeitaufwand bei der Herstellung von Zahnersatz und vor allem der Kostenkalkulation, in der von Preisverzeichnissen bestimmten Zahntechnikbranche. Ein weiteres wichtiges Ergebnis ist die Erkenntnis, dass sich die hohe Personalintensität schon heute durch die am Markt verfügbaren Systeme reduzieren lässt.

Handlungsfelder für eine weitere Optimierung bestehen beispielsweise in der Modellierung und in der Herstellung von Modellgussgerüsten. Bisher per Hand und mit vorkonfektionierten Wachs- teilchen durchgeführt, erschließt die Umstellung auf eine computergestützte Konstruktion des Gerüsts erhebliche Zeitvorteile.

Die neu implementierten Technologien erlauben es, hohe Stückzahlen bei gleichbleibend hoher Qualität zu produzieren. Infolgedessen realisierte Kosteneinsparungen fördern die Wirtschaftlichkeit des Dentallabors und stärken dessen Wettbewerbsposition. Somit bestätigen die Ergebnisse die Vorteilhaftigkeit der Restrukturierung des Auftragsabwicklungsprozesses.

### Ausblick

Noch im Rahmen des Projekts wurde die Produktlinie Divident® zum eingetragenen Warenzeichen angemeldet, die auf Grundlage der Prozess- und Technologiekonzeption eine effiziente, wettbewerbsfähige Produktion realisieren wird. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die konzeptionellen Ergebnisse nun schrittweise durch das Dentallabor Baumgart umgesetzt. Eine Franchisevergabe unter dem Markennamen Divident® an andere Zahntechnikermeister ist in Vorbereitung. Durch die definierten Maßnahmen kann nun den deutschen Kunden erstmalig Zahnersatz »Made in Germany« zu konkurrenzfähigen Preisen angeboten werden.

Die Forscher des Fraunhofer IFF sind davon überzeugt, dass durch die Umsetzung des entwickelten Prozesskonzepts das deutsche Zahntechnikerhandwerk befähigt wird, mit hoher Qualität und moderaten Preisen gegenüber dem »Billigzahnersatz« aus dem Ausland zu bestehen.

### Projektpartner

- Dentallabor Baumgart, Braunschweig

# HLA-basierte verteilte Produktionssimulation im Nutzfahrzeugbereich

Dipl.-Inf. Michael Raab  
Telefon +49 391/40 90-122  
Michael.Raab@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Steffen Masik  
Telefon +49 391/40 90-127  
Steffen.Masik@iff.fraunhofer.de

## Motivation

In der Fabrikplanung und im Fabrikbetrieb werden Simulationsmodelle für Teilbereiche einer Fabrik häufig unabhängig voneinander und mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad und Anwendungsfokus entwickelt. Um die Beziehungen der Teilmodelle untereinander zu untersuchen, muss ein komplexeres Modell genutzt werden. Die klassische Vorgehensweise ist die Entwicklung eines neuen monolithischen Gesamtmodells der Fabrik, häufig mit einem geringeren Detaillierungsgrad als die Teilmodelle aufweisen. Eine alternative Möglichkeit ist die Kopplung der bestehenden Teilmodelle unter Erhaltung des erreichten Detaillierungsgrads.

## Aufgabenstellung

Im Rahmen des Neubaus einer Fabrik zur Produktion von Nutzfahrzeugen der Firma Deere & Company wurden für sieben zusammenhängende Montage- und Farbgebungsbereiche jeweils eigenständige SLX-basierte Simulationsmodelle entwickelt, die nach Beendigung der Planung auch zur Unterstützung des laufenden Fabrikbetriebs verwendet werden sollen.

Die Projektaufgabe bestand darin, die für die einzelnen Teilbereiche der Fabrik entwickelten Modelle in ein komplexes verteiltes Modell zu integrieren. Die Beziehungen zwischen den Teilmodellen sind aus Bild 1 ersichtlich. Mit diesem komplex verteilten Modell sollten die Abhängigkeiten zwischen den Teilbereichen untersucht werden. Im Speziellen sollten Fragestellungen, wie die Dimensionierung der Puffer zwischen den einzelnen Teilbereichen, die Koordinierung der Produktionspläne und die Aufdeckung von Engpässen zwischen den Bereichen in Bezug auf das Erreichen von vorgegebenen Produktionszahlen, untersucht werden.

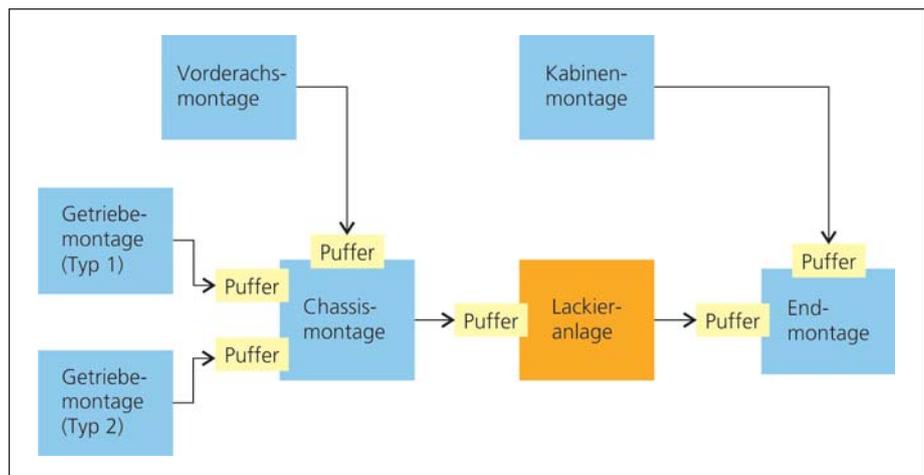


Bild 1: Teilmodelle und Materialfluss.

## Vorgehensweise

Die Kopplung unabhängig voneinander entwickelter und heterogener Simulationsmodelle stellt einen typischen Anwendungsfall für die Nutzung von Techniken der verteilten Simulation dar. Um die Interoperabilität zwischen den beteiligten Teilmodellen gewährleisten zu können, sind drei grundlegende Aufgaben zu lösen. Zum einen muss der physische Datenaustausch zwischen den Teilmodellen ermöglicht werden. Darauf aufbauend muss eine entsprechende Semantik vereinbart werden, um die gesendeten bzw. empfangenen Daten einheitlich interpretieren zu können. Neben der inhaltlichen Synchronisation muss ebenfalls die Synchronisation des lokalen Zeitfortschritts der Teilmodelle erfolgen.

Die Lösung der genannten Aufgaben kann durch Nutzung eines bestehenden Frameworks zur verteilten Simulation wesentlich erleichtert werden. Im Projekt erfolgte die Kopplung der Teilmodelle unter Verwendung von HLA (High Level Architecture). HLA ist eine weltweit

genutzte, standardisierte Architektur zur verteilten Simulation, die zwar hauptsächlich im militärischen Sektor Anwendung findet, aber prinzipiell auch für Simulationen im zivilen Bereich geeignet ist. So bietet HLA sowohl Dienste zur Realisierung des physischen Datenaustauschs, vor allem aber integrierte Mechanismen zur Zeitsynchronisation.

## Ergebnisse und Nutzen

Im Ergebnis des Projekts entstand eine HLA-Modulstruktur, unter deren Verwendung die Teilmodelle der Fabriksimulation zu einem komplex verteilten Modell gekoppelt werden konnten. Das verteilte Simulationsmodell kann nun von den Kollegen von Deere & Company zur Optimierung der Fabrikprozesse genutzt werden. Bei der Entwicklung der Module wurde bewusst auf Flexibilität und Modularität geachtet, sodass die entstandenen Komponenten für den Einsatz in weiteren Fabriken genutzt werden können.

## Ausblick

Zukünftige Projekte werden sich mit der Verbesserung der Nutzbarkeit der entwickelten Module und der automatischen Generierung von Auswertungen der Simulationsergebnisse der verteilten Modelle beschäftigen. Hierzu ist ein Werkzeug zum Management verteilter Simulationen in Planung, das dem Kunden ermöglichen soll, bestehende Fabrikteilmodelle miteinander zu kombinieren, verteilte Simulationen auszuführen und auszuwerten.

## Projektpartner

- Deere & Company, Moline, USA

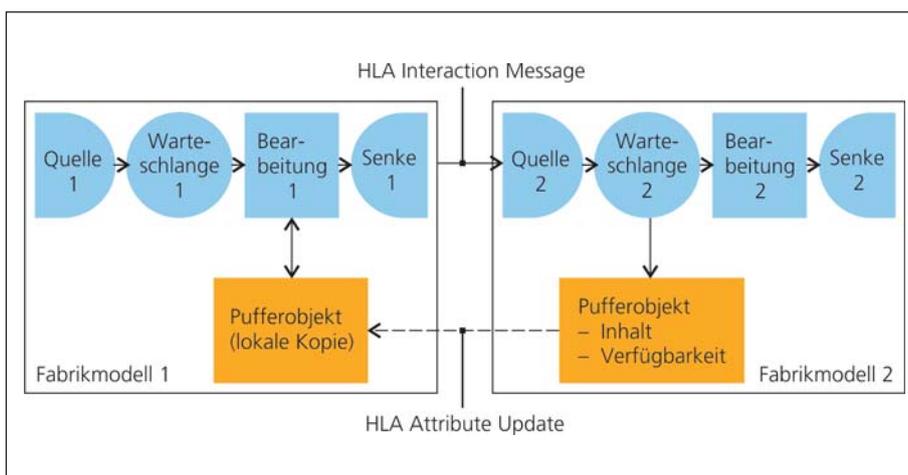


Bild 2: Datenaustausch zwischen Fabrikteilmodellen über HLA-Ergebnisse.



## SACHSEN-ANHALT

# Fraunhofer IFF als Partner beim Aufbau des Galileo-Testfeldes beteiligt

Dr.-Ing. Klaus Richter  
Telefon +49 391/40 90-420  
Klaus.Richter@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Kff. Corinna Kunert  
Telefon +49 391/40 90-620  
Corinna.Kunert@iff.fraunhofer.de

### Motivation

In wenigen Jahren wird das europäische Satellitennavigationssystem Galileo in Betrieb genommen. Bei voraussichtlichen Kosten von ca. vier Milliarden Euro wird in Zusammenarbeit der öffentlichen Hand mit der Industrie ein System aufgebaut, dessen Entwicklungen im Bereich der Anwendungen alle Lebensbereiche und alle Sektoren der Weltwirtschaft betreffen werden. Schätzungen zu Folge soll der Markt für Produkte und Dienstleistungen bis 2025 ein Umsatzvolumen von 400 Milliarden Euro erreichen und in den nächsten Jahren sollen voraussichtlich 150.000 Arbeitsplätze, vor allem in den forschungs-, anwendungs- und dienstleistungsorientierten Hochtechnologiebereichen, entstehen. Gegenüber diesen erwarteten arbeitsmarkt- und wirtschaftspolitischen Effekten ist jedoch offen, welchen Erfolg Galileo insgesamt haben wird und insbesondere, welchen Anteil sich die deutsche Wirtschaft sichern kann.

Galileo wird überwiegend Anwendung in Verkehr, Mobilität und Logistik finden. Die zahlreichen Ansätze, die heute schon realisiert sind, werden um neue Produkte in diesen Bereichen ergänzt. Wenn das Galileo-System, die Endgeräte und die Anwendungen hinsichtlich Kosten und Technik optimal aufeinander abgestimmt werden, können wirtschaftlich ertragreiche und verkehrstechnisch sinnvolle Lösungen entstehen, die in Bezug auf Sicherheit, Umwelt, Finanzierung und Qualität des Verkehrsablaufs zukünftig neue Maßstäbe setzen werden.

Um diese Effekte generieren zu können sowie eine effiziente Weiterentwicklung und Stärkung deutscher Unternehmen zu sichern, müssen innovative Lösungen unter realitätsnahen Bedingungen bereits heute getestet werden. Aus diesem Grund wurde 2008 im Rahmen der Landesinitiative Galileo Transport Sachsen-Anhalt mit der Errichtung eines Entwick-

lungslabors und Testfeldes für Ortung, Navigation und Kommunikation in Verkehr und Logistik im Wissenschaftshafen Magdeburg begonnen. Dazu unterzeichneten das Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr, das Ministerium für Wirtschaft und Arbeit und das Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt eine Kooperationsvereinbarung mit der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Gemeinsam mit dem Institut für Automation und Kommunikation ifak und dem Fraunhofer IFF beteiligt sich Sachsen-Anhalt an einer technologischen Entwicklung von europäischer Dimension. Ziel ist es, Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus Sachsen-Anhalt, die neue Dienstleistungen und Produkte für Ortung, Navigation und Kommunikation in den Bereichen Verkehr und Logistik entwickeln, gezielt zu fördern, um neue Arbeitsplätze zu schaffen.

Zunehmend globale und intermodale Warenketten erfordern Möglichkeiten zur Produktidentifizierung und -verfolgung, Lokalisierung, Zustandsüberwachung sowie Prozess- und Flottensteuerung. Die Logistik wird die wachsenden Warenströme nur beherrschen können, wenn durchgängige, interoperable und kostengünstige Technologien eingesetzt werden, die den gesamten logistischen Prozess verfolgen, steuern und überwachen.

### Ergebnisse und Nutzen

Das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF gehört gemeinsam mit dem ifak Institut für Automation und Kommunikation Magdeburg e.V. zu den ersten sachsen-anhaltischen Akteuren, die die Notwendigkeit der Einrichtung eines anwendungsorientierten Testfeldes für die Bereiche Verkehr und Logistik erkannt haben. Vor diesem Hintergrund unterstützte das Fraunhofer IFF das Ministerium für Landesentwick-



Der Aufbau des Galileo-Testfeldes wird gefördert durch das Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr, das Ministerium für Wirtschaft und Arbeit sowie das Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt.

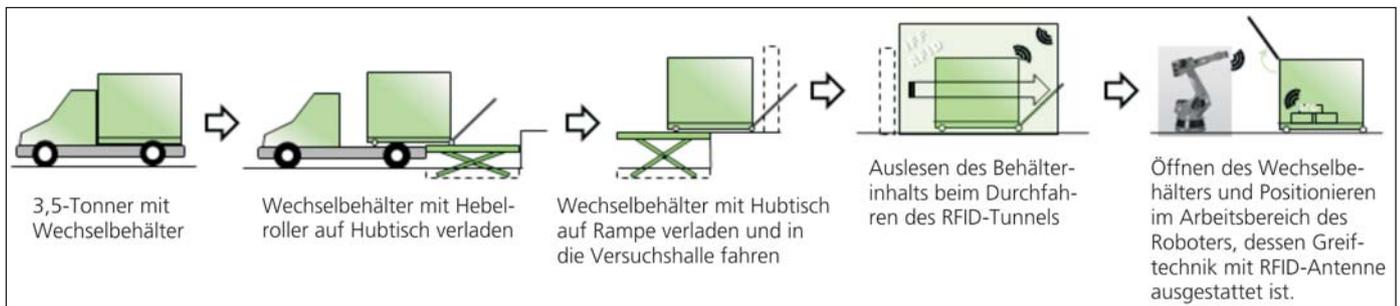


Bild: Testszenario intelligenter Wechselbehälter.

lung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt beim Aufbau des Testfelds. Es befindet sich in unmittelbarer Nähe zu den beiden Institutsgebäuden des Fraunhofer IFF und wird von den Mitarbeitern intensiv für praxisbezogene Projekte genutzt werden. Im Vordergrund steht die Integration von kleinen und mittelständischen Unternehmen aus dem mitteldeutschen Raum in die Technologie-Roadmaps der international wirkenden Logistik-Dienstleister. Durch die Förderung innovativer Lösungen soll insbesondere die Marktposition der kleinen und mittelständischen Unternehmen gestärkt werden.

Das errichtete Labor und Testfeld ist hinsichtlich Ausrichtung und Ausstattung einzigartig in Deutschland. Es ermöglicht dem Fraunhofer IFF anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung in den Bereichen:

- kooperativer Betrieb von Systemen des Flottenmanagements und des Verkehrsmanagements,
- Test von Systemen und Applikationen zur hochgenauen Waren- und Fahrzeugortung und -verfolgung im innerstädtischen Raum und auf intermodalen Logistikknoten, z.B. Airport und Binnenhafen,
- Erprobung von Systemen zur Kommunikation zwischen Ware, Fahrzeug und Infrastruktur,
- Evaluierung des Zusammenwirkens fahrzeuggestützter Telematiksysteme

mit autarken funkgestützten Systemen zur Warenverfolgung,

- Entwicklung neuer Value Added Services für logistische Speziallösungen im Kurier-, Express- und Pakettektor (Care – Cool – Fresh – Safe – Secure – Live), basierend auf Waren- und Fahrzeugortungssystemen sowie
- Mitwirkung an Prüf- und Zertifizierungskonzepten technischer Komponenten zur satellitengestützten Identifikation, Ortung und Kommunikation, z.B. für spezifische Anforderungen der Luftfracht.

Durch die hohe Quantität und Qualität der verfügbaren Technologien im Testfeld ist das Fraunhofer IFF in der Lage, »vor der Haustür« unter praxisnahen Bedingungen Anwendungen und kundenorientierte Lösungen zu testen sowie die Entwicklung neuer Produkte oder Prototypen unter Zusammenarbeit mit Technologiepartnern und Logistikdienstleistern in Mitteldeutschland voranzutreiben.

Ein Beispielszenario verdeutlicht die Untersuchungsmöglichkeiten im Testfeld: Ein handelsüblicher Ladungsträger, z.B. ein Wechselbehälter für Sprinterfahrzeuge, wird durch die Ausstattung mit Ortungs-, Navigations- und Kommunikationstechnologien mit einer Intelligenz versehen. Der in dem Szenario betrachtete intelligente Ladungsträger verfügt über verschiedene Ortungs- und Kommunikationssysteme, die eine permanente Ortung und Kommunikation

sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden ermöglichen. Im Outdoor-Bereich, z.B. auf Transportfahrzeugen, erfolgt die Ortung per GPS/GSM, und im Indoor-Bereich, z.B. in einer Versuchshalle, per WLAN. Eine Bilddifferenz- und Bilderkennungsanalyse kann zudem zur Verbesserung der Ortungsergebnisse im Indoor- und Outdoor-Bereich eingesetzt werden.

#### Ausblick

Im Rahmen des Testszenarios sollen Ortungsverfahren im Zusammenhang mit den logistischen Prozessen Transport und Umschlag erprobt werden. Ein innovatives Echtzeit-Monitoring-System soll die dabei auftretende Verschachtelung vom Ladungsträger und die darin enthaltenen, über RFID zu identifizierenden Einzelsendungen sowie die Prozesszustände innerhalb der Transportkette abbilden. In der Halle werden automatisierte Umschlagprozesse mithilfe eines Industrieroboters getestet. Desem Greiftechnik soll mit RFID-Antennen ausgestattet werden, sodass ein durchgängiges Tracking der Einzelsendungen ermöglicht wird. Aufbau und Ausstattung der Versuchshalle bieten eine in der Form einzigartige Möglichkeit, Szenarien zur Verknüpfung logistischer Prozesse mit modernen Identifikations- und Kommunikationstechnologien zu entwickeln und zu erproben.



Dipl.-Inf. Bernd Gebert  
Telefon +49 391/40 90-412  
Bernd.Gebert@iff.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Klaus Richter  
Telefon +49 391/40 90-420  
Klaus.Richter@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Neben der satellitengestützten Positionierung mittels GPS und in Zukunft durch Galileo im Außenbereich, gewinnen ergänzende Lösungen für eine Positionsbestimmung in stark bebauten Gebieten sowie innerhalb von Gebäuden zunehmend an Interesse. Die Industrie meldet bereits heute breiten Bedarf für eine auch innerhalb von Gebäuden funktionierende Ortungslösung. Mögliche Einsatzfelder finden sich unter anderem in der Sicherung von Warenketten, bei der Erfassung von Personenströmen in öffentlichen Gebäuden aber auch in der Veranstaltungslogistik.

## Vorgehensweise

Im Rahmen des Projekts GNSS-INDOOR hat das Fraunhofer IFF gemeinsam mit seinen Projektpartnern verschiedene Technologien zur Ortung von Personen,

Fahrzeugen und Gütern in unterschiedlichen Gebäudetypen sowie in deren direktem Umfeld intensiv untersucht und erprobt. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Entwicklung einer Systemarchitektur für Logistik- und Sicherheitsanwendungen sowie auf diesen Anwendungskreis bezogene Testprozeduren, -kriterien und -werkzeuge. Neue Ansätze für die Verknüpfung einer breiten Palette von lokalen Ortungssystemen, Sensoren und AutoID-Systemen wurden entwickelt und umgesetzt.

## Ergebnisse

Die Leistungsfähigkeit der entwickelten Konzepte wurde nach erfolgreichen Tests im RFID- und Telematiklabor LogMotionLab des Fraunhofer IFF in einem Feldversuch zusammen mit Logistikpartnern am Flughafen Leipzig/Halle demonstriert. Heutige lokale Ortungssysteme, die auf Basis von in der



Das Projekt »GNSS-INDOOR« wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie durch die Raumfahrtagentur des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums e.V. (DLR) gefördert. (Förderkennzeichen: 50 NA 0701)

Bild 1: Luftfrachtcontainer an der Umschlagrampe.  
Foto: Dirk Mahler

beortbaren Fläche vorhandenen Infra-  
struktur die Positionsbestimmung von zu  
ortenden Objekten in einem räumlich  
eingegrenzten Bereich zulassen, arbeiten  
auf Basis von GSM-CellID-Bestimmung,  
WLAN-Fingerprintmessung, Funk- oder  
Ultraschall-Signallaufzeitmessung oder  
Videoanalyse und decken Flächen von  
einigen Quadratmetern bis zu einigen  
Quadratkilometern ab. Wobei das Spek-  
trum der mit den unterschiedlichen Sys-  
temen erreichbaren Ortungsgenauig-  
keiten einen Bereich von wenigen  
Millimetern bis zu mehreren hundert  
Metern überspannt.

Ergänzt um Daten, die mithilfe von  
verschiedenen Sensoren aus der  
Umgebung von zu ortenden Objekten  
aufgenommen wurden, kann eine  
aktuellere und detailliertere Sicht auf  
Transport- oder Lagerprozesse hergestellt  
werden als das bisher möglich war. Das  
automatisiert erstellte detaillierte Abbild  
des aktuellen Transportstatus kann leicht

mit einer ebenso detaillierten Planvor-  
gabe abgeglichen werden, woraus sich  
schon bei geringen Abweichungen und  
vor dem Eintreten irreversibler Transport-  
schäden oder Transportverzögerungen  
geeignete Maßnahmen zur Steuerung  
des Prozesses ableiten lassen. Der auto-  
matisiert und zeitnah ermittelte aktuelle  
Aufenthaltort eines beobachteten  
Objekts fließt als wesentliches Merkmal  
in den Abgleich mit dem zeitlich-räumlich  
definierten Soll-Prozessablauf ein.

Die von Transportstücken innerhalb eines  
Logistikhubs durchlaufenen Prozesse  
schneiden typischerweise den Erfassungsbereich  
mehrerer lokaler Ortungssysteme,  
wobei jedes Einzelsystem jedoch nur  
Informationen aus seinem eigenen  
Sichtbarkeitsbereich liefern kann. Die  
Verknüpfung der Daten verschiedener  
Ortungs-, AutoID- und Sensorsysteme  
gelingt mit einer Software, die auf Basis  
einer einheitlichen Datenübergabeschnitt-  
stelle eine auf das zu ortende Objekt

bezogene Datenbank aufbaut, mit der  
alle aus den Einzelsystemen über das  
Objekt gewonnenen Informationen  
zentral erfasst, konsolidiert und verar-  
beitet werden.

#### Projektpartner

- cesah GmbH Centrum für Satelliten-  
navigation Hessen, Darmstadt
- Friedrich-Schiller-Universität Jena
- OECON GmbH, Braunschweig
- Scheller Systemtechnik GmbH, Wismar
- Telematica e.K., Dietramszell-Linden
- VEGA IT GmbH, Darmstadt



Bild 2: RFID-Handschuh beim Auslesen der Frachtinformationen.  
Foto: Dirk Mahler

# PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGS- FELDES VIRTUAL ENGINEERING



# Virtual Engineering und virtuelle Realität im Produktlebenszyklus – von der Produktentwicklung bis zur Endanwendung

Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker, Kompetenzfeldleiter Virtual Engineering  
Dr. rer. nat. Eberhard Blümel, Geschäftsfeldleiter Virtuell Interaktives Training  
Dipl.-Ing. Thomas Schulze, Geschäftsstellenleiter VIDET  
Dr.-Ing. Rüdiger Mecke, Kompetenzfeldleiter Virtual Prototyping  
Dipl.-Inf. Marco Schumann, Geschäftsstellenleiter ViVERA/AVILUSplus und ViERforES

Methoden und Werkzeuge des Virtual Engineering ermöglichen den Aufbau einer durchgängigen digitalen Beschreibung, Modellierung, Simulation und Optimierung über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts – vom Entwurf über die Produktentwicklung, den Produktionsprozess bis hin zur Nutzung des Produkts. Produkteigenschaften lassen sich so frühzeitig absichern, durch Verknüpfung mit der Fertigungsplanung können die Produkt- und Fertigungskosten optimiert werden, Nutzer von Maschinen und Anlagen können frühzeitig am virtuellen Modell geschult werden. In die Modelle zurückfließende Daten und Ergebnisse der realen Welt erlauben eine Optimierung der Produkte und Prozesse. Dadurch können Entwicklungszeiten und -kosten drastisch reduziert und das Entwicklungsrisiko minimiert werden.

## Durchgängige Modellbildung und Simulation komplexer Produkte

Die Forscher des Kompetenzfelds Virtual Engineering entwickeln Methoden und Verfahren zur durchgängigen Modellbildung und Simulation komplexer Produkte. Damit können geometrische, physikalische und funktionale Eigenschaften von Produkten des Maschinen- und Anlagenbaus genau beschrieben und in

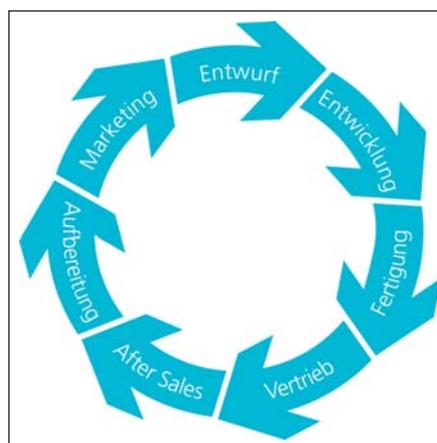


Bild 1: Digitale Prozesskette.

einem virtuellen Prototyp optimiert werden, bevor das reale Produkt gefertigt wird.

Das Kompetenzfeld Virtual Engineering bietet für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus:

- schnelle Entwürfe automatisierungstechnischer Produkte von der Idee über den virtuellen und realen Prototypen bis zur Realisierung unter Nutzung des virtuellen Engineerings,
- Modellierung und Simulation automatisierungstechnischer Produkte und Systeme mit Methoden des virtuellen Engineerings,
- virtuelle Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen,
- Nutzung von modernsten Industrie- und Forschungslaboren zur Entwicklung und Optimierung von Produktmodellen und
- Unterstützung bei der Einführung digitaler Entwurfswerkzeuge.

## Innovative Lösungen der Personalqualifizierung

Der Trend in Richtung immer kürzerer Produktentwicklungszyklen und kürzeren Anlaufphasen der Produktion bei steigender Komplexität der Produkte stellt die Unternehmen vor große Herausforderungen in der Personalqualifizierung und erfordert den Einsatz von innovativen Lösungen. Die Bedeutung des Lernens im Arbeitsprozess nimmt gegenüber dem formellen und seminaristischen Lernen seit einigen Jahren ständig zu. Mit der Virtual Reality (VR) steht eine Technologie zur Verfügung, die eine neue Qualität für den Wissenstransfer über alle Phasen des Produktlebenszyklus ermöglicht.

Im Geschäftsfeld Virtuell Interaktives Training werden domänenübergreifende Methoden für die Planung, Erstellung, Durchführung und Evaluierung von Qualifizierungsmaßnahmen entwickelt, die in ihren Leistungsparametern, Einsatzmöglichkeiten und ihrer Bedienbarkeit auf die Anforderungen der industriellen Partner ausgerichtet sind. Im Kompetenz-zentrum Training und Technologie werden gemeinsam mit dem Institut für Berufs- und Betriebspädagogik didaktische Konzepte und Verfahren zur Effizienzsteigerung und -messung für den Einsatz von VR-basierten Trainingstools zur Wissensvermittlung erforscht. Die Zielsetzung ist auf die Erforschung und Weiterentwicklung von virtuellen Technologien für die Nutzung in Ausbildung,

Weiterbildung und informellen betrieblichen Lernprozessen fokussiert. Folgende Themen stehen hierbei im Mittelpunkt der Forschungen bezüglich virtueller Arbeitswelten:

- Schaffung organisatorischer Rahmenbedingungen für Lernprozesse,
- Interaktion und Kooperation der Lernenden,
- Übertragung didaktischer Prinzipien auf dieses neue Medium,
- Integration dieser Qualifizierungsprozesse in bestehende Qualifizierungslösungen und
- Messung des Lernerfolgs von Qualifizierungsprozessen.

## Koordinierung von Projekten mit Unternehmen des regionalen Maschinen- und Anlagenbaus

Basierend auf jahrelangen Erfahrungen im Bereich der virtuellen Realität (VR) und des virtuellen Engineerings (VE) leistet das Innovationscluster VIDET »Virtual Development, Engineering and Training« am Fraunhofer IFF in Magdeburg Beiträge zur Entwicklung und Nutzung von anwendungsgerechten Methoden und Werkzeugen, welche eine durchgängige Nutzung des virtuellen Engineerings und der virtuellen Realität über den Produktlebenszyklus ermöglichen. VIDET stellt somit eine direkte Verbindung zwischen universitärer Grundlagenforschung, angewandter Forschung an außeruniversitären Einrichtungen sowie einer industriellen Nutzung der Ergebnisse her.



Bild 2: Interaktives Design Review eines Portalkrans. Foto: Virkoria Kühne

Die immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen zwingen die Unternehmen zu ständigen Innovationen und Produktverbesserungen. Ebenso müssen die Zeiten für die Entwicklung neuer Produkte und deren Einführung in die Produktion drastisch reduziert werden.

Das Innovationscluster VIDET bietet eine regionale Plattform für eine Zusammenarbeit von Forschern und Unternehmen zur Entwicklung neuer Produkte, deren Fertigung, Inbetriebnahme, Qualifizierung und Training für den Bereich des regionalen Maschinen- und Anlagenbaus. Die Entwicklungsarbeiten erfolgen dabei in den drei Technologieplattformen virtuelle Produktentwicklung, virtuelle Prozessgestaltung sowie VR-basierte Ausbildung und Qualifikation.

Die Geschäftsstelle VIDET des Fraunhofer IFF bietet für die regionalen Unternehmen in den Bereichen der Großwerkzeugmaschinen und -anlagen einschließlich Förderanlagen, chemischer Anlagen- und Apparatebau und alternative Energieerzeugungsanlagen folgende Unterstützungsleistungen:

- Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung von neuen Entwicklungsprojekten innerhalb dieser drei Technologieplattformen,
- gezielte Umsetzung von Forschungsergebnissen aus den Bereichen virtuelles Engineering (VE) und virtueller Realität (VR) in der Praxis,
- Koordinierung der Zusammenarbeit mit regionalen und thematischen Clustern, Verbänden, Netzwerken und Vereinen sowie

- Sicherstellung eines Informations- und Wissenstransfer über Methoden und Verfahren aus dem Bereich der Grundlagen- und angewandten Forschung aus dem Fraunhofer IFF für die Industrieunternehmen.

#### **Weitere Einsatzgebiete des Virtual Engineerings**

Technologien der virtuellen Realität sind neben Anwendungen in der Produktentwicklung auch in einer Vielzahl weiterer Anwendungsbereiche zunehmend gefragt. So werden VR-Technologien erfolgreich für die städtebauliche Planung als auch in der touristischen Anwendung eingesetzt. Mit solchen interaktiven urbanen 3-D-Visualisierungen sind nutzergruppenspezifisch angepasste Präsentationen, räumliche Analysen sowie die Unterstützung einer detaillierten städtischen Raumnutzungsplanung möglich. Ihr Einsatz zum Standortmarketing, beispielsweise für Gewerbeparks, stellt eine weitere Nutzungsmöglichkeit dar. Mit der Integration aktueller und historischer, touristisch relevanter Modelle und Informationen adressieren urbane Visualisierungen einen erweiterten Anwenderkreis im Tourismusbereich.

In der modernen industriellen Fertigung ist die Bereitstellung von Informationen zur korrekten und effizienten Durchführung manueller Arbeitsaufgaben unabdingbar. Dies gilt insbesondere bei der Sicherstellung von Produktionsstandards für komplexe Produkte mit hoher Variantenvielfalt. Bestrebungen gehen dahin, den Menschen bei der Ausführung seiner

Tätigkeiten durch Assistenzsysteme zu unterstützen. Durch mobile Augmented Reality (AR) können Informationen situationsgerecht im Sichtfeld von Anwendern, z.B. mit kopfgetragenen Anzeigegeräten, so genannten Head Mounted Displays (HMD), dargestellt werden. Das Kompetenzfeld Virtual Prototyping verfolgt das Ziel, Erkenntnisse über die nutzerorientierte Gestaltung von mobilen AR-Assistenzsystemen zur produktiven und beanspruchungsoptimierten Verwendung im industriellen Langzeiteinsatz zu erlangen.

#### **Verbundprojekte ViVERA, AVILUS, AVILUSplus und ViERforES**

Die Forscher des Fraunhofer IFF bringen darüber hinaus in nationalen und internationalen Forschungsprojekten ihr Know-how ein, um die Technologien des Virtual Engineerings weiter auszubauen und immer besser nutzbar zu machen. Die aktuellen Forschungsaktivitäten innerhalb der Verbundprojekte AVILUS, AVILUSplus und ViERforES werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung innerhalb des Förderprogramms »IKT 2020/Forschung für Innovation« mit dem Förderschwerpunkt »Virtuelle und Erweiterte Realität« gefördert und reichen heute schon bis ins Jahr 2011.

# Maßgeschneiderte Planung verfahrenstechnischer Anlagen mit Technologien der Virtual Reality (VR)

Dipl.-Ing. Andrea Urbansky  
Telefon +49 391/40 90-321  
Andrea.Urbansky@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Sabine Szyler  
Telefon +49 391/40 90-121  
Sabine.Szyler@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Wenn heute neue verfahrenstechnische Anlagen geplant und projiziert werden, geschieht dies nicht mehr am Zeichenbrett oder mittels Holz- oder Plastikmodellen, sondern unter Verwendung von 3-D-Planungssystemen. Bei der Darstellung des 3-D-Planungsmodells einer Anlage mittels Monitor oder Beamer geht jedoch gegenüber dem herkömmlich benutzten Plastikmodell die dritte Dimension verloren. Das »Begreifen« komplexer 3-D-Modelle am Monitor wird somit zu einer Herausforderung an alle am Prozess der Anlagenplanung und -errichtung Beteiligten.

Das Planungsteam muss in der Lage sein, anhand der zweidimensionalen Visualisierung der Planungsergebnisse aus unterschiedlichen Aspekten die räumliche Anordnung der Anlagenkomponenten zu überprüfen, Planungsfehler rechtzeitig zu erkennen und Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung abzuleiten. Werden beispielsweise bestimmte Sachverhalte aufgrund der Komplexität, wie Montierbarkeit, Zugänglichkeit oder Erreichbarkeit von Absperrvorrichtungen, während eines Design Reviews nicht erkennbar, und wird die Anlage folglich auf Basis eines fehlerhaften Planungsmodells errichtet, potenzieren sich sehr schnell die Fehlerkosten. Nicht selten ist sogar ein Baustopp während der Bauphase die Folge. Kostbare Zeit und damit viel Geld gehen verloren. Die 10er-Erfahrungsregel aus dem Qualitätsmanagement besagt, dass die Kosten der Fehlerverhütung bzw. der Fehlerbehebung in jeder Phase um den Faktor 10 steigen. Wenn Planungsfehler erst nach der Fertigung und Montage oder bei der Endprüfung bemerkt werden, dann erreichen die Fehlerkosten das Tausendfache der Kosten, die zur Beseitigung der Fehler in der Planungsphase angefallen wären.

## Vorgehensweise

Neue und Erfolg versprechende Technologien zur Visualisierung der zukünftigen Anlage sind die Virtual Reality (VR)-Technologien. Sie bilden die 3-D-Anlagenmodelle stereoskopisch ab und ermöglichen dem Planungsteam, das Anlagenmodell virtuell zu begehen. So können die örtlichen Verhältnisse der Anlage realitätsnah erfasst und eingeschätzt werden. Durch Interaktion mit dem virtuellen Anlagenmodell kann z.B. jede beliebige Blickrichtung auf die Anlage eingenommen werden. Jeder einzelne Fachexperte des interdisziplinär zusammengesetzten Planungsteams ist somit in der Lage, die für ihn wichtigen Planungsaspekte richtig beurteilen zu können. Während der virtuellen Begehung ist es darüber hinaus möglich, verschiedene weiterreichende Informationen zu den einzelnen Anlagenkomponenten abzurufen.

Im Magdeburger Elbe Dom des Fraunhofer IFF, dem weltweit größten 360 Grad-Laserprojektionssystem mit einem Durchmesser von 16 Metern und einer Höhe von fast sieben Metern können große komplexe Anlagen virtuell dargestellt werden. Durch die Abbildung des Anlagenmodells im Maßstab 1:1 auf der 360 Grad-Leinwand entsteht der Eindruck, in der realen Anlage zu stehen und sich darin zu bewegen.

## Ergebnisse

Die Einsatzmöglichkeiten der Virtual Reality (VR)-Technologien wurden für ein anstehendes Design Review der BASF SE im Elbe Dom untersucht. Folgende spezielle Anforderungen an ein VR-gestütztes Design Review wurden seitens der Anlagenplaner benannt und durch die Wissenschaftler des Fraunhofer IFF umgesetzt:

1. Objekterkennung durch Anzeige der Spezifikation von Anlagenkomponenten als Annotation am 3-D-Objekt,
2. Verwendung der Annotationen als Notizblatt, um die Ergebnisse der gemeinsamen Absprachen zu protokollieren,
3. Analyse und Bewertung der Platzverhältnisse in der Anlage durch Messen der Abstände zwischen den Anlagenkomponenten,

4. Bewegung von Pumpen, Behältern u.ä. im virtuellen Modell mit der Anzeige von Kollisionen sowie
5. Ein- und Ausblenden von Anlagenanteilen.

## Nutzen

Durch die stereoskopische Visualisierung der geplanten Anlage im Elbe Dom im Maßstab 1:1 können Planungsfehler in kürzester Zeit erkannt und direkt am virtuellen Anlagenmodell protokolliert werden. Somit erhält das Projektteam im Anschluss an das VR-gestützte Design Review eine abgestimmte Liste mit allen durchzuführenden Änderungen.

Alle Mitglieder des Planungsteams haben somit die gleichen Informationen zum aktuellen Planungsstand der Anlage vorliegen. Planungsschleifen, hervorgerufen

durch Kommunikations- und Verständnisprobleme, können damit vermieden werden und die Planungsphase kann damit verkürzt werden. Neben diesen Fehlervermeidungsmaßnahmen wird noch mit einem weiteren Vorteil gerechnet, denn nicht zu unterschätzen ist der Aspekt der Kundenzufriedenheit. Der Kunde kann sich bereits vor der Anlagenerrichtung ein genaues Bild seiner Anlage machen. Beim virtuellen Rundgang durch seine Anlage kann er sich einen ersten Überblick verschaffen und bei Bedarf technische Klärungen mit dem Planer vornehmen.

## Ausblick

Die BASF SE beabsichtigt in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFF, die Virtual Reality (VR)-Technologien in alle Phasen des Anlagenlebenszyklus zu integrieren. Folgende Erwartungen setzt die BASF SE in die Einbindung der VR-Technologien in die Unternehmensprozesse:

- Optimierung der Prozesse über alle Phasen des Anlagenlebenszyklus,
- Senkung der Kosten sowie der Projektabwicklungszeiten,
- gewerkeübergreifende Unterstützung im Engineering, bei der Inbetriebnahme und im Betrieb der Anlage sowie
- verbessertes Training des Betriebs- und Servicepersonals für kritische Arbeitsabläufe und Instandhaltungstätigkeiten.

## Projektpartner

- BASF SE, Ludwigshafen



Bild: Anlagenbauer der BASF diskutieren mit ihren Kunden Anlagen-  
details am virtuellen Modell einer Chemieanlage im Elbe Dom.  
Foto: Viktoria Kühne

# Lernen am Arbeitsprozess – Handlungskompetenz mit virtuell-interaktiven Technologien fördern

Dipl.-Ing. Tina Haase  
Telefon +49 391/40 90-162  
Tina.Haase@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Des. Torsten Schulz  
Telefon +49 391/40 90-305  
Torsten.Schulz@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Päd. Wilhelm Termath  
Telefon +49 391/40 90-129  
Wilhelm.Termath@iff.fraunhofer.de

## Ausgangssituation

Die Bedeutung des Lernens im Prozess der Arbeit nimmt gegenüber dem formellen Lernen in Bildungseinrichtungen und seminaristischen Veranstaltungen seit Langem zu. Dies liegt vor allem daran, dass die in formalen Weiterbildungsmaßnahmen erworbenen Qualifikationen die steigenden Anforderungen an die Fähigkeit zur selbstständigen und verantwortlichen Bearbeitung von Arbeitsaufgaben nicht befriedigend abdecken.

Die Instandhaltung von Hochspannungsbetriebsmitteln sowie der Umgang mit brennbaren bzw. explosiven Stoffen in der chemischen Industrie erfordert von den technischen Fachkräften häufig die verantwortliche Beurteilung von Betriebszuständen, Messdaten oder Fehlerbildern. Neben einer qualifizierten Analyse sind z.B. auch die richtigen Konsequenzen aus

Fehler- und Schadensmeldungen oder Wartungsprotokollen zu ziehen. Die Mitarbeiter sind gefordert, situativ Entscheidungen zu treffen und entsprechende Ermessensspielräume wahrzunehmen. Für dieses verantwortliche, problem-lösende Handeln ist über die fachlichen Wissensaspekte hinaus die handlungsleitende Verinnerlichung betrieblicher Werte, Normen und Regeln von herausragender Bedeutung.

Der Durchführung von Qualifizierungsmaßnahmen im realen Arbeitsprozess sind hier allerdings enge Grenzen gesetzt. Die im Einsatz befindlichen Betriebsmittel können aus Sicherheitsgründen und wegen der Integration in überregionale bzw. internationale Strukturen der Energienetze kaum für Schulungszwecke genutzt werden. Die notwendige Einhaltung einschlägiger Sicherheitsregeln und die hierfür erforderlichen

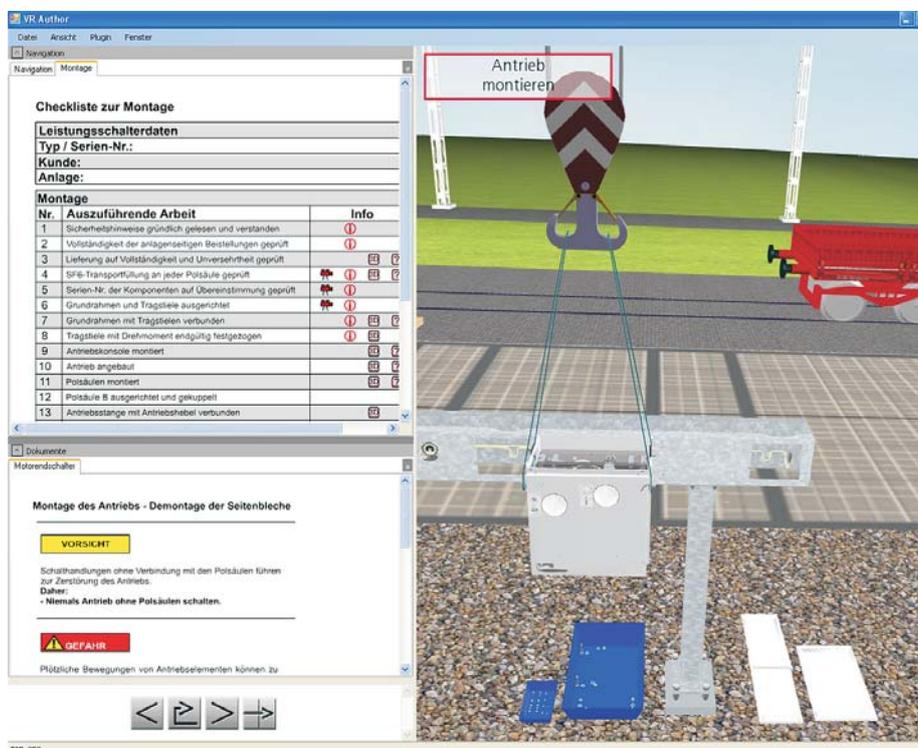


Bild 1: Montage des Federspeicherantriebs an einem 110 kV-Leistungsschalter von AREVA Energietechnik GmbH, Hochspannungstechnik.

Schutzmaßnahmen erschweren ebenfalls ein realitäts- und arbeitsprozessnahes Training in der chemischen Industrie bzw. bedingt einen immensen Aufwand zur Gewährleistung der Sicherheit.

### Lösungskonzept

In Zusammenarbeit mit Industriepartnern aus der Energietechnik, der chemischen Industrie und der Berufsgenossenschaft Chemie entwickelt das Fraunhofer IFF virtuell-interaktive Modelle von Betriebsmitteln, die in eine virtuelle Arbeitsumgebung integriert sind und den Erwerb handlungsorientierter Problemlösekompetenz durch die Bewältigung realer Aufgabenstellungen ermöglichen.

Es werden zunächst dreidimensionale Computermodelle von Maschinen, Anlagen oder Betriebsmitteln erstellt. Nach der Modellierung der Objektgeometrie wird das Verhalten beschrieben und implementiert, sodass mit der Darstellung der Bewegungen von Bauteilen und -gruppen auch die Funktionalitäten erkennbar sind. Die Visualisierung der Umgebung schafft einen realitätsnahen Bezug zur tatsächlichen Arbeitsumgebung.

Der Einsatz von Technologien der virtuellen Realität (VR) macht es dabei möglich, sämtliche Arbeitsabläufe im kleinsten Detail und als nachvollziehbare Arbeits-



Bild 2: Ausschnitt aus dem Lernszenario der BG Chemie.

prozedur abzubilden. Dem Mitarbeiter erschließen sich Schritt für Schritt die Details, die konstruktiven Zusammenhänge und die Funktionalitäten der Bauteile und -gruppen. In der didaktischen Ausgestaltung werden u.a. Arbeitsaufgaben und -lösungen beschrieben, die das Feedback für die Lernenden und die Auswertung des Lernerfolgs festlegt. Hierbei werden insbesondere die schwierigen, kritischen oder gefährdungsrelevanten Arbeitsschritte hervorgehoben.

In einem speziellen Modul zur Lernerfolgskontrolle müssen die Lernenden die Arbeitsaufgaben allein bewältigen. Eine Rückmeldung der virtuellen Arbeitsumgebung erfolgt erst nach der vollständigen Erledigung der Arbeiten mit Hinweisen auf die Fehler bzw. richtig gelösten Aufgaben. Zusätzlich können Fragen zur Identifizierung von Bauteilen und -gruppen, zur richtigen Reihenfolge von Arbeitsschritten oder zum Nachweis komplexer fachtheoretischer Zusammenhänge gestellt werden.

### Ergebnisse und Nutzen

Die Lernenden haben die Möglichkeit, an einem realitätsnahen technischen System einen Arbeitsablauf kennenzulernen und praktisch einzüben, ohne den spezifischen Gefahren und Restriktionen der realen Arbeitssituation ausgesetzt zu sein. Darüber hinaus ergibt sich durch die Nutzung virtueller Lernszenarien eine ganze Reihe weiterer Vorteile für das berufliche Lernen.

So kann beispielsweise die praktische Ausbildung mit einer flexiblen Anzahl Lernender weitgehend zeit- und ortsunabhängig erfolgen. Sowohl der zeitliche Ablauf der Übungen als auch der Fokus auf einzelne Arbeitsschritte können beliebig variiert werden. Eine fehlerhafte Durchführung von Arbeitsaufgaben ver-

ursacht im virtuellen Szenario keine Schäden und sämtliche Arbeitsschritte sind zu jedem Zeitpunkt für alle Lernenden transparent. Zudem hat sich im Informationszeitalter die Anwendung moderner Technologien als zusätzlicher Motivationsfaktor für die Lernenden bewährt.

### Ausblick

Aufgrund der positiven Erfahrungen mit den VR-Modellen in der beruflichen Qualifizierung wollen die beteiligten Partner die Zusammenarbeit fortsetzen und ausbauen. Neben der Umsetzung der fachspezifischen Inhalte sollen im Rahmen dieser Kooperationen die Lernumgebungen methodisch und technisch erweitert werden, sodass es zunehmend möglich sein wird, die theoretische und praktische Wissensvermittlung eng miteinander zu verbinden und flexibel an die unterschiedlichen Voraussetzungen und Anforderungen der Zielgruppen hinsichtlich Vorbildung, Berufserfahrung und Lernziele anzupassen.

VR-Modelle können künftig auch als Medium für die Sicherung und den Transfer von erfahrungsbasiertem Wissen eingesetzt werden. Sie bieten das Potenzial, das erfahrungsbasierte, implizite Wissen über die textuelle Beschreibung hinaus in seiner Handlungsorientierung zu visualisieren und intuitiv, unmittelbar auf die technischen Objekte bezogen, zugänglich zu machen.

### Projektpartner

- AREVA Energietechnik GmbH, Hochspannungstechnik, Kassel
- Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (BG Chemie), Heidelberg
- RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH, Technik Center Primärtechnik, Wesel

# Planungsunterstützende Simulation und Visualisierung der Kernproduktion für Gießereien

Dipl.-Ing. Ronny Franke  
Telefon +49 391/40 90-144  
Ronny.Franke@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Inf. Michael Raab  
Telefon +49 391/40 90-122  
Michael.Raab@iff.fraunhofer.de

## Ausgangssituation

Die Gießerei Kiel GmbH führte eine Erweiterung der eigenen Produktionskapazitäten durch. Im Rahmen dieser Erweiterungen erfolgte sowohl die physische Erweiterung der Produktionsstätten als auch die Neuplanung und Umstrukturierung der Produktionsprozesse. Im Rahmen dieser Planungen war es notwendig, Arbeitsplätze und Maschinen in den neuen Produktionshallen zu positionieren und Arbeitsabläufe, Bearbeitungsstrategien und Schichtsysteme festzulegen.

Das Fraunhofer IFF sollte diese Planungsaufgabe mithilfe von Simulations- und Visualisierungstechniken unterstützen. Durch Abbildung der geplanten Produktionsprozesse in einem Simulationsmodell sollten verschiedene potenzielle Planungsvarianten im Langzeitverhalten getestet werden. Die Visualisierung der Simulationsergebnisse durch ein interaktives 3-D-Modell der Produktionsstrecke sollte die geplanten Arbeits-

abläufe veranschaulichen, mögliche Probleme aufdecken und letztlich zu einem optimalen Produktionsprozess beitragen.

## Vorgehensweise

Zunächst wurde ein 3-D-Modell der geplanten Produktionsstätte erstellt und eine vereinfachte Variante der Materialflussprozesse mithilfe von Animationen veranschaulicht. Anhand dieser ersten Visualisierung konnten sich alle Projektbeteiligten, insbesondere die fachlichen Experten der Gießerei Kiel, bereits eine Vorstellung vom Planungsvorhaben machen und Vorschläge und neue Ideen in die Diskussion einbringen. In der Folge wurden verschiedene potenzielle Produktionsstrategien skizziert, um sie anschließend ebenfalls virtuell zu testen.

Zur Abbildung der geplanten Produktionsprozesse wurde ein konfigurierbares Simulationsmodell unter Verwendung des Simulationssystems SLX erstellt. Mithilfe



Bild 1: 3-D-Modell zur Visualisierung der Platzverhältnisse in der Kernmacherei.

dieser Simulation wurde das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten der Kernmacherei beschrieben und untersucht. Somit wurde die Leistungsfähigkeit der Materialflussprozesse im Hinblick auf die Anforderungen erprobt und mögliche Schwachstellen bzw. Engpässe wurden identifiziert. Ferner wurde untersucht, ob die geplanten Kapazitäten ausreichend sind und welche Anforderungen, beispielsweise Taktzeiten, Pufferauslegungen und Bearbeitungszeiten, für die logistischen Prozesse zu berücksichtigen sind. Durch Abstimmung der einzelnen Komponenten in der Simulation konnten die Lösungsvorschläge zur effizienten Koordination der Einzelprozesse abgeleitet werden.

### Ergebnisse und Nutzen

Zur Veranschaulichung der simulationsbasierten Erkenntnisse und der räumlichen Rahmenbedingungen der Planungsvarianten wurden die simulierten Produktionsprozesse im 3-D-Modell des

Gießereibereichs dargestellt und animiert. Auf Basis dieser interaktiven Visualisierung konnten die verschiedenen Planungsvarianten mit ihren Vor- und Nachteilen präsentiert und diskutiert werden. Die Visualisierung diente weiterhin zur Überprüfung der Platzbedingungen der geplanten Produktionsstrecke. So konnte die Machbarkeit der Positionen von Arbeitsplätzen und Anlagen unter Berücksichtigung der gegebenen Raumverhältnisse sichergestellt werden.

Durch den Einsatz von Simulation und Visualisierung konnte die Planung neuer Produktionsprozesse in der Gießerei Kiel und die Ermittlung und Diskussion von Planungsvarianten durch die Fachexperten unterstützt werden.

Auf Basis einer Materialflusssimulation wurden verschiedene Ideen und Strategien für die geplante Produktionsstrecke untersucht und bewertet. Verschiedene Konfigurationen, wie z.B. die Reihenfolge von Arbeitsschritten, der Personaleinsatz, aber auch die Dimensionierung von

Puffergrößen, konnten getestet werden. Die Überprüfung der erforderlichen Produktionskennzahlen ergab, dass eine Verbesserung der Planungssicherheit erzielt werden konnte.

Eine interaktive Visualisierung veranschaulichte die Simulationsergebnisse und versetzte als Diskussionsplattform auch die Fachexperten in die Lage, die simulierten Produktionsprozesse selbstständig zu analysieren und zu diskutieren.

### Projektpartner

- Gießerei Kiel GmbH



Bild 2: Visualisierung der Materialflussprozesse im 3-D-Modell.



# SEVENPRO – Semantisch-virtuelle Engineering-Umgebung zur Unterstützung von Produktentwicklungsprozessen

Dipl.-Inf. Matthias Strauchmann  
Telefon +49 391/40 90-114  
Matthias.Strauchmann@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Tina Haase  
Telefon +49 391/40 90-162  
Tina.Haase@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Die Produktlebenszyklen werden durch den technologischen Fortschritt sowie den steigenden Wettbewerbs- und Kostendruck stetig kürzer. Der anhaltende Trend der Individualisierung sorgt für immer mehr Produktvarianten bei gleichzeitig steigender Komplexität. Dies zwingt die Unternehmen, die Entwicklungszeiten für Produktinnovationen zu verkürzen und diese in immer geringeren Zeitabständen auf dem Markt zu platzieren. Die Herausforderung, der sich Unternehmen dadurch gegenübersehen, ist die Intensivierung der Teamarbeit zwischen Produktentwicklung, Konstruktion und Fertigungsprozessentwicklung. Die Vernetzung der Arbeitsabläufe ermöglicht eine schnellere und effektivere Produktentwicklung durch teamübergreifende bzw. unternehmensübergreifende Nutzung und effiziente Wiederverwendung von existierenden Produktdaten.

Der Schwerpunkt des Projekts lag auf der Integration heterogener Produktdaten sowie ihrer Verwaltung, semantischen Verknüpfung und visuellen Präsentation in einer virtuellen Umgebung.

## Konzept und Vorgehensweise

Die explizite maschinenverständliche Repräsentation von Wissen spielt eine tragende Rolle bei Produktentwicklungsprozessen. Da Wissen oder Bedeutung von Information nur mithilfe von Semantik vermittelt werden kann, wurde ein ontologiebasierter Ansatz verwendet. Dieser Ansatz ermöglicht nicht nur das Verstehen der Bedeutung von Informationen durch den Menschen, sondern auch das maschinelle Interpretieren und Weiterverarbeiten dieser Informationen. Im Unterschied zur Informationsgewinnung durch Informationsextraktion, die auf unstrukturierten Daten operiert, setzt die semantische Technologie Metadaten voraus. Die semantische Datenmodellierung erlaubt die Einführung einer Abstraktionsebene, um heterogene und verteilte Produktdaten miteinander zu verknüpfen. Dies ermöglicht es, alle relevanten Produktdaten in einer integrierten Umgebung bereitzustellen, d.h. bestehende Systeme, wie Enterprise Resource Planning (ERP), Produktdatenmanagement (PDM) usw., werden durch diesen Ansatz nicht ersetzt, sondern mittels Ontologien integriert. Die Ontologien dienen somit als Grundlage für die Speicherung der Produktdaten und deren logischen Verknüpfungen.

Für die Generierung der Metadatenbasis aus den existierenden Datenquellen wurden Module zur semantischen Annotation entwickelt, die aus der umfangreichen Menge von Daten, die während des Engineering-Prozesses erzeugt werden, die relevanten Informationen entsprechend der Ontologien extrahieren. Der Schwerpunkt lag dabei auf der semantischen Annotation von CAD-Modellen, PDM- und ERP-Quellen sowie Textdokumenten. Der Zugriff auf die Metadatenbasis erfolgt über Agenten. Die Agenten steuern die Ausführung der Annotationsmodule und regeln bzw.

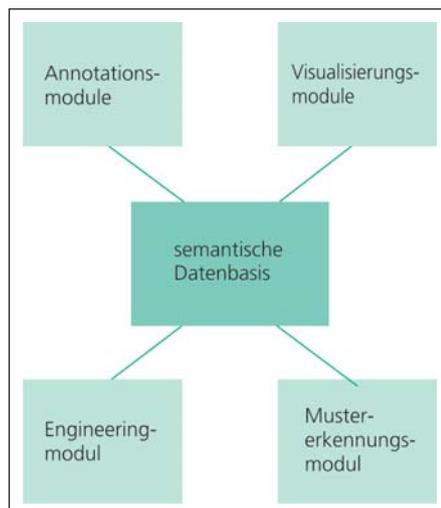


Bild 1: Module der integrierten Entwicklungsumgebung.

Das Projekt SEVENPRO wurde von der Europäischen Union innerhalb des 6. Rahmenprogramms INFORMATION SOCIETY TECHNOLOGIES (IST) als Forschungs- und Entwicklungsprojekt (RTD) gefördert.

Laufzeit: 01.01.2006 bis 31.10.2008  
(Vertragsnummer: FP6-027473)



# ErgoLab – Ergonomische und anthropometrische Untersuchungen von Steharbeitsplätzen

Dipl.-Des. (FH) Antje Haase  
Telefon +49 391/40 90-484  
Antje.Haase@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Sporting. Nico Langenbeck  
Telefon +49 391/40 90-486  
Nico.Langenbeck@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Steffen Masik  
Telefon +49 391/40 90-127  
Steffen.Masik@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Die Ergonomie dient der Optimierung von Arbeitsprozessen, -plätzen und -bedingungen, insbesondere bezogen auf den arbeitenden Menschen. Ein ergonomisch gut konzipierter Arbeitsplatz verhindert Arbeitsausfälle und verringert die damit verbundenen Kosten für Arbeitgeber und Arbeitnehmer sowie Berufsgenossenschaften und Krankenkassen. Die anthropometrische Arbeitsplatzgestaltung strebt die förmliche und räumliche Anpassung der Bestandteile des Arbeitsplatzes an den menschlichen Körper und seine Gestalt an.

Im Rahmen der klassischen Ergonomie- und Anthropometrieuntersuchungen lassen sich Belastungsanalysen durchführen und die Arbeitssituation für den Arbeitnehmer während des Betriebs oder schon in der Planungsphase verbessern, indem z.B. zusätzliche Werkzeuge zur Verfügung gestellt, ungünstige Arbeitshaltungen, insbesondere auch für besonders kleine oder große Arbeitnehmer, vermieden oder Bearbeitungstakte angepasst werden. Damit können hohe Arbeitsbelastungen gesenkt und die volle körperliche Leistungsbereitschaft erhalten werden.

Zielstellung des Projekts ErgoLab war es, klassische Methoden der Ergonomie- und Anthropometrieuntersuchungen von Steharbeitsplätzen aufzugreifen und mit modernen computergestützten Bewegungserfassungsverfahren zu ergänzen. Im Rahmen der klassischen Untersuchungen wurden Arbeitsplätze bisher häufig nur statisch und abgekoppelt vom eigentlichen Prozess analysiert. Langzeitbelastungen und komplexe Arbeitsprozesse konnten somit nicht reell analysiert werden.

## Vorgehensweise

Die Untersuchungen werden in zwei Varianten durchgeführt, unter Laborbedingungen im Elbe Dom und am realen Arbeitsplatz.

### Laboruntersuchungen im Elbe Dom

Der Arbeitsplatznachbau, die Probanden und deren Arbeitsmittel werden hierfür mit speziellen retroreflektierenden passiven Markern versehen. Diese werden von 12 Infrarotkameras eines Trackingsystems erfasst und anschließend ausgewertet. Parallel werden Muskelaktivitäten mit Elektromyographie (EMG)-Sensoren und Druckbelastungen des Fußes mithilfe von Fußdruckmesssohlen aufgenommen. Aus den daraus resultierenden Bewegungsdaten, Muskelbeanspruchungen und Fußdruckbelastungen, Winkel-, Abstands-, Kraft-Moment- und Beschleunigungsberechnungen können dann Rückschlüsse auf Belastungen des menschlichen Körpers und die Gestaltung des Arbeitsplatzes sowie der Arbeitsprozesse gezogen werden.

### Untersuchungen am Arbeitsplatz

Am realen Arbeitsplatz wird nicht nur eine subjektive Analyse durchgeführt, sondern zusätzlich auch Untersuchungen mit EMG- und Fußdruckmesssystemen. Hierbei werden zum einen die Belastungen der Muskulatur, z.B. im Oberkörperbereich, durch Elektroden an den ausgewählten Muskeln und mit den integrierten Sensoren in den Schuhsohlen gemessen und zum anderen die Druckbelastung der Füße. Die daraus ermittelten Daten bieten eine Vergleichsmöglichkeit mit den Daten aus dem Labor und lassen Schlüsse auf mögliche Abweichungen und Messfehler zu.

## Ergebnisse und Nutzen

Die aus den Untersuchungsmethoden resultierenden Ergebnisse geben einen umfassenden Einblick in den Arbeitsablauf der Probanden und die spezifischen körperlichen Belastungen des Arbeitsplatzes und -prozesses. Durch die Synchronisation der unterschiedlichen Messsysteme können die aufgenommenen Daten übergreifend betrachtet werden. Die Auswertung der Daten erfolgt semi-automatisch über eine im Fraunhofer IFF entwickelte Software. Durch zusätzliche Videoaufnahmen können die Gegebenheiten im Nachhinein noch einmal aufgezeigt bzw. nachvollzogen werden. Ferner werden Umgebungsfaktoren, wie beispielsweise Raumtemperatur, Geräuschpegel, Beleuchtung, Bodenbeschaffenheit sowie anthropometrische Merkmale gesammelt und ausgewertet. Anschließend werden diese nach den in Deutschland üblichen Normen ausgewertet.

Der Auftraggeber erhält je nach Problemstellung einen Bericht zu den Untersuchungsergebnissen und mögliche Verbesserungsvorschläge für die untersuchten Arbeitsplätze und -prozesse. Zusätzlich können aus CAD-Daten des Arbeitsplatzes und den aufgenommenen Bewegungsdaten 3-D-Animationen erzeugt werden, in denen die Untersuchungsergebnisse visuell dargestellt werden können.

## Ausblick

Die Weiterentwicklung des Untersuchungsprozesses unter Einbeziehung weiterer Messsysteme sowie die Erweiterung der Softwareschnittstellen und -analyseverfahren sind die wichtigsten Ziele der zukünftigen Forschung und Entwicklung des Fraunhofer IFF in diesem Bereich.

## Projektpartner

- Hermes Warehousing Solutions GmbH, Haldensleben
- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

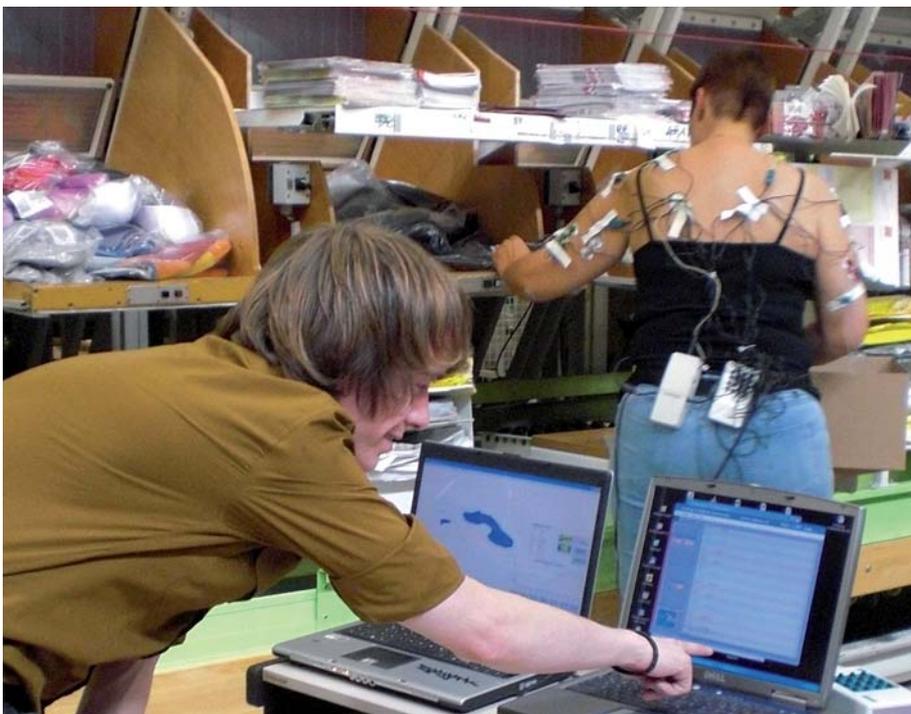


Bild: Untersuchung bei der Hermes Warehousing Solutions GmbH. Foto: Antje Haase



Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker  
Telefon +49 391/40 90-201  
Ulrich.Schmucker@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Torsten Böhme  
Telefon +49 391/40 90-234  
Torsten.Boehme@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Thomas Reek  
Telefon +49 391/40 90-203  
Thomas.Reek@iff.fraunhofer.de

### Ausgangspunkt

Das Projekt VEMOS widmet sich dem hochaktuellen Problemfeld des deutschen Maschinenbaus, der Entwicklung und dem Bau von Sondermaschinen und Anlagen, welche als komplexe mechatronische Systeme in praktisch allen produzierenden Bereichen zur Anwendung kommen.

Zielsetzung des Projekts war die Konzipierung, Entwicklung und Umsetzung eines durchgängigen virtuellen Entwurfsystems mechatronischer Systeme für die praktische Anwendung im Sondermaschinen- und Anlagenbau. Ein wesentliches Projektziel war dabei die frühzeitige Einbindung von kleinen und mittelständischen Unternehmen in die konzeptionellen Arbeiten und die Verbreitung der Ergebnisse insbesondere in den Unternehmen Sachsen-Anhalts.

### Konzeption

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden Mechanismen, Methoden und Werkzeuge entwickelt und anhand einiger typischer Produkte in Form von Referenzlösungen und -workflows getestet.

Die Neuartigkeit des Projektansatzes zur Erreichung der kompletten Durchgängigkeit besteht in der Kombination von Flexibilität hinsichtlich der anwendbaren CAD-/CAE- sowie Visualisierungswerkzeuge mit einer strengen Standardisierung in der inneren Darstellung der domänenübergreifenden Modellbildung und Simulation sowie einer standardi-

sierten Beschreibung domänenübergreifender Abhängigkeiten («Referenzen»). Diese Kapselung soll es den späteren Fachentwicklern, Konstrukteuren, Elektronikern, Programmierern usw. ermöglichen, das System ohne Spezialkenntnisse in Simulation, Datenbanken etc. einzusetzen.

Das Grundkonzept wurde bereits gemeinsam vom Fraunhofer IFF und von der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg im Rahmen des bestehenden Förderschwerpunkts »Automotive« des Landes Sachsen-Anhalt im Projekt CoMo entwickelt. Dieses Konzept ist jedoch speziell auf die Bedürfnisse von Automobilzulieferern und deren Schnittstellen zu Fahrzeugproduzenten (OEMs) ausgerichtet. Die dort einbezogenen Domänen umfassen neben der Konstruktion und den FEM-Berechnungen vor allem strömungsmechanische, thermodynamische, tribologische und elektrochemische (Brennstoffzelle) Modellierungen. Auch dort liegt der Schwerpunkt auf einer durchgängigen Datennutzung für verschiedene Simulationen, jedoch werden hier beispielsweise keine Co-Simulationen betrachtet.

Für das Projekt VEMOS wurde dieses Konzept für die Abbildung mechatronischer Systeme unter Berücksichtigung der Anforderungen des Sondermaschinen- und Anlagenbaus modifiziert. Hierbei wurde den iterativen Workflows bei der Produktentwicklung besonders Rechnung getragen und die automatisierte Modellerstellung konsequent weiterentwickelt. Darüber hinaus wurden umfangreiche Erfahrungen des Fraunhofer IFF im virtuellen Steuerungsentwurf und -test genutzt, um Konzepte für die automatisierte Erstellung von Steuerungsprogrammen zu entwickeln.

Das Projekt VEMOS wird durch das Land Sachsen-Anhalt gefördert.  
(ZWB-Nr. 0804/00041)

**Ergebnisse und Nutzen**

Mithilfe der entwickelten Workflows werden funktionale Simulationsmodelle aus einer CAD-Konstruktionsumgebung automatisiert erzeugt, damit Designer und Simulationsexperten bei der Erprobung sowie der Optimierung neuer mechatronischer Produkte leichter zusammenarbeiten können.

Im Rahmen des Projekts wurde unter anderem das Export-Plug-in »ProE2SIM« für die 3-D-CAD-Software ProENGINEER® entwickelt. Damit werden CAD-Daten direkt in die Simulations- und Animationswelt exportiert. Die Funktionalität des Exporters beschränkt sich nicht nur auf die simulationsrelevanten Bauteilparameter, wie Massen und Trägheits-

momente. Es werden auch Gelenke in primitive Achsen (Translation/Rotation) zerlegt und die Hierarchie der Bauteile wird entsprechend der kinematischen Kette des Modells für den Export aufbereitet. Als Ergebnis können die vorliegenden Daten direkt für eine Mehrkörpersimulation genutzt werden.

Damit wurden wichtige Lücken bei der funktionalen Modellbildung geschlossen. Die Grafik zeigt die erreichten Ergebnisse und gibt einen Ausblick auf die weiter geplanten Arbeiten.

In zukünftigen Arbeiten sollen auch CAE-Systeme anderer Domänen, wie z.B. ePLAN® für Elektro- und Fluidtechnik, in den Konvertierungsprozess einbezogen werden.

Der Gedanke der Verwendung von Daten aus Entwurfswerkzeugen für die automatisierte Erstellung von Modellen wurde für die Nutzung durch den Steuerungsingenieur weiterentwickelt. So ist dieser in der Lage, ein Konzept für die Steuerung bereits zu einer frühen Projektphase zu entwickeln. Das kann bereits an der Simulation der automatisiert erstellten funktionalen Modelle erfolgen.

**Ausblick**

Mit dem Projekt VEMOS konnten bereits wichtige Elemente der langfristigen Strategie des Kompetenzfelds Virtual Engineering des Fraunhofer IFF zur Schaffung durchgängiger Entwicklungs-, Modellierungs- und Simulationswerkzeuge für die virtuelle Produktentwicklung realisiert werden.

Der beschriebene Lösungsansatz für eine durchgehende Entwicklung mechatronischer Systeme sowie deren Erprobung in virtuellen Welten wird zukünftig am Fraunhofer IFF in Forschungsprojekten konsequent weiterentwickelt und in industriellen Applikationen gemeinsam mit kleinen und mittelständischen Unternehmen aus Sachsen-Anhalt umgesetzt werden.

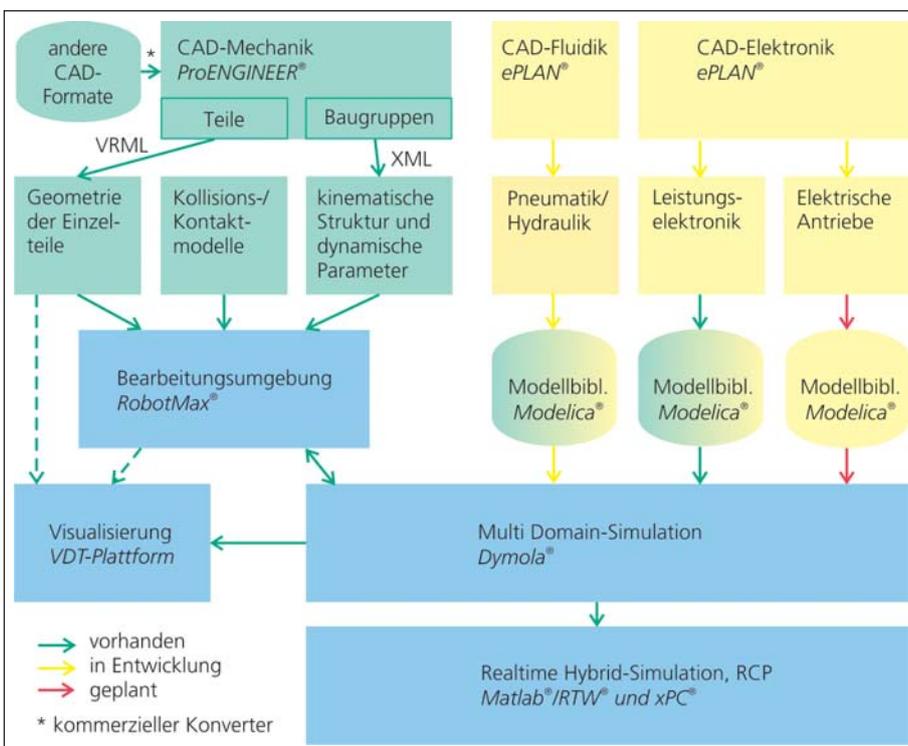


Bild: Funktionale Modellbildung von Elementen (Stand 2008).

# Automatische Roboterprogrammierung aus virtuellen Szenarien

Dipl.-Ing. Eric Bayrhammer  
Telefon +49 391/40 90-105  
Eric.Bayrhammer@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Inf. (FH) Matthias Kennel  
Telefon +49 391/40 90-104  
Matthias.Kennel@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Am Fraunhofer IFF konnten durch verschiedene Projekte Erfahrungen mit dem automatischen Aufbereiten von Daten aus virtuellen Szenarien gesammelt werden. Ein Beispiel hierfür ist die automatische Roboterprogrammierung für das Elektronenstrahlschweißen. Dieses Verfahren ist besonders anspruchsvoll aber auch extrem wirkungsvoll. Damit können metallische Materialien schneller und tiefer verbunden werden als mit den meisten anderen Schweißverfahren. Da die Luftmoleküle die Elektronen abbremsen würden, muss der Vorgang in stabilen Kammern im Hochvakuum durchgeführt werden. Der gesamte Prozess wird von außen gesteuert. Die eigentliche Arbeit übernimmt ein komplexer Schweißroboter, der den Elektronenstrahl auf der gewünschten Bahn über das Material führt.

Den gesamten Vorgang im Vorfeld genau zu berechnen, erweist sich als äußerst schwierig. Insbesondere wenn Teile mit gewölbten Flächen verschweißt werden müssen, war es bisher notwendig, den Roboter vor der eigentlichen Bearbeitung, bei geöffneter Kammer, manuell Millimeter für Millimeter auf der gewünschten Bahn entlangzuführen. Diese Vorbereitungsmaßnahmen binden sowohl Produktionsanlagen als auch Personal, oft sogar für mehrere Stunden.

Im Rahmen eines Projekts am Fraunhofer IFF wurde für die pro-beam AG & Co. KGaA in Burg, dem europäischen Technologieführer im Bereich der zivilen Elektronenstrahlschweißtechnik, ein Verfahren entwickelt, das es ermöglicht, Schweißnähte auf beliebigen, auch gewölbten Flächen virtuell zu definieren und anschließend daraus die Steuerungsbefehle für den realen Roboter zu generieren.

## Konzeption

Basis für das automatisierte Verfahren zur Generierung von Steuerungscode ist das dreidimensionale Modell des zu bearbeitenden Teils in einem beliebigen CAD-Programm. Dieses wird in der virtuellen Kammer positioniert und mit kleinen Hilfskörpern angereichert, welche die später vom Roboter abzufahrende Bahn markieren. Die Hilfskörper, extrudierte Dreiecke, werden am Beginn und am Ende einer Bahn positioniert. Das so vorbereitete Werkstück wird zusammen mit dem Modell der Kammer in einem standardisierten Austauschformat aus der CAD-Anwendung exportiert und in die vom Fraunhofer IFF entwickelte Anwendung geladen.

Die Anwendung kann die Bahn vom Start- zum Endpunkt verfolgen und die Zwischenpunkte extrahieren, welche vorher manuell vom Roboter angefahren werden mussten. Zur Steuerung des Roboters müssen die Winkel der Antriebe in den Gelenken für alle Zwischenpunkte bekannt sein. Da der Roboter aus sieben kinematischen (zwei translatorisch, fünf rotatorisch) und einer optischen Achse (Pendelrichtung des Strahls) besteht, und damit acht Freiheitsgrade besitzt, ist die Berechnung der inversen Kinematik (IK) hochgradig mehrdeutig und kann nicht mehr während des Verfahrenprozesses auf der Steuerung ausgeführt werden. Somit wird die Bestimmung der Achswinkel nun mit einem iterativen numerischen Lösungsverfahren auf einem PC durchgeführt.

Die berechneten Achsstellungen werden dann als Programm auf die Robotersteuerung übertragen. Das Roboterprogramm besteht aus vielen kleinen Verfahrbefehlen für alle extrahierten Zwischenpunkte. Die Steuerung wird dabei angewiesen, die Punkte mit Verschleifen anzufahren. Dadurch wird der Schweißroboter auf kontinuierlichen Bahnen bewegt.

Schließlich muss noch dem Problem Rechnung getragen werden, dass das Werkstück nicht ganz genau in der Position in die große Vakuumkammer gebracht werden kann, in der es sich virtuell in der Kammer befindet. Durch die Ausmessung zweier beliebiger Punkte des zu bearbeitenden Teils wird deshalb vor Erzeugung des Steuerungsprogramms die Verschiebung und Drehung des Teils parallel zum Boden der Kammer aufgenommen und in die Berechnung der Roboterkoordinaten einbezogen.

### Ergebnisse und Nutzen

Die bisherigen Arbeiten haben bewiesen, dass virtuelle Technologien schon sehr schnell nach deren Entwicklung Prozesse effektiver gestalten und durch eine bessere Auslastung der Anlage Kosten reduzieren. So wird das vom Fraunhofer IFF entwickelte System schon seit geraumer Zeit im produktiven Umfeld von pro-beam erfolgreich eingesetzt.

Wenngleich das vorgestellte Projekt eine Speziallösung für einen speziellen Wirtschaftszweig ist, ließen sich doch Erkenntnisse gewinnen, die sich auch bei anderen robotergeführten Bearbeitungsprozessen anwenden lassen. Das anpassbare Verfahren zur Berechnung der inversen Kinematik erlaubt dabei die virtuelle Steuerung von komplexen Robotersystemen mit mehr als fünf Freiheitsgraden, die von bisher verfügbaren kommerziellen CAM-Lösungen noch nicht behandelt werden können. Damit stellt das Ergebnis einen weiteren Schritt auf dem Weg zur Digitalen Fabrik dar.

### Ausblick

Prämisse bisheriger Arbeiten war ausnahmslos die Tatsache, dass das virtuelle und reale Bauteil als völlig formgleich betrachtet werden konnten. Die Abweichungen der Werkstücke von ihrem Soll waren dabei in Größenordnungen kleiner als die Ungenauigkeiten des Schweißprozesses. Mit zunehmender Größe der zu bearbeitenden Teile ist diese Bedingung jedoch nicht mehr unbedingt haltbar. Mit dem messtechnischen Abgleich der realen und virtuellen Werkstückgeometrie müssen auch Steuerungsbefehle angepasst werden. Auf diesem Gebiet ist jedoch noch viel wissenschaftliches Neuland zu beschreiten.

### Partner

- pro-beam AG & Co. KGaA, Burg

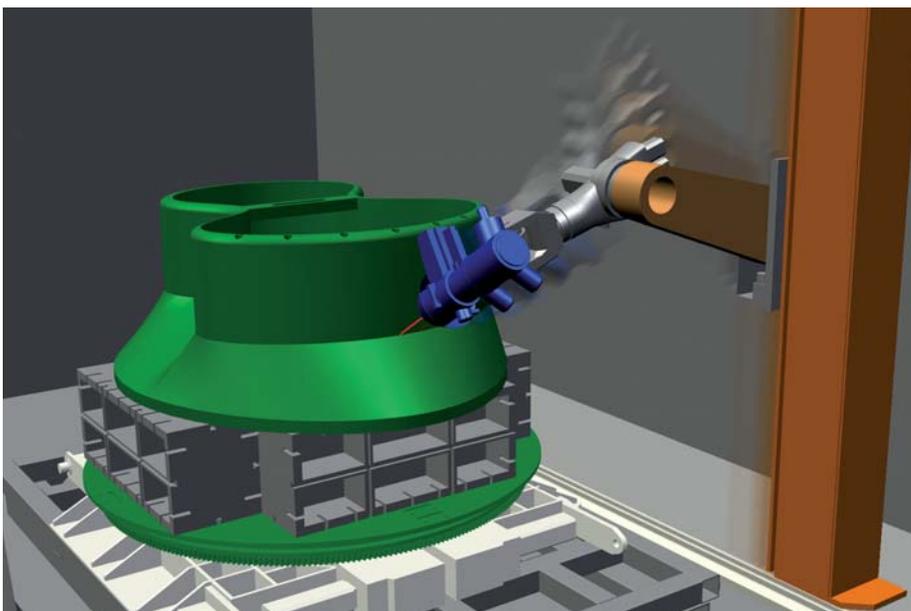


Bild: Simulation des Schweißroboters der pro-beam AG & Co. KGaA in Burg mit einem generierten Steuerungsprogramm.

# Ergonomisch optimierter Handführgriff – mit generativen Fertigungsverfahren schneller zur Marktreife

Dr.-Ing. Uwe Klaeger  
Telefon +49 391/40 90-809  
Uwe.Klaeger@iff.fraunhofer.de

## Motivation

In der Produktentwicklung spielt der Zeitfaktor eine entscheidende Rolle. Während das Überziehen der Entwicklungskosten um 50 Prozent lediglich eine Verringerung des budgetierten Gewinns um 3,5 Prozent nach sich zieht, verringert die Überschreitung der Entwicklungsdauer um sechs Monate den geplanten Gewinn bereits um ein Drittel. Im Sinne dieser Kriterien eines Time-to-Market sollte ein neuartiger Handführgriff für einen Leichtbauroboter der KUKA Roboter GmbH durch das Fraunhofer IFF entwickelt werden.

Neben der reinen Erfüllung seiner funktionellen Aufgaben wurden an die Entwicklung dieser Bedienerführung hohe ergonomische Forderungen gestellt. Hierbei lag das Hauptaugenmerk insbesondere auf der Realisierung einer möglichst einfachen und bedienerfreundlichen Gestaltung. Durch eine Reihe von konstruktiven, geometrischen und funktionalen Restriktionen stellte sich die Umsetzung der optimalen Lösung als komplexe Aufgabe dar.

Die größte Herausforderung ergab sich aus der Einhaltung der maximal zur Verfügung stehenden Bauteilabmessungen für den Griff, welche durch die vorgegebenen Verfahrenswege am Roboterarm auf 52 Millimeter begrenzt waren. Darüber hinaus musste die Integration des vom Kunden vorgegebenen Sicherheitsschalters einschließlich der Kabelführungen berücksichtigt werden. Weiterhin sollte die Quittierung der Befehlsausführung dem Bediener über Leuchtdioden angezeigt werden.

Aus Sicht der Bedienbarkeit ergaben sich zudem folgende Nutzeranforderungen an das Design des Handführgriffs:

- Die Bedienung des Roboters muss sowohl stehend als auch sitzend möglich sein.
- Die Handhabung des Roboters muss für unterschiedliche Handgrößen, männliche und weibliche, kleine und große Bediener, geeignet sein.
- Die Bedienung muss für Links- und Rechtshänder möglich sein.

## Vorgehensweise

Neben der Erfüllung der Vorgaben des Lastenhefts gingen die Entwickler des Fraunhofer IFF noch einen Schritt weiter. Das Design-Konzept für den ergonomisch optimierten Handgriff berücksichtigte zusätzlich die fertigungs- und gießgerechte Gestaltung der jeweiligen Komponenten. Damit sollte während der gesamten Entwicklungsphase sichergestellt werden, dass die einzelnen Bauteile später auch im Spritzgießverfahren hergestellt werden können und eine zeitaufwendige Nachmodellierung vermieden wird.



Bild 1: Der ergonomisch optimierte Handführgriff mit Tasterkappe, Leuchtelement und Anschlussflanschen.  
Foto: KUKA Roboter GmbH

Die designtechnische Entwicklung und Modellierung erfolgte mithilfe der Software Rhinoceros® und die konstruktive Umsetzung der 3-D-CAD-Daten in maschinenlesbare Formate über die Programme ProENGINEER® und Magics®.

Um letztendlich auch praktische Tests am Roboter durchführen zu können, wurden im abschließenden Schritt erste prototypische Funktionsmuster der Bedienelemente gefertigt. Hierfür wurden generative Fertigungstechnologien eingesetzt, da diese für solche Aufgaben nahezu ideal sind. Da es bei diesen Verfahren praktisch keine Einschränkungen hinsichtlich der zu fertigenden Formelemente gibt, sind selbst komplexeste Geometrien, wie beispielsweise Hinterschneidungen, problemlos herzustellen.

### Ergebnisse und Ausblick

Die Griff-Prototypen wurden aus pulverförmigen Polymerwerkstoffen im Selective Laser Sintering-Verfahren (SLS) gefertigt, die Tasterkappe (schwarz) und das transparente Leuchtsegment mittels Vakuumgießen. Für die Bauteile wurden serienidentische Werkstoffe, wie Polyamid, Gummi und Acryl-Butadien-Styrol (ABS), verwendet, um aussagefähige und reproduzierbare Ergebnisse in den Funktionstests zu erzielen.

Von der Anfrage bis zum Vorliegen der ersten Funktionsprototypen vergingen insgesamt nur drei Monate. Die ersten Tests unter praktischen Bedingungen verliefen erfolgreich und alle beteiligten Testpersonen äußerten sich ausschließlich

positiv über die gelungene Gestaltung des Handführgriffs.

Im nächsten Schritt sollen die Voraussetzungen für den Anlauf einer Kleinserienfertigung geschaffen werden. Schwerpunkt bildet hierbei vor allem die Optimierung der Bauteilgeometrien als Voraussetzung für die gießgerechte Gestaltung der Formwerkzeuge.

### Projektpartner

- KUKA Roboter GmbH, Augsburg



Bild 2: Der neuentwickelte Handführgriff im Einsatz.  
Foto: KUKA Roboter GmbH



# Werkzeuge für nanoskalige Montageoperationen

Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker  
Telefon +49 391/40 90-201  
Ulrich.Schmucker@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Matthias Neitzel  
Telefon +49 391/40 90-278  
Matthias.Neitzel@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Einen Weg zur effektiven Herstellung komplexer Nanostrukturen bieten Konzepte der Selbstorganisation. Ähnlich wie bei makroskopischen Montageaufgaben z.B. Gravitations- oder Federkräfte sinnvoll verwendet werden, können Kräfte auf der Skala weniger Nanometer prinzipiell genutzt werden, um Montageoperationen zu ermöglichen.

Auf einer Skala von ca. 1 bis 100 Nanometern wirken zwischen Objekten der gleichen Größenordnung verschiedenartige Kräfte hauptsächlich aufgrund elektromagnetischer Felder und thermodynamischer Effekte. Reichweite und Wirkung dieser Kräfte unterscheiden sich grundsätzlich von den bekannten makroskopischen Effekten und sind in ihrer Natur und Wechselwirkung untereinander bisher nur wenig erforscht.

Will man diese Kräfte für eine selbstorganisierende und hochparallele nanoskalige Montage nutzen, bedarf es zunächst eines grundlegenden und tiefen Verständnisses der genannten Mechanismen. Dieser Aufgabe stellte sich das Projekt PARNASS. Wissenschaftler der schwedischen Universitäten Halmstadt und Lund, der spanischen Universität Taragona, der Leipziger Universität, des Fraunhofer IFF sowie des Herstellers von Ionenstrahlanlagen Raith GmbH aus Dortmund führten theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Wechselwirkung von verschiedenen Nanopartikeln und Substraten durch und entwickelten spezielle Analyse- und Fertigungstools. Im Vordergrund steht dabei auch die Frage, wie man durch geschickte Auswahl, chemische Modifizierungen und mechanische Strukturierungen von Nanopartikeln und Substraten selbstorganisierende Montageprozesse ermöglichen kann. Funktioniert dieser Ansatz, lassen sich mit heute beherrschbaren und

weitgehend bekannten Technologien hochselektive chemische Sensoren mit extremer Empfindlichkeit bis zum Einzelmolekülnachweis kostengünstig und in großer Stückzahl produzieren.

## Konzept

Ein wichtiges Element des Projekts war der Entwurf und der Aufbau eines automatischen Messsystems zur Untersuchung der Kräfte, die zwischen Nanopartikeln und Oberflächen sowie zwischen den Nanopartikeln selbst wirken. Dieser vom Fraunhofer IFF entwickelte Nano-Kraft-Analyzer basiert auf der Kombination von drei etablierten Untersuchungs- und Herstellungsverfahren in einem Gerät, der Rasterkraftmikroskopie (AFM), der Raster-Elektronen-Mikroskopie (REM) und der Ionenstrahl-Lithografie (FIB).

Kernstück des Geräts ist ein vom Fraunhofer IFF entwickelter automatischer Werkzeugwechsler mit extrem hoher Positioniergenauigkeit. Als Werkzeuge können alle Hilfsmittel zum Einsatz kommen, um die Oberfläche oder Proben zu charakterisieren oder zu modifizieren, einschließlich der Manipulation von Nanopartikeln. Beispielsweise kann die Rasterkraftmikroskop (AFM)-Sonde nicht nur als Sensor verwendet werden, sondern ebenso als Werkzeug oder Greifer zum Bearbeiten von Proben und Oberflächen. Der Wechsler hat dabei die Aufgabe, verschiedene solcher Werkzeuge mit einer Genauigkeit von ca. 20 Nanometern am Untersuchungsobjekt zu positionieren. Zum Vergleich: bei einem üblichen manuellen Wechsel erreicht man im günstigsten Fall ca. 10 Mikrometer. Zudem muss bei Untersuchungen im Vakuum jedes Mal die Kammer geöffnet und anschließend neu evakuiert werden.

Das Projekt PARNASS (Parallel Nano-assembly directed by short range field forces) wurde von der Europäischen Union gefördert. (Förderkennzeichen: NMP4-CT-2005-017071)

Das Gerät lässt sich für eine Vielzahl von Anwendungen einsetzen:

- für Messungen der Kraftwechselwirkung zwischen Nanopartikeln und einer Substratoberfläche sowie der Kräfte Wirkung zwischen den Nanopartikeln selbst,
- für Geometrie-Messungen, wie Oberflächenaufnahmen und -vermessungen, um die äußeren Abmessungen von Nanopartikeln zu untersuchen und
- für den Einsatz als Nanomanipulator zur gezielten Herstellung oder Modifizierung von Nanostrukturen mittels der Rasterkraftmikroskop-Spitze.

Neben der geforderten Vakuumtauglichkeit gab es zwei Herausforderungen zu bewältigen. Der Platz in der Vakuumkammer ist äußerst begrenzt und durch zahlreiche Vorrichtungen belegt. Damit die Bildgebung der Raster-Elektronen-Mikroskopie (REM) und die Fertigungsgenauigkeit der Ionenstrahl-Lithografie

(FIB) nicht verschlechtert werden, dürfen zusätzliche Einbauten die elektromagnetischen Verhältnisse in der Kammer nicht beeinflussen. Dafür wurde ein miniaturisierter Wechsler entwickelt, an dem die Instrumente oder an einer verdrehbaren Aufnahme befestigt sind (Bild). Aufgrund der Anordnung der Drehachse sowie der Ausrichtung und Platzierung der Werkzeuge am Wechsler ist ein reproduzierbarer und lageorientierter Austausch in Bezug auf die optische Achse des Scanning Electron Microscope (SEM) gewährleistet.

#### Nutzen

Diese Lösung erzielt zwei wesentliche Vorteile:

- Sie verfügt über ein kompaktes Design: Eine kleinere mechanische Schleife eliminiert externes niederfrequentes mechanisches Rauschen und senkt die Höhe der thermischen Drift.

- Der Focus des REM und die Kraftsonden werden auf einer speziellen geometrischen Ortskurve in Übereinstimmung gebracht. Dadurch wird die erforderliche Genauigkeit der Positionierung und Ausrichtung erreicht. Es ist ausreichend, die Werkzeuge am Wechsler so zu positionieren und auszurichten, dass deren aktiven und sensitiven Teile auf dieser Kurve liegen.

Ein vollständiger Wechslerzyklus für zwei benachbarte Werkzeuge dauert 5 bis 10 Sekunden. Beim Wechseln erfolgt zunächst eine Grobausrichtung mit Genauigkeit von weniger als 10 Mikrometern. Die Feinpositionierung geschieht durch zwei integrierte Piezoaktoren. Dadurch verbesserte sich die Positioniergenauigkeit auf unter 20 Nanometer.

#### Projektpartner

- Halmstad University, Schweden
- Lund University, Schweden
- Rovira i Virgili University, Tarragona, Spanien
- Universität Leipzig
- Raith GmbH, Dortmund

Weitere Informationen zum Projekt PARNASS unter: [www.parnass-nano.de](http://www.parnass-nano.de)

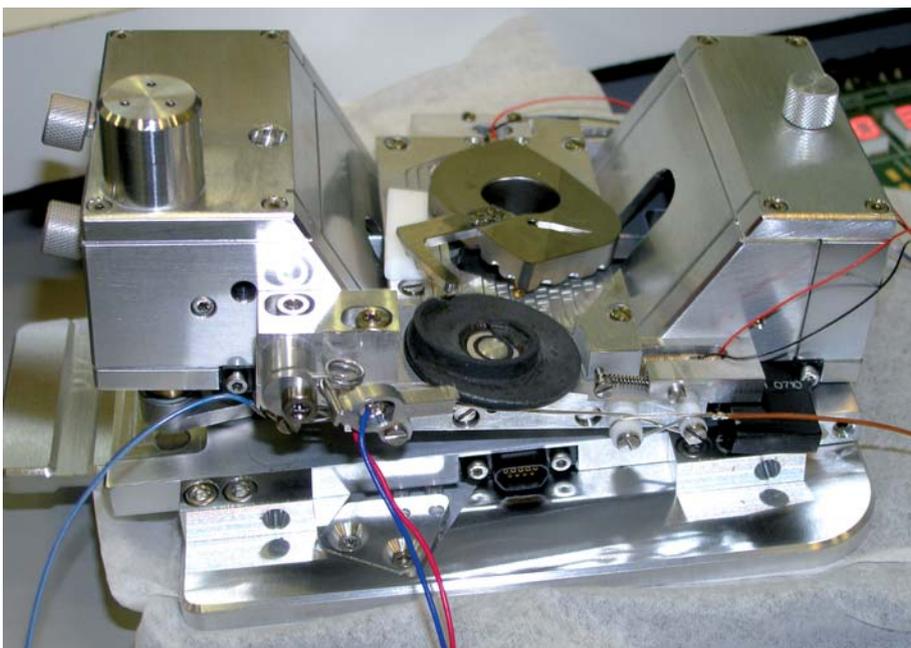


Bild: Ansicht des 3fach-Sondenwechslers im Rasterkraftmikroskop der Firma Nanonics Imaging Ltd. Foto: Raith GmbH



Dipl.-Ing.-Inf. Johannes Tümler  
Telefon +49 391/40 90-715  
Johannes.Tuemler@iff.fraunhofer.de

Jens Grubert B.Sc.  
Telefon +49 391/40 90-715  
Jens.Grubert@iff.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Rüdiger Mecke  
Telefon +49 391/40 90-146  
Ruediger.Mecke@iff.fraunhofer.de

## Nutzerbezogene Entwicklung und Untersuchung mobiler AR-basierter Werkerassistenzsysteme

### Motivation

In der industriellen Fertigung ist die Bereitstellung von Informationen zur korrekten und effizienten Durchführung manueller Arbeitsaufgaben unabdingbar. Dies gilt insbesondere bei der Sicherstellung von Produktionsstandards für komplexe Produkte mit hoher Variantenvielfalt. Bestrebungen gehen dahin, den Menschen bei der Ausführung seiner Tätigkeiten durch Assistenzsysteme zu unterstützen. Durch mobile Augmented Reality (AR) können Informationen situationsgerecht im Sichtfeld von Anwendern, z.B. mit kopfgetragenen Anzeigegeräten, sogenannten Head Mounted Displays (HMD), dargestellt werden.

Obwohl das Potenzial der mobilen Augmented Reality zur Vermeidung von Fehlern und zur Verkürzung von Prozesszeiten bereits nachgewiesen wurde, ist

diese Technologie bisher nicht produktiv im industriellen Einsatz. Eine Ursache dafür besteht in dem ungenügenden Wissen hinsichtlich nutzerbezogener Aspekte. Das Fraunhofer IFF verfolgt deshalb das Ziel, Erkenntnisse über die nutzerorientierte Gestaltung von mobilen AR-Assistenzsystemen zur produktiven und beanspruchungsoptimierten Verwendung im industriellen Langzeiteinsatz zu erlangen. Derzeitige Laboruntersuchungen konzentrieren sich auf solche Fragestellungen, die vor Feldversuchen in industriellen Umgebungen beantwortet sein müssen. Hierbei gilt es, kritische Einflussparameter zu identifizieren, durch die eine Beanspruchung des Anwenders beim Einsatz der AR-Technologie ausgelöst wird. Eine Möglichkeit zur objektiven Identifizierung nutzerbezogener Probleme besteht in der Analyse der Herzratenvariabilität, der Heart Rate Variability (HRV).



Dieses Projekt wird vom BMBF gefördert.  
(Förderkennzeichen: 01 IM 08 001 L)

Bild 1: Proband beim Kommissionieren mit AR-System am Referenzarbeitsplatz des Fraunhofer IFF. Foto: Dirk Mahler

## Lösungskonzept

Am Fraunhofer IFF wurde ein Referenzarbeitsplatz aufgebaut, um arbeitsphysiologische und ingenieurwissenschaftliche Aspekte beim Langzeiteinsatz der AR-Technologie interdisziplinär zu untersuchen. Dieser Arbeitsplatz ähnelt einem industriellen Kommissionierbereich, an dem auftragsbezogenen Warenkörbe zusammengestellt werden. Damit wird eine realistische Belastung der Probanden bei gleichzeitig gut quantifizierbarem Arbeitsergebnis ermöglicht. Die Kommissionieraufträge werden auf zwei Arten dargeboten: Einerseits steht der vollständige Auftrag auf einer Papierliste, wobei die Liste sequenziell abzuarbeiten ist. Andererseits wird der auszuführende Auftrag auf einem mobilen AR-System mit Head Mounted Display (HMD) als Kombination aus Text und Hinweisobjekten angezeigt.



Bild 2: Blick durch das HMD.  
Foto: Dirk Mahler

In einem Probandentest wurde an dem Referenzarbeitsplatz bei 20 männlichen, freiwillig teilnehmenden und klinisch gesunden Personen mit einem Durchschnittsalter von  $25,9 \pm 2,81$  Jahren die objektive Beanspruchung durch den Einsatz eines AR-Systems ermittelt. Zur Bestimmung der Herzaktionen diente ein digitaler Langzeit-EKG-Rekorder, den die Probanden mitführten. Die Herzratenvariabilität (HRV) wurde anschließend aus der Folge der abgespeicherten Herzaktionen im Institut für Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät der Magdeburger Universität bestimmt und analysiert. Gleichzeitig wurde die Arbeitsleistung, d. h. die Anzahl der Arbeitsschritte pro Zeit und die Anzahl der Kommissionierfehler pro Auftrag, erfasst und ausgewertet.

## Ergebnisse

Für die Analyse wurde der Versuch in sieben Phasen eingeteilt, die für die Vergleichbarkeit im Leistungsspektrum (Frequenzbereich) jeweils aus zehnteiligen Abschnitten bestanden. Die Herzfrequenz änderte sich beim Übergang aus der liegenden in die stehende Position sowie bei Beginn der Arbeit bzw. umgekehrt. Im Verlauf der Arbeit (drei Arbeitsphasen) sind jedoch keine signifikanten Veränderungen der Herzfrequenzwerte ersichtlich. Nach Abschluss des Versuchs kehrt die Herzfrequenz wieder zum Ausgangswert zurück.

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen AR- und Papiervariante während dieser sieben Phasen ermittelt. Daneben wurde zudem ermittelt, wie viele Fehler bei Verwendung des AR-Systems im Vergleich zur Papierliste entstanden. Pro 1.000 Teile wurden mit AR im Schnitt  $1,7 \pm 1,1$  Teile fehlerhaft gegriffen und  $1,3 \pm 0,9$  Teile zu viel oder zu wenig entnommen. Mit der Papierliste hingegen wurden  $6,9 \pm 3,5$  Teile fehler-

haft gegriffen und  $2,3 \pm 2,6$  Teile zu viel oder zu wenig entnommen. Das zeigt das Potenzial von AR zur Fehlervermeidung deutlich auf.

## Ausblick

Zur statistischen Absicherung der hier ermittelten Ergebnisse und für eine praktische Nutzung der neuen Technologie sind weitere Versuche mit einem verbesserten AR-System und einer längeren Arbeitszeit am Referenzarbeitsplatz vorgesehen. Dabei werden neben weiteren HRV-Untersuchungen zur Beanspruchungsbewertung beim Einsatz verschiedener HMDs auch Verfahren wichtig, die wahrnehmungspsychologische Aspekte und subjektive Beanspruchungsmaße einbeziehen. Mittelfristig soll damit die Erstellung humanzentrierter, industrietauglicher AR-Systeme sowie deren Einsatz in der Industrie unterstützt werden.

## Projektpartner

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Arbeitsmedizin
- Bauhaus Universität Weimar, Psychophysiologie und Wahrnehmung
- Volkswagen AG Konzernforschung, Virtuelle Techniken, Wolfsburg

# Virtuelle 3-D-Stadtmodelle in der urbanen Planung und der touristischen Anwendung

Andreas Höpfner M.Sc.  
Telefon +49 391/40 90-116  
Andreas.Hoepfner@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Nicole Mencke  
Telefon +49 391/40 90-781  
Nicole.Mencke@iff.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Rüdiger Mecke  
Telefon +49 391/40 90-146  
Ruediger.Mecke@iff.fraunhofer.de

## Motivation

In vielen ostdeutschen Städten ist die städtebauliche Situation von einem radikalen, bis dato nicht dokumentierten Strukturwandel gekennzeichnet. Neue Stadtprofile entstehen in einem sehr engen Zeitrahmen und unterliegen nicht den bekannten allmählichen Anpassungsprozessen. Dies stellt massive Anforderungen an einen intelligenten Stadtumbau unter Einbeziehung der gesamten Infrastruktur. Innovative informationstechnische Systeme können dabei wertvolle Dienste leisten, u.a. bei der Kosten-/Nutzenbetrachtung, der angestrebten intensiven Bürgerbeteiligung oder der Dokumentation bzw. Kommunikation von Entwicklungskonzepten und von neuen Stadtprofilen.

Technologien der virtuellen Realität sind in vielen Bereichen dieses massiven Wandels sinnvoll einsetzbar. Neben anschaulichen Präsentationen, räumlichen Analysen und detaillierten städti-

schen Raumnutzungsplanungen stellt der Einsatz in der Tourismusbranche einen aktuellen Verwendungszweck interaktiver urbaner 3-D-Visualisierungen dar.

## Vorgehensweise

Technologien der virtuellen Realität bilden sowohl in der Stadtplanung als auch in der Tourismusbranche die Grundlage, um neuartige und innovative Systeme, wie z.B. interaktive 3-D-Visualisierungen, in der Anwendung zu etablieren. Der erste Schritt zur Generierung einer virtuellen Stadt beinhaltet die Modellierung der benötigten 3-D-Gebäude auf der Basis einer digitalen Stadtgrundkarte. Für fotorealistische Darstellungen werden die Modelle mit Texturen, basierend auf aufbereiteten digitalen Fotos, versehen. Nach der Überführung der texturierten Modelle in die virtuelle 3-D-Welt werden darüber hinaus Umgebungsstrukturen, wie Vegetation, Straßenmobiliar und -beleuchtung, integriert. Durch das Anle-



Bild 1: Virtuelle Darstellung des Besucherzentrums in der Lutherstadt Eisleben.

gen von Rundflügen und interaktiven Funktionalitäten wird das statische Gebäudemodell mit Leben gefüllt. Hintergrundmusik und eine szenenrelevante Geräuschkulisse tragen ebenfalls zur gesteigerten Immersivität der interaktiven urbanen 3-D-Visualisierungen bei. Nach Integration von projektbezogenen Zusatz- und Metainformationen sind die 3-D-Szenarien für den Einsatz in der Stadtplanung und der touristischen Anwendung bereit.

Für die Lutherstadt Eisleben wurden auf diese Weise verschiedene IBA-Projekte dokumentiert. Im Besucherzentrum der Stadt wurde das virtuelle 3-D-Modell der Lutherstadt Eisleben auf die touristische Anwendung neu ausgerichtet und bezüglich Inhalt bzw. Funktionsumfang erweitert. Neben virtuellen Darstellungen zu den touristischen Highlights wird hier insbesondere die historische Bedeutung der Stadt fokussiert.

Als besonderes touristisches Highlight kann die Visualisierung im Besucherzentrum der Lutherstadt Eisleben mit einer großformatigen stereoskopischen Projektion erfolgen. Zur Visualisierung der virtuellen Inhalte kommt eine lizenzierte Version des Virtual Reality-Visualisierungssystems (Player) des Fraunhofer IFF zum Einsatz. Auf Basis dieser Software können die erstellten Szenarien geladen und visualisiert werden.

Für das Besucherzentrum von Eisleben wird eine großformatige stereoskopische Projektion verwendet, bestehend aus zwei Projektoren mit Polfiltern, einem Projektorgestell sowie entsprechenden 3-D-Brillen. Durch die Nutzung einer geeigneten Projektionsfläche wird eine hohe Darstellungsqualität erreicht. Die Besucher der Stadt können sich über ein einfach zu bedienendes Steuerpult virtuell durch die Stadt bewegen und wahlweise zwischen normaler und stereoskopischer Projektion wechseln.



Bild 2: Petrikirche aus der interaktiven 3-D-Visualisierung der Lutherstadt Eisleben.

Die Touristen können eigenständig mit dem virtuellen 3-D-Stadtszenario interagieren, die Tourismusangebote bzw. historischen Stätten virtuell erleben und ihren Stadtrundgang vorab planen.

## Ergebnisse

Am Beispiel des virtuellen Modells der Lutherstadt Eisleben konnte gezeigt werden, dass interaktive urbane Visualisierungen erfolgreich für die städtebauliche Planung als auch in der touristischen Anwendung eingesetzt werden können.

Der städtebauliche Fokus liegt meist auf der Darstellung von Planungsalternativen und der Entscheidungsfindung am realitätsnahen Objekt. Für den Nutzer sind die Visualisierungen intuitiv und frei steuerbar und stellen durch die Verwendung von Technologien der virtuellen Realität ein innovatives Präsentations- und Diskussionswerkzeug dar.

Mit der Integration aktueller und historischer touristisch relevanter Modelle, Informationen und Interaktionen werden urbane Visualisierungen einem erweiterten Anwenderkreis geöffnet. Das Nutzungsspektrum solcher Darstellungen wird dadurch immens gesteigert. Für die Stadtplanung, den Tourismus und das Standortmarketing empfiehlt sich zudem ein mobiler Einsatz auf internationalen Messen, mit 3-D-Präsentationen im Internet und die Integration der Visualisierung auf Präsentations-CDs.

## Projektpartner

- Lutherstadt Eisleben
- Touristeninformation Lutherstadt Eisleben e.V.



Dipl.-Inf. Marco Schumann  
Telefon +49 391/40 90-158  
Marco.Schumann@iff.fraunhofer.de

# AVILUS – Angewandte virtuelle Technologien im Produkt- und Produktionsmittellebenszyklus

## Motivation

AVILUS entwickelt und erprobt leistungsstarke Technologien im Kontext virtueller und erweiterter Realität mit dem Ziel, in Zukunft eine vollständige virtuelle Darstellung eines komplexen Produkts oder einer virtuellen Fabrik zu ermöglichen. Dieses vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Verbundprojekt zu angewandten virtuellen Technologien im Produkt- und Produktionsmittellebenszyklus ist eine tragende Säule der Innovationsallianz Virtuelle Techniken. Im Projekt AVILUS haben sich 28 leistungsstarke Partner, deutsche Industrieunternehmen, kleine und mittelständische Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen, zusammengeschlossen. Die Koordination hat die Volkswagen AG übernommen.

## Vorgehensweise und Ergebnisse

Das Fraunhofer IFF ist in AVILUS mit zwei Anwendungsbereichen der erweiterten Realität beteiligt.

Im Anwendungsbereich »Hybrider Betrieb« werden die bisher noch unzureichend berücksichtigten nutzerbezogenen Aspekte von Augmented Reality-Arbeitsplätzen untersucht. Dazu gehören die Ergonomie und die Akzeptanz der Gesamtsysteme sowie arbeitsmedizinische, wahrnehmungspsychologische und beanspruchungsphysiologische Faktoren bei der Langzeitnutzung. Diese Arbeiten werden in einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Experten der Bereiche Wahrnehmungspsychologie (Universität Weimar), Arbeitsmedizin (Universität Magdeburg) sowie den technischen Feldern der Informationstechnologie und Systemintegration (Fraunhofer IFF) durchgeführt.

Für die Untersuchungen wurde am Fraunhofer IFF ein Referenzarbeitsplatz entworfen, der sich an einem industriellen Kommissionierbereich orientiert, bei dem die Kommissionierer auftragsbezogene Teile aus dem Lager entnehmen und in einem Warenkorb zusammenstellen. Als Assistenzsysteme sind zunächst zwei mobile AR-Assistenzsysteme integriert, die einen Werker per Head Mounted



Das Projekt AVILUS wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung innerhalb des Förderprogramms »IKT 2020/Forschung für Innovation« mit dem Förderschwerpunkt »Virtuelle und Erweiterte Realität« gefördert. Laufzeit 01.03.2008 - 28.02.2011 (Förderkennzeichen: 011M08001)

Bild 1: An der roboterbasierten Logistikkelle wird der Einsatz virtueller Techniken für Vertrieb, Schulung und Training untersucht. Foto: Daniel Beier

Display oder Handheld-PC zum Entnahmepunkt navigieren. Die Beanspruchung der Probanden wird durch die Messung der Herzratenvariabilität mit einem EKG-Gerät ermittelt. Im Projektjahr 2008 begannen erste Untersuchungen zu den Auswirkungen des Langzeiteinsatzes der mobilen AR-Technologie.

Im Anwendungsbereich »Kundenzentrierte Produktpräsentation/-konfiguration« steht die Übertragung der Technologien zur bedienerfreundlichen Produktdarstellung und -interaktion auf definierte industrielle Anwendungen im Mittelpunkt. Am Beispiel einer roboterbasierten Logistikzelle werden die Möglichkeiten der augmentierten und virtuellen Realität und der Simulation im Hinblick auf ihren Einsatz für Vertrieb, Schulung und Training überprüft. Ein realer Arbeitsbereich im Technikum des Fraunhofer IFF wird durch ein 3-D-Modell im VR-Raum präsentiert und mit einer virtuellen roboterbasierten Logistikzelle überlagert. Anhand des 3-D-Modells können verschiedene Layouts der Zellengestaltung untersucht werden. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen

Erreichbarkeitsprüfungen, Kollisionskontrollen und Durchsatzanalysen. Dazu wird eine Logistikzelle, bestehend aus Knickarmroboter, Fördertechnikrichtungen und mehreren Ablagepositionen, installiert. Leistungsmerkmale dieser Roboterzelle sind u.a. das automatische Generieren von verschiedenen Packstrategien sowie das Greifen von Artikeln von einem laufenden Förderband. Zur Packmuster-generierung wird auf einen bereits vorhandenen Online-Packmusteralgorithmus des Projektpartners KUKA Roboter GmbH aufgebaut.

Im Projektjahr 2008 wurden zunächst die Schnittstellen präzisiert, die eine Verknüpfung des Robotersimulationstools, der VR-Präsentation im Elbe Dom und der Realaufnahmen der Logistikzelle ermöglichen sollen. Zum Aufbau der realen Logistikzelle wurde dem Fraunhofer IFF von KUKA ein Roboter mit Steuerung und Podest zur Verfügung gestellt, der zurzeit durch die Fördertechnik für die Umsetzung der logistischen Prozesse Palettieren und Depalettieren erweitert wird.

## Projektpartner

- Advanced Realtime Tracking GmbH, Weilheim
- Airbus Deutschland GmbH, Hamburg
- Bauhaus-Universität Weimar, Psychophysiologie und Wahrnehmung, Weimar
- Carl Zeiss AG, Oberkochen
- CeBeNetwork Engineering und IT GmbH, Bremen
- Daimler AG, Ulm
- EADS Deutschland GmbH, München
- Flexilution GmbH, Köln
- Forschungsuniversität Karlsruhe, Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik, Karlsruhe
- Howaldtswerke-Deutsche Werft GmbH, Kiel
- ICIDO GmbH, Stuttgart
- ifak Institut für Automation und Kommunikation e. V. Magdeburg, Magdeburg
- INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky, Esslingen
- KUKA Roboter GmbH, Augsburg
- KUKA Systems GmbH, Augsburg
- metaio GmbH, München
- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Arbeitsmedizin, Magdeburg
- Rittal GmbH & Co KG, Herborn
- RWTH Aachen
- Siemens AG, Nürnberg
- Technische Universität Clausthal, Institut für Informatik, Clausthal
- Technische Universität München, Informatik XVI – Anwendungen in der Medizin, München
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Informationstechnik im Maschinenwesen, München
- Universität Koblenz-Landau, Institut für Computervisualistik, Koblenz
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- 3DInteractive GmbH, Ilmenau

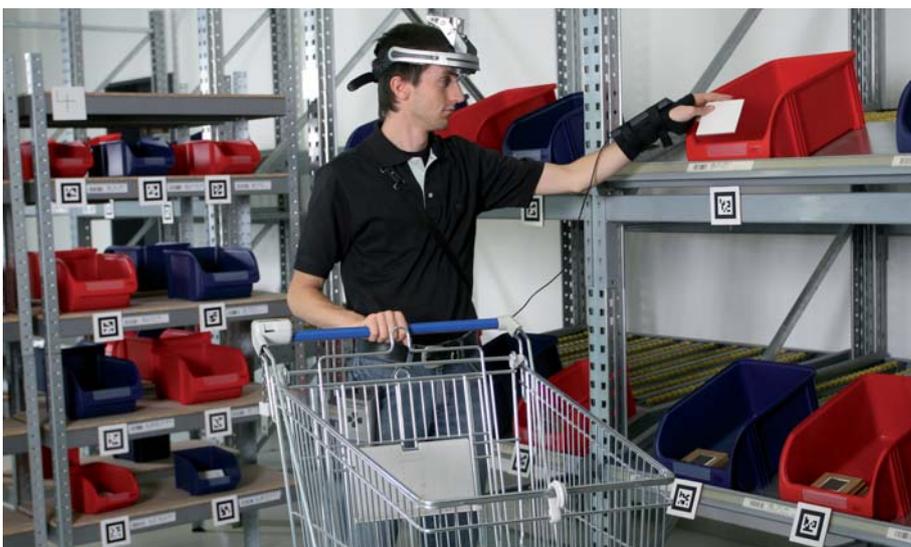


Bild 2: Ein Augmented Reality-System unterstützt den Mitarbeiter des Kommissionierbereichs bei seiner Tätigkeit. Foto: Dirk Mahler



# AVILUSplus – Angewandte virtuelle Technologien mit Langfristfokus im Produkt- und Produktionsmittellebenszyklus

Dipl.-Inf. Marco Schumann  
Telefon +49 391/40 90-158  
Marco.Schumann@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Die Fähigkeit, hochkomplexe Produkte zu entwickeln, herzustellen und zu betreiben, ist ein Markenzeichen deutscher Unternehmen. Produkte des deutschen Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbaus werden weit über die Ländergrenzen hinaus geschätzt. Deutschland zählt daneben zu den Hochlohnländern, weshalb der wirtschaftliche Erfolg zunehmend von der Organisation und wirtschaftlichen Effizienz der technischen Prozesse abhängt.

Vor dem Hintergrund der Forderung nach immer komplexeren und individuelleren Produkten kann diese Effizienz insbesondere durch den Einsatz virtueller Technologien gesteigert werden. Bislang am Markt verfügbare Softwareprodukte stoßen jedoch bei der Darstellungsqualität, der Verarbeitung großer Datenmengen, der natürlichen Interaktion in virtuellen Räumen, der echtzeitfähigen Simulation sowie bei geeigneten Eingabegeräten noch an ihre Grenzen.

Ein großes Konsortium mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft entwickelt im Rahmen des Technologieverbunds AVILUS leistungsstarke Technologien im Kontext virtueller und erweiterter Realität.

tät. Mit dem Start von AVILUS wurde schnell deutlich, dass auch ein Bedarf an Technologien mit einem längerfristigen Forschungsbedarf besteht.

Für diese Aufgabe haben sich im Projekt AVILUSplus neun renommierte Forschungseinrichtungen mit dem Fokus auf Anwendungs- bzw. Grundlagenforschung zusammengeschlossen. Die Erkenntnisse des virtuellen Kompetenznetzwerks zur virtuellen und erweiterten Realität (ViVERA), deren Partner bereits auf eine erfolgreiche Zusammenarbeit auf diesem Gebiet zurückblicken können, stellen für AVILUSplus die Basis dar.

## Themenschwerpunkte

Die thematischen Schwerpunkte der Teilprojekte von AVILUSplus entsprechen den von den AVILUS-Partnern vorgegebenen Technologien. In direkter Abstimmung mit den AVILUS-Partnern wurden ergänzende Forschungsarbeiten identifiziert, die ein hohes zukünftiges Einsatzpotenzial erwarten lassen.

Die Technologien in AVILUSplus sind fünf Themenschwerpunkten zugeordnet:

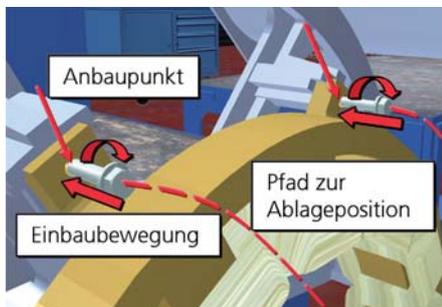


Bild 1: Der Aufwand zur Erstellung von virtuellen Montageanleitungen wird durch die Nutzung von Informationen aus PLM-Systemen verringert.

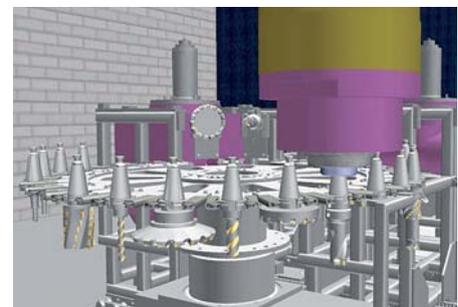


Bild 2: Virtuelle Inbetriebnahme eines Werkzeugwechsels durch Kopplung eines 3-D-Modells mit der realen NC-Steuerung.

Das Projekt AVILUSplus wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung innerhalb des Förderprogramms »IKT 2020/Forschung für Innovation« mit dem Förderschwerpunkt »Virtuelle und Erweiterte Realität« gefördert.  
(Förderkennzeichen: 011M08002)

### Information im Produkt-Lebenszyklus-Management-Prozess

Neben der reinen virtuellen Darstellung von Objekten sind Informationen notwendig, die das Verhalten sowie die Reaktionen auf die Interaktion des Benutzers beschreiben. Die Erfassung und Beschreibung dieser Informationen ist nach heutigem Stand der Technik nur durch einen aufwendigen Autorenprozess möglich. Ein Ziel der Technologieentwicklungen ist es deshalb, automatisierte Lösungen zu konzipieren. Zukünftig soll es möglich sein, anhand real durchgeführter Handlungsprozeduren virtuelle Abläufe automatisiert zu erstellen.

### Simulation und Rendering

Der produktive Einsatz und die Akzeptanz virtueller Technologien hängt davon ab, wie realistisch, detailliert und physikalisch korrekt Simulationen von komplexen Modellen und von Objektverhalten in VR-Umgebungen dargestellt werden können. Ziel ist hier die Entwicklung von Echtzeit-Simulationsverfahren für ein physikalisch korrektes Objektverhalten. Die physikalisch korrekte und möglichst hochwertige Wiedergabe von Produkten und ihrer Eigenarten ist für das Rendering bedeutsam. Ziel ist eine insgesamt realistischere und detailreichere Bildberechnung.

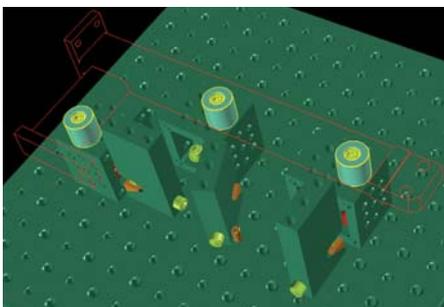


Bild 3: Darstellung der extrahierten Teile einer komplexen 3-D-Szene. Die automatisch vorgeschlagenen Objekte für den nächsten Arbeitsschritt sind rot dargestellt.  
Foto: Steffen Sauer

### Tracking

Die Verfolgung von realen Objekten, um Informationen über ihre Bewegung und ihre Lage zu erhalten, ist eine entscheidende Voraussetzung für die virtuelle und erweiterte Realität. Aktuelle Tracking-Lösungen verlangen speziell dafür markierte Umgebungen und Beleuchtungsverhältnisse sowie zeitaufwendige Kalibrierungsverfahren. In AVILUSplus sollen deshalb Kalibrierungsverfahren vereinfacht und die Verfahren des markierungsfreien Trackings hinsichtlich ihrer Robustheit verbessert werden.

### Interaktion

Mit der Entwicklung neuer Hardwarekomponenten werden neue konzeptionelle Modelle erforscht, die es dem Menschen ermöglichen, mit der virtuellen Welt in Kontakt zu treten. Die Forschungsarbeiten beschäftigen sich z.B. mit der bildbasierten Interaktion. Des Weiteren werden auch komplett neue Möglichkeiten der Interaktion zwischen Mensch und virtuellen Objekten, wie z.B. die Entwicklung einer taktilen Haut, untersucht. Die Vision ist hier, zukünftig eine direkte Interaktion von Mensch und Roboter in einer teils virtuellen und teils realen Umgebung zuzulassen.

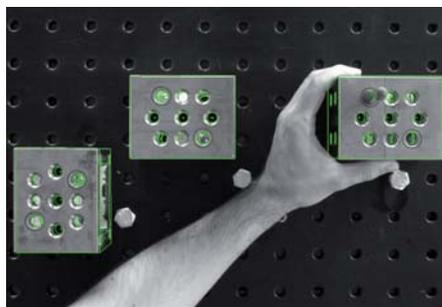


Bild 4: Lagekorrekte Überlagerung von CAD-Daten auf einem realen Kamerabild durch Positionserfassung der Kamera, Bildverzerrung und Rendering der Objekte.  
Foto: Steffen Sauer

### Geometrieerfassung

Die schnelle und präzise Erfassung realer Objekte ist die Voraussetzung, um Planungsfehler durch die Überlagerung von CAD-Daten und realen Modellen aufzuspüren. Forschungsschwerpunkte sind hier 3-D-Messverfahren, die mit AR-Technologien kombiniert werden können. Des Weiteren werden Methoden entwickelt, die Objekte erkennen und anhand der ermittelten Position und Orientierung den korrekten Ablauf eines Wartungs- oder Montagevorgangs überprüfen können. Der Einsatz dieser Technologie wird z.B. in Werkerassistenzsystemen erprobt.

### Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO Stuttgart
- Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE Kaiserslautern
- Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD Darmstadt und Rostock
- Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK Berlin
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU Chemnitz
- Deutsches Forschungszentrum für künstliche Intelligenz DFKI Saarbrücken und Kaiserslautern
- Technische Universität München TUM

# ViERforES – Virtuelle und Erweiterte Realität für höchste Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme

Dipl.-Inf. Marco Schumann  
Telefon +49 391/40 90-158  
Marco.Schumann@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Der größte Anteil der weltweit hergestellten Mikroprozessoren wird in eingebetteten Systemen, vom Haushaltsgerät bis zum Verkehrsflugzeug, verbaut. Eingebettete Systeme besitzen eine enorme technische und wirtschaftliche Bedeutung. Sie sind vielfältig in Kommunikationsbeziehungen zu anderen Systemen, wie z.B. mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, elektronischen oder der Informationstechnik, eingebunden.

Durch den Einsatz eingebetteter Systeme werden Sicherheit, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Produkten zunehmend über die Software gesteuert. Eingebettete Systeme sind in hohem Maße wettbewerbsbestimmend für die Branchen Fahrzeug-, Medizin-, Energie-, Produktions- und Materialflusstechnik, die im Projekt als Anwendungsbereiche (Bild 1) dienen.

Um diese Eigenschaften bei der Produktentwicklung, beim Test und in der Betriebsphase sicherzustellen, werden virtuelle Techniken mit unterschiedlichen Ausprägungen miteinander verbunden. Das sind zum einen die bereits bekannten auf virtuellen 3-D-Modellen basierenden Darstellungen von realen Produkten und zum anderen neue, leicht erlernbare und intuitiv verständliche Visualisierungen von deren Eigenschaften ohne physische Entsprechung. Durch die Zusammenführung dieser Technologien sollen Eigenschaften, die normalerweise nicht sichtbar sind, im virtuellen Raum Gestalt annehmen und veranschaulichen, wie sich die in Maschinen und Geräten integrierte Software verhält.

Ziel des Projekts ist die Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit komplexer technischer Systeme durch Vernetzung der in Bild 1 dargestellten Methoden und Technologien mit den genannten Anwendungsbereichen.

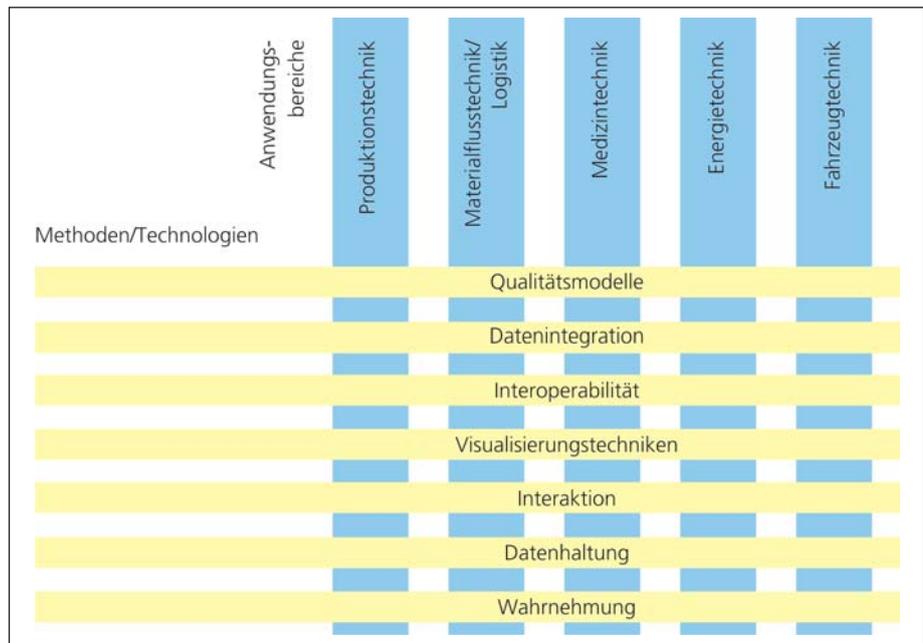


Bild 1: Vernetzung von Methoden und Technologien mit den ViERforES-Anwendungsbereichen.

Das Projekt ViERforES wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung innerhalb des Förderprogramms »IKT 2020/Forschung für Innovation« mit dem Förderschwerpunkt »Virtuelle und Erweiterte Realität« gefördert.

Laufzeit 01.07.2008 - 31.12.2010  
(Förderkennzeichen: 01IM08003)

## Konzept und Vorgehensweise

Die Umsetzung des Projekts erfolgt an konkreten, branchentypischen Anwendungen:

### Produktionstechnik

Neben einer sicheren Robotersteuerung bedarf es in der Produktionstechnik einer Technologie, die Personen und deren Bewegungen im Arbeitsraum des Roboters zuverlässig erfasst. Hierzu ist eine komplexe Multisensorik notwendig, die als eingebettetes System fungiert und nach festen Zeitvorgaben kommuniziert. Dabei sollen virtuelle Technologien die jeweilige Situation intuitiv erfassbar darstellen und Gefahrenpotenziale aufzeigen.

### Materialflusstechnik/Logistik

In der Materialflusstechnik/Logistik sollen zukünftig die Entscheidungssituationen visualisiert werden, die z.B. auch die Unsicherheiten der verwendeten



Bild 2: Interaktion mit einem Endoskop an virtuellen Organmodellen. Foto: Jens Grubert

Funksensor-Verfahren und der lokalen Logiken der »Eingebetteten Systeme« berücksichtigt. Dabei sind alle verfügbaren Prozessdaten, wie z.B. Auftrag, Intralogistik und Verkehrsmanagement, am mobilen Objekt und am Leitstand anzubieten, um den autonomen Logistikprozess überwachen zu können.

### Medizintechnik

Im Bereich der Medizintechnik (Bild 2) sollen virtuelle Technologien die Versorgungsqualität bei minimalinvasiven Operationen sicherstellen. Damit sollen leistungsfähige Trainingssysteme für die Ausbildung von Chirurgen sowie perspektivisch intelligente Operationsinstrumente entwickelt werden. Die Technologien sorgen für ein realitätsnahes »Erleben« der simulierten Operation.

### Energietechnik

In der Energietechnik sollen virtuelle Technologien den Betreibern von elektrischen Netzen und Energiewandlungsanlagen ermöglichen, Informationen zu visualisieren, um damit ihre Anlagen umfassend überwachen, Fehler rechtzeitig erkennen und gegebenenfalls notwendige Instandhaltungsmaßnahmen einleiten zu können.

### Fahrzeugtechnik

Um komplexe sicherheitstechnische Fragestellungen, die sich in der Fahrzeugtechnik aus dem massiven Einsatz von eingebetteten Systemen ergeben, beantworten zu können, sollen neuartige Methoden und Verfahren an der Schnittstelle zwischen Mechatronik, Software Engineering und virtuellen Technologien entwickelt werden. Damit sollen in diesen Systemen Sicherheit und Zuverlässigkeit nicht nur bewertet, sondern auch frühzeitig in den Entwurfsprozess einbezogen werden können.

## Ausblick

Das Projekt ViERforES begann im zweiten Halbjahr 2008 und ist zunächst für eine Laufzeit von zweieinhalb Jahren konzipiert. Während dieser Laufzeit wird aus den Forschungsfeldern des Projekts eine eigenständige Organisationsstruktur, das »Center for Digital Engineering«, an der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg entstehen. Ziel des im Aufbau befindlichen Centers ist es, neben ViERforES weitere Projekte zu diesem Forschungsschwerpunkt zu gewinnen und mit Unterstützung der beteiligten Fakultäten sowie den außeruniversitären Forschungseinrichtungen am Standort ein interdisziplinäres Team aufzubauen, das diesen Forschungsschwerpunkt eigenständig weiterentwickelt.

Darüber hinaus fließen die Projektergebnisse in Vorlesungen, Praktika, Workshops und Konferenzen ein mit dem Ziel der wissenschaftlichen Vertiefung und eines kurzfristigen Transfers in die Praxis. Die wirtschaftliche Relevanz der Forschungsarbeiten wird durch frühzeitige Einbindung assoziierter Industriepartner gesichert.

## Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE, Kaiserslautern
- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Technische Universität Kaiserslautern



Dipl.-Ing. Thomas Schulze  
Telefon +49 391/40 90-820  
Thomas.Schulze@iff.fraunhofer.de

## Innovationscluster VIDET: Schneller von der Idee zum Produkt

### Motivation

Die Förderung von Clusterinitiativen ist ein zentraler Teil der Hightech-Strategie der Bundesregierung. Im »Pakt für Forschung und Innovation« hat die Fraunhofer-Gesellschaft die Aufgabe übernommen, Innovationscluster zu konzipieren und umzusetzen, in denen regionale wirtschaftliche Stärken konsequent durch angewandte Forschung unterstützt und weiterentwickelt werden.

Das im Oktober 2007 in Magdeburg eingerichtete Innovationscluster VIDET steht für »Virtual Development, Engineering and Training« für den regionalen Großgeräte- und Anlagenbau und wird von der Fraunhofer-Gesellschaft, dem BMBF, dem Land Sachsen-Anhalt und den beteiligten Unternehmen finanziert.

Es bietet die Möglichkeit, das vorhandene Wirtschaftspotenzial der Maschinen- und Anlagenindustrie in der Region weiter auszubauen, neue Produktideen zu fördern sowie zur Sicherung von Arbeits-

plätzen im Land beizutragen. Mit dem Innovationscluster VIDET wird eine regionale Plattform für die Zusammenarbeit von Forschung und von Unternehmen zur Entwicklung neuer Produkte, deren Fertigung, Inbetriebnahme, Qualifizierung und Training aufgebaut.

Wichtigste Zielstellung des Innovationsclusters VIDET ist die direkte Umsetzung von Forschungsergebnissen aus dem virtuellen Engineering (VE) und der virtuellen Realität (VR) in reale Produkte und Verfahren. Mit VIDET wird eine konkrete Projektunterstützung für kleine und mittelständische Unternehmen erreicht, die sich eine solche Entwicklung aus eigener Kraft kaum leisten können.

### Startphase

Um eine möglichst schnelle wirtschaftliche Umsetzung der Forschungsergebnisse in der Startphase zu erreichen, wurden die Aktivitäten schwerpunktmäßig auf eine industrielle Branche, den



**SACHSEN-ANHALT**

Das Innovationscluster »VIDET« wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung über die Fraunhofer-Gesellschaft und vom Land Sachsen-Anhalt gefördert.

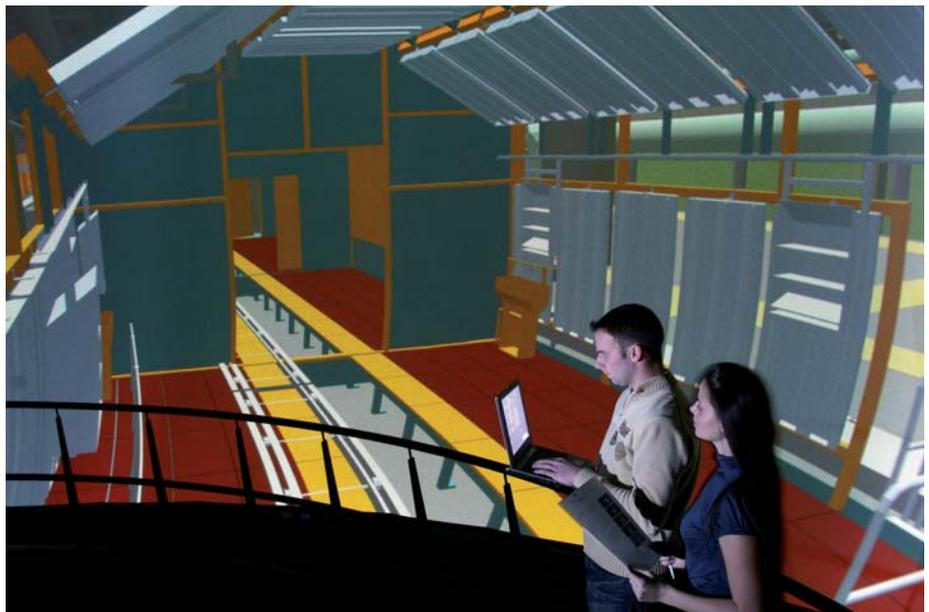


Bild: Arbeiten in der virtuellen Großanlage im Elbe Dom.  
Foto: Dirk Mahler

Großgeräte- und Anlagenbau ausgerichtet:

- Großwerkzeugmaschinen und -anlagen einschließlich Förderanlagen,
- chemischer Anlagen- und Apparatebau sowie
- alternative Energieerzeugungsanlagen.

Der Start des Innovationsclusters VIDET erfolgte mit 12 Industrieprojekten mit Unternehmen der Region. Das Leitprojekt »Virtuelle Entwicklung einer neuen Baureihe von Großwerkzeugmaschinen für die Großteilebearbeitung« für die SCHIESS GmbH in Aschersleben umfasst beispielsweise die durchgängige virtuelle Unterstützung über den gesamten Produktlebenszyklus einer neuen Großwerkzeugmaschine von der frühen Entwurfsphase über das Detail-Engineering und die Herstellung bis zur Inbetriebnahme. Parallel dazu wurden virtuell interaktive Schulungs- und Wartungsanleitungen für die Großwerkzeugmaschine entwickelt.

### Methodik

Alle Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden innerhalb von VIDET in drei Technologieplattformen realisiert:

- der virtuellen Produktentwicklung,
- der virtuellen Prozessgestaltung sowie
- der VR-basierten Ausbildung und Qualifikation.

Diesen Technologieplattformen liegt das aus der Software-Entwicklung bekannte »V-Modell« in der Erweiterung der VDI-Richtlinie 2206 zugrunde, das in VIDET mit der Anwendung von Virtual Engineering-Methoden konsequent auf die gesamte Prozesskette erweitert wird. Die Durchgängigkeit der Datenhaltung von Entwicklungs- und Prozessdaten hat bei allen Technologieplattformen eine besondere Bedeutung.

Referenzlösungen verringern Mehrfachmodellierungen im Entwicklungsprozess, schaffen neue, effiziente Schnittstellen zwischen verschiedenen Unternehmensanwendungen und liefern gleichzeitig eine durchgängige Datenbasis für das virtuelle Testen von Produkten und von Prozessen. Nur so lassen sich die Potenziale, die der Einsatz von VE-Technologien ermöglicht, auch zukünftig erschließen und eine Wiederverwendbarkeit der Ergebnisse gewährleisten.

### Ergebnisse

Im Jahr 2008 wurden 20 Industrieprojekte mit regionalen Partnern abgeschlossen. Bei der Umsetzung der Ergebnisse kooperieren im VIDET regionale Unternehmen neben dem Fraunhofer IFF auch mit weiteren regionalen Forschungseinrichtungen, wie dem Magdeburger Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme und der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Die am Fraunhofer IFF angesiedelte Geschäftsstelle VIDET koordiniert die Zusammenarbeit mit regionalen und thematischen Clustern, Verbänden, Netzwerken und Vereinen. Es wurden gemeinsame Vorträge, Ausstellungen, Messen und Workshops vorbereitet und durchgeführt.

Wichtige Partnernetzwerke sind:

- das Cluster SMAB – Sondermaschinen- und Anlagenbau Sachsen-Anhalt,
- das Automobilcluster Ostdeutschland (ACOD) und das Kompetenznetz MAHREG Automotive sowie
- der FASA – Zweckverband zur Förderung des Anlagenbaus in Sachsen-Anhalt e.V.

### Ausblick

Die Dynamik von VIDET aus dem Jahr 2008 gilt es, trotz globaler Finanz- und Wirtschaftskrise, beizubehalten. Das Projekt VIDET ist vorerst bis zum Jahr 2010 angelegt. Der Erfolg bislang abgeschlossener Projekte hat sich schon herumgesprochen. Immer mehr Unternehmen sind von dem Innovationscluster VIDET überzeugt. Es ist eine Erfolgsgeschichte, bei der beide Partner, die Wirtschaft und die Wissenschaft voneinander profitieren.

Darüber hinaus wird das strikt an Anwendungsprojekten orientierte Innovationscluster VIDET ergänzt durch eine Reihe weiterer Projekte aus den Bereichen der Grundlagen- und angewandten Forschung:

- AVILUS – Angewandte virtuelle Technologien im Produkt- und Produktionsmittellebenszyklus,
- AVILUSplus – Angewandte virtuelle Technologien mit Langfristfokus im Produkt- und Produktionsmittellebenszyklus sowie
- VIERforES – Virtuelle und Erweiterte Realität für höchste Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme.

Damit wird ein permanenter Zuwachs an Wissen, Methoden und Verfahren sichergestellt, durch den das Fraunhofer IFF auch langfristig in die Lage versetzt wird, Forschungsergebnisse auf höchstem Niveau direkt in die Praxis umzusetzen.

# PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGSFELDES PROZESS- UND ANLAGENTECHNIK



Foto: Dirk Mahler

# Effektiver und effizienter Umgang mit der Ressource Energie und deren innovative Gewinnung aus regenerativen Energiequellen

Dr.-Ing. Matthias Gohla, Geschäftsfeldleiter Prozess- und Anlagentechnik

Erneuerbare Energien, wie Biomasse, Wind- und Wasserkraft, Geothermie oder Solarenergie, sind seit langem bekannt und werden mit unterschiedlicher Ergiebigkeit genutzt. Die in Zukunft notwendige intensivere Nutzung all dieser Ressourcen ist zu einer wesentlichen Frage unserer Zeit geworden. Im Spannungsfeld der gegenwärtigen Energieversorgung mit der Dominanz von fossilen Energieträgern und der aus sicherheitstechnischer Sicht bestehenden Diskussion um Kernenergie ergeben sich auch für die zunehmende Nutzung regenerativer Energieträger neue Fragestellungen. Die intensive Nutzung von Biomasse als Energieträger kann z.B. mit dem Ziel einer umweltverträglichen Landwirtschaft und einer dauerhaften Ernährungssicherung kollidieren. Künftig ist daher auch die zunehmende energetische Nutzung anderer Festbrennstoffe, wie z.B. industrieller Reststoffe, zu erwarten.

Durch das begrenzte Potenzial an Energieträgern hat insbesondere der effektive und effiziente Umgang mit der Ressource Energie, auch der aus regenerativen Quellen, somit erste Priorität. Die Erschließung neuer Energiewandlungstechnologien, wie z.B. die Nutzung von

festen Bioenergieträgern zur Synthesegas- oder Methanolproduktion mit nachfolgender Stromerzeugung in Brennstoffzellen, kann zur Erreichung des Effizienzziels beitragen. Hinsichtlich einer gesamtbilanziellen, energetischen Betrachtung sind dem Ziel jedoch Schranken gesetzt, die aus dem technischen Aufwand zur Zielerreichung resultieren. So werden z.B. zur technisch aufwendigen Umsetzung eines Null-Energie-Hauses zusätzlich mindestens eine Million Kilowattstunden Primärenergie verbraucht. Damit könnte ein Einfamilienhaus herkömmlicher Bauart ca. 44 Jahre mit Heizwärme versorgt werden.

Dieser Zielkonflikt muss in naher Zukunft auch durch die Weiterentwicklung bestehender Technologien für effiziente, investiv tragbare und wirtschaftliche Energiewandlungsanlagen gelöst werden. Ein Beispiel dafür ist der Einsatz innovativer Verbrennungsverfahren in Kombination mit neuen Varianten des herkömmlichen Dampfkraftprozesses. Ein weiteres Effizienzziel ist die Reduzierung von Übertragungsverlusten in den Energieverteilungsnetzen, hier sind deshalb dezentrale Energiequellen zur Versorgung der Verbraucher mit ebenfalls dezentralem Charakter von Vorteil.

Zur Erreichung der genannten Effizienzziele konzentrieren sich die Forscher des Geschäftsfelds Prozess- und Anlagentechnik des Fraunhofer IFF auf die Erzeugung von Energie durch optimierte Energiewandlung von regenerativen Energieträgern in Form von Festbrennstoffen, wie Biomasse oder Reststoffe, und auf die effiziente Verteilung von Elektroenergie.

## Planung und realisierungsbegleitende Unterstützung von Energiewandlungsprozessen

Die Gruppe, die sich der Prozessentwicklung und den Anlagensystemen widmet, untersucht beispielsweise im Projekt »ProBio« gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme Dresden und dem Max-Planck-Institut für die Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg die Technologie zur Erzeugung von Brenngasen aus Bioenergieträgern und deren energetische Nutzung in Brennstoffzellen. Diese Technologie wird heute als eine zukünftige Schlüsselkomponente der effizienten Energiewandlung auf der Basis regenerativer Energien betrachtet.

Neben der Prozessentwicklung für künftige, neue Energiewandlungsmethoden werden innovative Anlagensysteme für die technische Umsetzung im Industriebereich während der Planung und Realisierung begleitet. So wurde im September 2008 das Biomasseheizkraftwerk der Robeta Holz OHG in Milnersdorf (Bild 1) erfolgreich in Betrieb genommen. Neben der Gesamtplanung wurden auch Anlagenteile ausgelegt und die übergeordnete Anlagensteuerung realisiert.

#### **Softwarelösungen für einen effizienten und störungsfreien Betrieb dezentraler Energiewandlungsanlagen**

Die Gruppe Anlagenservice des Geschäftsfelds Prozess- und Anlagentechnik konzentriert ihre Forschungsarbeiten zur Unterstützung eines effizienten und störungsfreien Anlagenbetriebs auf die Dokumentations-, Überwachungs- und Instandhaltungssysteme.

Ein Beispiel für eine spezielle Anlagendokumentation ist hier das Projekt »Prüf- und Nachweisdokumentation für Kraftwerksanlagen« für den TÜV Werkstoffprüfung in Halle/Saale. Ein zweites, die »Konzeptentwicklung zur Unterstützung von Instandhaltungsprozessen«, wurde für die Hauptwerkstatt der Vattenfall Europe Mining AG erstellt.

Die Ergänzung für die genannten Lösungen um Aspekte des Projektmanagements und -controllings waren Gegenstand des vom Wirtschaftsministerium des Landes Sachsen-Anhalt geförderten



Bild 1: ORC-Turbine im Biomasse-Heizkraftwerk Robeta Milnersdorf. Foto: Dirk Mahler

Forschungsprojekts »ProConA«, welches gemeinsam mit Industriepartnern bearbeitet wird und künftig Betriebsprozesse planbarer macht.

#### **Weiträumige Überwachung und Steuerung zum Schutz elektrischer Energienetze**

Der Schwerpunkt der Gruppe Elektrische Energiesysteme ist die Entwicklung von Lösungen zur weiträumigen Überwa-

chung, Steuerung und zum Schutz der elektrischen Energienetze unter Verwendung von zeit- und ortssynchronisierten, hochgenauen Messtechniken zur Erfassung von relevanten Netzparametern. Die gewonnenen Daten werden in Applikations- und Simulationssystemen ausgewertet und für die Netzbetriebsunterstützung durch den Einsatz von unterschiedlichen Visualisierungstechniken in Leitsystemen zur Verfügung gestellt.

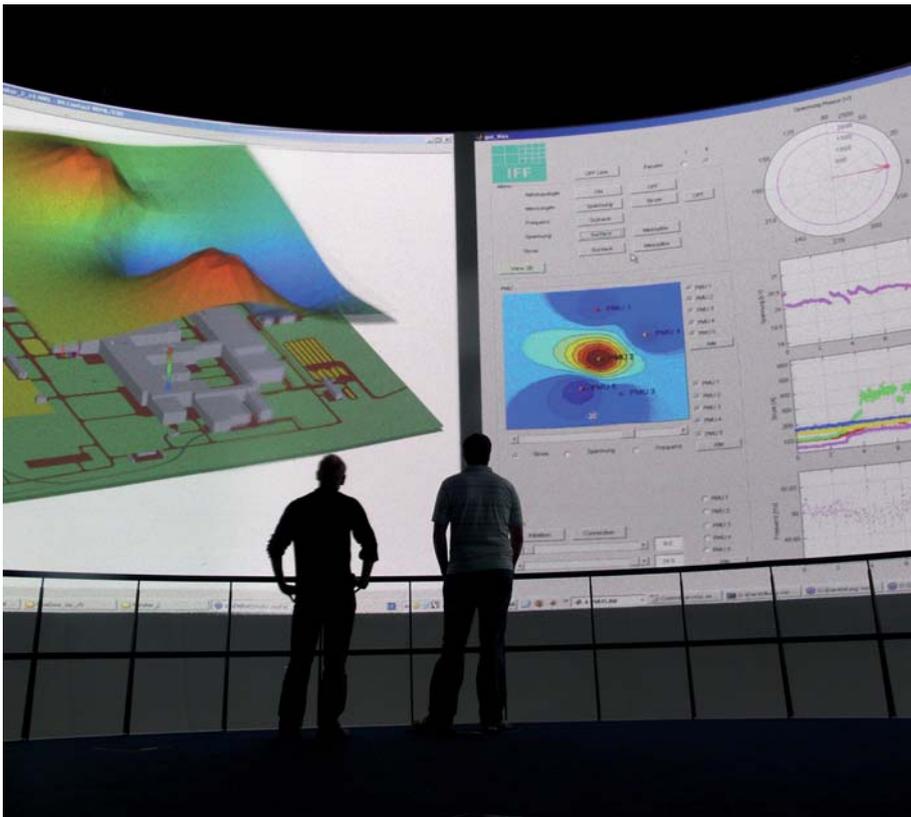


Bild 2: Leitstandsvisualisierung zur Netzüberwachung im Elbe Dom. Foto: Thoralf Winkler

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt beschäftigt sich mit der vollständigen Netzintegration von Elektromobilen als eine Möglichkeit zur Speicherung regenerativer Energie. Im Rahmen des Verbundprojekts »E-Energy – RegMod Harz« werden Überwachungslösungen für den optimalen Betrieb elektrischer Netze mit Einbindung einer Vielzahl von dezentralen, regenerativen Energiequellen und netzinternen Speichern, die im Rahmen virtueller Kraftwerke zusammen betrieben, erarbeitet und erprobt werden.

Ebenfalls werden unterschiedliche Konzepte sowie informationstechnische Lösungen zur Anbindung der Elektromobilität an Energieversorgungssysteme untersucht.

Im Rahmen des Teilprojekts »Energie-technik« der Innovationsallianz ViERforES werden Konzepte und Werkzeuge für Leitsysteme elektrischer Netze sowie dezentraler Energiewandlungsanlagen unter Anwendung neuer, virtueller Technologien entwickelt und prototypisch umgesetzt.

### Intensive Zusammenarbeit mit Spezialisten weiterer Forschungs- und Entwicklungspartner vor Ort

Forschungs- und Entwicklungspartner bei den Projekten des Geschäftsfelds Prozess- und Anlagentechnik sind an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg die Lehrstühle Thermische Verfahrenstechnik, Prof. Dr. Evangelos Tsotsas, und Elektrische Netze/Alternative Elektroenergiequellen, Prof. Dr. Zbigniew Styczynski. Die beiden Lehrstühle bearbeiten ebenfalls maßgeblich das Teilprojekt »Energie-technik« in der Innovationsallianz ViERforES.

Verbandsprecher des Projekts »ProBio« ist in enger Zusammenarbeit mit dem Geschäftsfeld Prozess- und Anlagentechnik Prof. Dr. Kai Sundmacher, Lehrstuhl Systemverfahrenstechnik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg sowie geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg.

# Strömungsoptimierung in einer Schlauchfilteranlage durch Simulation

Dr.-Ing. Sascha Thomas  
Telefon +49 391/40 90-374  
Sascha.Thomas@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Bernhard Kiep  
Telefon +49 391/40 90-359  
Bernhard.Kiep@iff.fraunhofer.de

Dr. rer. nat. Wolfram Heineken  
Telefon +49 391/40 90-344  
Wolfram.Heineken@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Zur Reinigung von Rauchgasen, die in Müllverbrennungsanlagen entstehen, werden Filtersysteme verwendet, in denen der im Rauchgas enthaltene Staub abgeschieden wird. Um eine optimale Wirkungsweise derartiger Filter zu erreichen und den Materialverschleiß möglichst gering zu halten, muss eine gleichmäßige Filterflächenbelastung realisiert und damit der Filter präzise dimensioniert werden. Bei der Vorhersage des Strömungsverhaltens stellen computergestützte numerische Strömungsberechnungen ein wichtiges Hilfsmittel dar. Auf diese Weise lässt sich die Anzahl kostspieliger und zeitaufwendiger Modellversuche deutlich reduzieren, und Umrüstungsarbeiten können vermieden werden.

Bei den untersuchten Rauchgasfiltern der Firma Environmental Technology Magdeburg GmbH handelt es sich um eine Schlauchfilteranlage. Hierbei strömen die Rauchgase durch eine größere Anzahl von Schläuchen, die aus gasdurchlässi-

gem Filtermaterial bestehen. Die Filter bestehen aus mehreren Filterkammern, in denen sich die Filterschläuche befinden. Die Filterkammern werden über einen zentralen Zuführungskanal und entsprechende Verbindungskanäle mit dem zu reinigenden Rauchgas versorgt. Durch Leitbleche, die sowohl in den Kanälen als auch in den Filterkammern angebracht sind, wird der Verlauf der Gasströmung den Erfordernissen angepasst. Diese Strömungsverteilung sollte im Hinblick auf die beiden folgenden Zielsetzungen optimiert werden:

- Der vorgegebene Volumenstrom des Rauchgases soll sich möglichst zu gleichen Teilen auf die einzelnen Filterkammern aufteilen.
- Die Gasgeschwindigkeit an den Filterschläuchen sollte einen bestimmten Wert nicht überschreiten, um eine Beschädigung des Filtermaterials zu vermeiden.

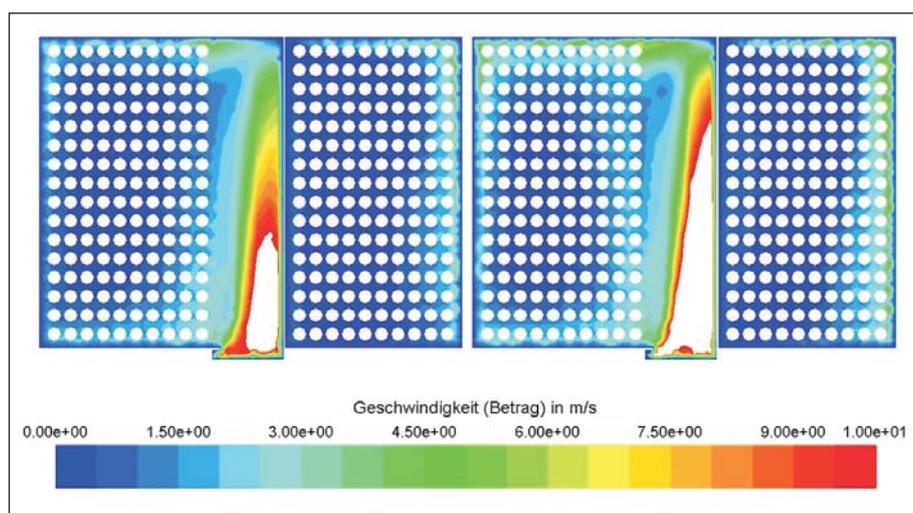


Bild 1: Strömungsgeschwindigkeit im Vierkammer-Schlauchfilter ohne Leitbleche.

## Vorgehensweise

An zwei Schlauchfiltermodellen der Environmental Technology Magdeburg GmbH wurden computergestützte Strömungssimulationen, sogenannte Computational Fluid Dynamics (CFD)-Simulationen durchgeführt. Ein Filtermodell bestand aus vier Kammern und das andere aus sechs Kammern.

Eine einzelne CFD-Simulation wurde in den fünf folgenden Arbeitsschritten durchgeführt:

- die Aufbereitung des gelieferten dreidimensionalen Schlauchfiltermodells mithilfe der CAD-Software ProENGINEER®,
- die Vernetzung der durchströmten Volumen mithilfe der Software Gambit®,
- die Strömungssimulation mit der CFD-Software Fluent®,
- die Visualisierung der Strömungsgeschwindigkeit in einer größeren Anzahl von Schnittebenen durch den Filter und

- die Auswertung der simulierten Geschwindigkeitsverteilung im Schlauchfilter.

Nach Abschluss einer jeden Simulation wurden Veränderungen in der Anordnung der Leitbleche sowie teilweise auch in der Geometrie der Zuführungskanäle vorgenommen, um die Strömungsverteilung entsprechend der oben genannten Gesichtspunkte zu verbessern. Aufgrund der komplexen Einflüsse dieser geometrischen Veränderungen auf das Strömungsverhalten wurde eine Vielzahl von Simulationen zur Optimierung des Filters benötigt. So wurden für den Vierkammer-Filter 37 und für den Sechskammer-Filter 18 verschiedene geometrische Anordnungen simuliert und ausgewertet.

## Ergebnisse und Ausblick

Durch die Simulation und eine entsprechende Einbringung von Strömungsleiteneinrichtungen im virtuellen Modell konnte eine weitestgehend gleichmäßige

Aufteilung des Volumenstroms auf die einzelnen Filterkammern erreicht und die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Filterschläuche erheblich gesenkt werden. Die Bilder 1 und 2 verdeutlichen diese Entwicklung exemplarisch am Beispiel des Vierkammer-Filters, die aufgrund von Symmetriebedingungen nur zwei Kammern darstellen.

Bild 1 stellt die Strömungsgeschwindigkeit in dem Filter in seiner Ausgangsgestalt dar, d.h. ohne den Einsatz von Leitblechen. Hier ist die Einströmungsgeschwindigkeit in die rechte Kammer deutlich höher als die in die linke. Außerdem treten im Bereich der hier als weiße Kreisflächen sichtbaren Schläuche Geschwindigkeiten bis zu etwa 6 Meter pro Sekunde auf. In der in Bild 2 dargestellten optimierten Variante des Filters sind die Strömungsgeschwindigkeiten in beiden Kammern sehr ähnlich und im Bereich der Filterschläuche konnte die Geschwindigkeit auf etwa 3 Meter pro Sekunde gesenkt werden.

Auf Basis der durchgeführten Simulationen wird derzeit eine 3-D-Visualisierung des Schlauchfilters mit einer Darstellung der Geometrie sowie der Fluidströmung für den Kunden vorbereitet.

## Projektpartner

- Environmental Technology Magdeburg GmbH

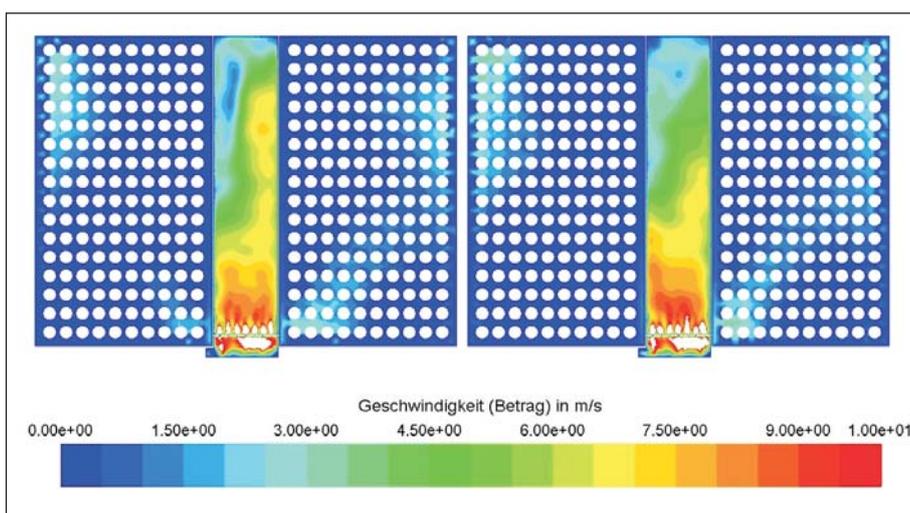


Bild 2: Durch Leitbleche optimierte Strömungsgeschwindigkeit im Schlauchfilter.

# Innovative Prüfmanagementsysteme für Großfeuerungsanlagen

Dr.-Ing. Martin Endig  
Telefon +49 391/40 90-120  
Martin.Endig@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Inf. Kathleen Hänsch  
Telefon +49 391/40 90-338  
Kathleen.Haensch@iff.fraunhofer.de

## Motivation

Ausgelöst durch die Vereinheitlichung der Beschaffenheitsanforderungen von Druckgeräten auf europäischer Ebene wurden Anpassungen nationaler Regelwerke erforderlich, um die jeweiligen rechtlichen Rahmenbedingungen für den Betrieb von Kraftwerken neu zu regeln. Hierauf wurde in Deutschland u.a. mit der Betriebssicherheitsverordnung reagiert. Die daraus resultierenden Änderungen im technischen Regelwerk räumen Anlagenbetreibern neue Ermessens- und Gestaltungsspielräume ein. Die vorgenommenen Gesetzesänderungen sind jedoch derart umfangreich, dass es vielen Betreibern kaum möglich ist, die neuen Gestaltungsspielräume in vollem Umfang zu nutzen. Da zudem auch der Markt der Prüforganisationen liberalisiert wurde, besteht ein erheblicher Abstimmungsbedarf, beispielsweise hinsichtlich der Gestaltung von Prüfungen und Prüffristen für überwachungsbedürftige Anlagen.

Für die Betreiber von Großkesseln gibt es von der VGB PowerTech e.V. eine entsprechende Richtlinie, welche eine Unterstützung in Form verschiedener Bausteine und Methoden zur Gestaltung der Prüfungen zur Verfügung stellt. Auf dieser Basis ist eine effektivere Gestaltung der Prüfungen von Großkesseln bei Ausnutzung der Spielräume bis hin zu einer Prüffristenverlängerung möglich. Dafür ist die Bestimmung des Anlagenzustands von entscheidender Bedeutung. Je genauer deren Zustand erfasst, bewertet und dokumentiert wird, desto genauer lassen sich die Prüfmethode, -umfänge und -fristen für wiederkehrende Prüfungen festlegen. Dies stellt heute eine neue Situation für die Betreiber dar, weil in der Vergangenheit die Prüffristen z.B. gesetzlich vorgegeben waren. Da die Betreiber anstatt des bisher örtlichen zuständigen TÜV künftig eine zugelassene Überwachungsstelle frei wählen und auch zwischen diesen wechseln können, gewinnen eigene Kenntnisse über den Anlagenzustand sowie dessen Dokumen-



Bild 1: Neue Konzepte und Methoden für das Prüfmanagement von Kraftwerksanlagen.  
Foto: TÜV Rheinland Group, Köln

tation eine noch größere Bedeutung als bisher.

Von der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH in Köln wurde als Reaktion auf diese sich ändernden Bedingungen in der Vergangenheit mit der Entwicklung eines Experten-basierten Bewertungsverfahrens für die Bestimmung des Anlagenzustands und der Ableitung von Maßnahmen, u.a. zum Prüfkonzept, reagiert. Dieses Verfahren wurde in der Praxis erprobt. Dabei hat sich gezeigt, dass eine wesentliche Voraussetzung zur Anwendung der Methodik ein einheitliches Informations- und Dokumentenmanagement für die Revisionsplanung und Dokumentation von durchzuführenden und durchgeführten Prüfungen ist. Dies ist durchgehend für die Unterstützung aller Geschäftsprozesse zu etablieren. Daher ist die Realisierung eines neuen, leistungsfähigeren Softwarewerkzeugs für das »Zustands-basierte Revisionsmanagement von Großkesselanlagen« erforderlich. Mit diesem Werkzeug soll neben dem rechtssicheren Informations- und Dokumentenmanagement, der Berücksichtigung der Qualität und Aktualität von Informationen und Dokumenten vor allem auch künftig die inhaltliche und organisatorische Optimierung von Kraftwerksrevisionen ermöglicht werden.



Bild 2: Innovative Prüfverfahren für die Zustandsbestimmung von Kraftwerkskomponenten. Foto: TÜV Rheinland Group, Köln

## Lösung

Aufgrund der Komplexität der zu lösenden Aufgabenstellung, der dazu einzubeziehenden Anwender innerhalb eines Kraftwerks und der Berücksichtigung erforderlicher rechtlicher Rahmenbedingungen wurde als Lösungsweg eine evolutionäre Vorgehensweise gewählt, in welcher zunächst die Entwicklung eines Demonstrators im Vordergrund stand. Mit diesem Demonstrator sollen künftige Nutzer in die Lage versetzt werden, für sich zunächst resultierende Mehrwerte qualifizieren zu können. Auch die öffentliche Diskussion u.a. mit Behörden und weiteren Erfahrungsträgern auf Basis des Demonstrators ist vorgesehen.

Für die Realisierung des Demonstrators wurde im ersten Schritt eine ausführliche Machbarkeitsstudie durchgeführt, um auszuschließen, dass es offensichtliche, logische Gründe für eine Nichtmachbarkeit des Gesamtvorhabens gibt. Hierbei war insbesondere zu berücksichtigen, dass derzeit noch nicht nachgewiesen ist, dass alle notwendigen Informationen einschließlich des Erfahrungswissens der Erfahrungsträger »gesichert und nutzbar abgelegt« werden können.

## Ergebnisse

Die wesentlichen Ergebnisse der erstellten Machbarkeitsstudie hinsichtlich der Realisierung des Gesamtvorhabens sind:

- die Dokumentation relevanter Ist-Geschäftsprozesse aus Sicht der Prüfung inklusive zugehöriger Informations- und Dokumentenanalyse,
- die Identifizierung und Ableitung entsprechender Handlungsfelder,

- die Erarbeitung und Dokumentation eines allgemeinen Soll-Konzepts sowie
- die Vorschläge für die IT-technische Realisierung des Gesamtvorhabens auf Basis existierender Technologien und Standards

## Ausblick

Im Weiteren ist die Validierung des Soll-Konzepts in einem realen Objektbereich vorgesehen, um abzusichern, dass der vorgeschlagene Weg realistisch ist und durch mögliche Betreiber akzeptiert wird. Daran schließt sich dann die Realisierung des Demonstrators an. Abschließend lässt sich einschätzen, dass ein Ansatz aus heutiger Sicht und unter den derzeitigen bekannten Randbedingungen spezifiziert wurde, der sowohl die Standardisierung von Revisionsabläufen, als auch die Erhöhung der Rechtssicherheit für das Management durch Nachvollziehbarkeit und Rückverfolgbarkeit von Entscheidungen und Abläufen ermöglicht. Dies wird künftige Dienstleistungsangebote der TÜV Rheinland Werkstoffprüfung GmbH entscheidend beeinflussen.

## Projektpartner

- TÜV Rheinland Werkstoffprüfung GmbH, Halle

# Einsatz präziser Messsysteme zur Überwachung von Energieversorgungsnetzen

Dr.-Ing. Przemyslaw Komarnicki  
Telefon +49 391/40 90-373  
Przemyslaw.Komarnicki@iff.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. habil.  
Zbigniew A. Styczynski  
Telefon +49 391/67-1 88 66  
sty@ovgu.de

## Ausgangslage

Die Vision der European Technology Platform »SmartGrid« und die Ziele der gegenwärtigen Forschungsprogramme, wie z.B. das siebte Rahmenprogramm, haben verdeutlicht, dass sich die Verteilungsnetze der Zukunft verändern werden. So wird es beispielsweise zu einer Systemdienstverlagerung kommen. Verteilungsnetzbetreiber werden teilweise Verantwortung für die netzsichere Betriebsführung übernehmen. Es ist geplant, dass die Verteilungsnetze nicht nur Aufgaben der Anlagenüberwachung, Steuerung und Versorgungsqualitätssicherung wie bisher bewältigen werden, sondern auch für die Frequenz- und Spannungshaltung sowie teilweise den Leistungsausgleich zuständig sein werden. Die elektrischen Netze der Zukunft müssen besser als heute für den bidirektionalen Leistungsfluss geeignet sein. Sie werden die Aufgabe haben, gleichzeitig eine effiziente lokale Stromerzeugung zu integrieren und eine Fernenergieübertragung durch Weiterleitung der nichtbalancierten elektrischen Energie

zu ermöglichen. Die im Verteilungsnetz integrierten regenerativen Energiequellen, z.B. Wind- und Photovoltaikparks, werden zur Reduzierung der Schadstoffemissionen und zur Schonung fossiler Energieressourcen, aber auch zur Verbesserung des lokalen Energiemanagements sowie zur Minimierung der Energieübertragungsverluste beitragen.

Diese Veränderungsprozesse, die in Verteilungsnetzen zukünftig auftreten werden, dürfen nicht zur Gefährdung der derzeitigen Netzsicherheit, Zuverlässigkeit und Kundenversorgungsqualität führen. Die zunehmende Bedeutung der Verteilungsnetze im elektrischen Energiesystem erfordert deshalb eine sicherere, vollständige und zuverlässige Beobachtbarkeit des Netzes. Nur durch die Beschaffung von Informationen über das System und seinen Zustand kann ein hoher Sicherheitsstandard der gesamten Stromversorgung zukünftig gewährleistet werden. In elektrischen Energiesystemen werden Spannungen, Ströme, Frequenzen und davon abgeleitete Parameter, wie Blind- und Wirkleistung bzw. Strom- und Span-



Bild 1: Phasor Measurement Unit (PMU) mit dem dazugehörigen GPS-Zeitsignalempfänger.  
Foto: Thoralf Winkler

nungswinkel, gemessen, um eine ausreichende Beobachtbarkeit des Systems zu garantieren. In Hochspannungsnetzen, den Übertragungsnetzen, sind die entsprechenden Messungen heute Stand der Technik und reichen bisher für die sichere Führung des Systems aus. Im Gegensatz dazu waren in Verteilungsnetzen, wo grundsätzlich nur die Abnehmer zu finden waren, Messungen der Netzparameter bis jetzt nicht notwendig. Aus diesem Grund stehen dort bisher keine großen, flächendeckenden Mess- und Überwachungsmöglichkeiten zur Verfügung. Deshalb können die Verteilungsnetze ihre neuen Aufgaben und einen selbstständigen Netzbetrieb noch nicht übernehmen.

### Lösungskonzept

Die Überwachungsaufgaben der Netze können heute durch hochpräzise und synchronisierte Messungen mittels Phasor Measurement Units (PMUs) realisiert werden. PMUs ermöglichen einerseits sehr schnelle, über GPS zeitgestempelte und

hochgenaue Messungen zur Netzbeobachtung der notwendigen Parameter, wie Strom, Spannung und Frequenz. Andererseits verfügen sie über Kommunikationseigenschaften, die für einen schnellen und großen Datenaustausch geeignet sind.

Durch synchrone PMU-Messungen von Netzparametern an unterschiedlichen Orten entsteht ein zeitlicher Vorsprung bei der Informationsbereitstellung, der für die Einschätzung des Netzzustands und damit auch für die Überwachung direkt und schneller genutzt werden kann. Die PMU-Geräte zeichnen sich des Weiteren dadurch aus, dass sie genaue Informationen für die Netzbeobachtung zur Verfügung stellen und im Vergleich zur aktuellen Mess- und Datenbereitstellungstechnik keinen zusätzlichen Aufwand verursachen. Die Kommunikationsmerkmale der PMUs ermöglichen, wirtschaftliche und technische Aspekte der Netzbeobachtung zusammenzuführen und gehen damit über die bisher genutzten Messtechnologien hinaus.

### Ergebnisse

Das Fraunhofer IFF und der Lehrstuhl Elektrische Netze und Alternative Energiequellen der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg entwickelten gemeinsam mit industriellen Partnern unter anderem die Applikationen für die Erfassung, Verarbeitung, Visualisierung sowie Interaktion der Daten von unterschiedlichen PMU-Herstellern. Die Datenerfassung basiert auf dem Standard IEEE C37.118, nach dem Geräte mit der Messzentrale oder dem sogenannten Phasor Data Concentrator kommunizieren. Ein selbst entwickeltes Datenvisualisierungstool kann die kontinuierlich aufgezeichneten Netzparameter weit entfernter Messstandorte nutzerfreundlich darstellen. Ein eingebautes Modul zur Post Disturbance-Analyse ermöglicht, die im Netz aufgetretenen Ereignisse, wie z.B. Störungen, automatisch und genau zurückzufolgen und aus diesen Untersuchungen Erkenntnisse für zukünftige Netzführungsstrategien und zur Vermeidung kritischer Netzausfälle zu gewinnen.

Das Applikationspaket bietet einerseits Möglichkeiten einer Steuerung der Datenerfassung, bei der einzelne Messgeräte durch den zentralen Betreiber gesteuert werden können, und liefert andererseits gezielte Informationen für eine globale, frei verfügbare und webbasierte Datendarstellung.

Es ist bereits in Forschungsprojekten, bei denen die PMUs in verschiedenen Netzebenen, den Mittel- und Niederspannungsnetzen, als auch unterschiedlichen Netzarten, wie öffentliche und industrielle Netze, installiert wurden, erfolgreich eingesetzt und positiv bewertet worden.

### Projektpartner

– Siemens AG, Berlin



Bild 2: Blick in den Schaltschrank mit der darin installierten PMU zur Überwachung der Netzparameter am Mittelspannungsanschluss des VDTC. Foto: Thoralf Winkler

# HIGHLIGHTS, VERANSTALTUNGEN UND MESSEPRÄSENTATIONEN 2008 (AUSWAHL)



Foto: Dirk Mahler

29. - 31. Januar 2008, Karlsruhe  
Learntec – Kongress und Fachmesse für  
Bildungs- und Informationstechnologie  
Veranstalter:

Karlsruher Messe- und Kongress-GmbH  
Exponate:

- SimGiess – Lernen mit Simulationen
- Exemplarische Simulation:  
Produktionsablauf einer Gießerei

Fachliche Leitung:

Dipl.-Päd. Wilhelm Termath

27. Februar 2008, Magdeburg

HLA-Forum

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

Otto-von-Guericke-Universität

Magdeburg

Vortrag:

- HLA-basierte Logistiksimulation –  
Projekterfahrungen

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Inf. Marco Schumann

Dipl.-Inf. Michael Raab

4. - 9. März 2008, Hannover

CeBIT 2008 (Messe)

Veranstalter: Deutsche Messe AG

Exponate:

- RFID-Handschuh
- UHF-Smart Box

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Kff. Corinna Kunert

Dr.-Ing. Klaus Richter

Dipl.-Inf. Bernd Gebert

6. - 7. März 2008, Magdeburg

Tagung »Anlagenbau der Zukunft«

Virtual Engineering – Vorteile für die  
Projektierung, Konstruktion, Qualifizie-  
rung und den sicheren Anlagenbetrieb

Am 6. und 7. März 2008 trafen sich mehr als 200 Experten zur Tagung »Anlagenbau der Zukunft« im Magdeburger Maritim Hotel. Alle zwei Jahre findet sie statt. Im Jahr 2008 wurde sie vom Fraunhofer IFF, dem FASA e.V. und erstmalig dem Mitveranstalter Wirtschaftsinitiative Mitteldeutschland gemeinsam organisiert. Die Partner VDMA und VCI engagierten sich im Programm.

Die Tagung »Anlagenbau der Zukunft« ist mittlerweile eine feste Größe im Terminkalender geworden. Wissenschaftler, Industrievertreter und Politiker kommen zusammen und diskutieren neue Trends und Perspektiven für den Chemie- und Energieanlagenbau. Dabei stehen die Vorteile des Virtual Engineering – für die Projektierung, Konstruktion, Qualifizierung und den sicheren Anlagenbetrieb im Mittelpunkt. Zur Tagung wurden Anwendungen des Innovationsclusters VIDET (Virtual Development, Engineering and Training) präsentiert, das veranschaulicht, wie mittels virtueller Realität die Entwicklung neuer Anlagen verkürzt und erleichtert werden kann. In der Fachausstellung informierten sich die Besucher über innovative Technologien und Anwendungen. Auf einer Nachwuchsborse konnte der Kontakt zu hochqualifizierten Studenten beispielsweise aus der Verfahrenstechnik und aus dem Maschinenbau aufgenommen werden.



Pressekonferenz zur Tagung »Anlagenbau der Zukunft« im Magdeburger Maritim Hotel:  
Dr.-Ing. Stefan Robert Deibel, President of Corporate Engineering der BASF SE in Ludwigshafen, Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk, Institutsleiter des Fraunhofer IFF, Dr. rer. nat. Reiner Haseloff, Minister für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt und Prof. Dr. Georg Frank, 1. Vorsitzender der Wirtschaftsinitiative für Mitteldeutschland (v.l.n.r.). Foto: Viktoria Kühne



Mehr als 200 Experten aus ganz Deutschland reisten zu dem Kongress an.  
Im Bild: Prof. Dr. Georg Frank, Wirtschaftsinitiative für Mitteldeutschland.  
Foto: Viktoria Kühne

Hochrangige Vertreter aus Industrie, Dienstleistung, Handel und Verkehr präsentierten während der 11. Gastvortragsreihe Logistik ihre Ideen und Konzepte in insgesamt neun Vorträgen. Im Anschluss an die Vorträge nutzten interessierte Teilnehmer die Gelegenheit, ihre Fragen mit den Referenten zu diskutieren. Logistik ist ein Arbeitsfeld mit Zukunft. In der Diskussion um teure Mitarbeiter und hohe Produktivität wird immer klarer, dass althergebrachte Produktions-, Handels- und Dienstleistungskonzepte nicht ausreichen, um Arbeitsplätze und Wohlstand zu sichern. Die Logistik beschäftigt sich in Wissenschaft und Praxis mit der Suche nach neuen Lösungen der Planung und Steuerung, der Optimierung und Umgestaltung ganzheitlicher Systeme. Dem fühlt sich die Gastvortragsreihe Logistik verpflichtet, die 2008 bereits zum elften Mal durchgeführt wurde. Ziel der Veranstaltung ist es, den Stellenwert der Logistik in der Region zu erhöhen.



Insbesondere Schüler und Studenten informierten sich in den Vorträgen über die aktuellen Entwicklungen in der Branche.  
Foto: Viktoria Kühne

Veranstalter:

Fraunhofer IFF, FASA e.V.  
Wirtschaftsinitiative Mitteldeutschland  
VDMA

VCI Nordost

Fachliche Leitung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.  
Michael Schenk

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Ing. Andrea Urbansky

Dipl.-Kff. Melanie Thurow

Dr.-Ing. Frank Ryll

Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker

Dr.-Ing. Matthias Gohla

Dipl.-Ing. Torsten Böhme

Dipl.-Ing. Thomas Reek

Dipl.-Päd. Wilhelm Termath

3. - 4. April 2008, Magdeburg

Mitgliederversammlung des

Forum Vision Instandhaltung FVI e.V.

Veranstalter:

Forum Vision Instandhaltung FVI e.V.

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Catrin Plate

8. April - 10. Juni 2008, Magdeburg

11. Gastvortragsreihe Logistik:

Logistik als Arbeitsfeld der Zukunft

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

Schirmherrschaft:

Dr. Karl-Heinz Daehre, Minister für  
Landesentwicklung und Verkehr,  
Sachsen-Anhalt

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk, Institutsleiter

Fraunhofer IFF und geschäftsführender  
Institutsleiter des Instituts für Logistik und  
Materialflusstechnik

Prof. Dr. Karl Inderfurth, Lehrstuhl  
Betriebswirtschaftslehre, insbesondere  
Produktion und Logistik

Prof. Dr.-Ing. Dietrich Ziem, Lehrstuhl  
Logistik

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek, Institut für  
Logistik und Materialflusstechnik

(alle an der Otto-von-Guericke-Universität  
Magdeburg)

9. April 2008, Hundisburg

Holzlogistik – Nachhaltige Rohstoffversorgung

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

Vortrag:

Nachhaltige Rohstoffversorgung – Ressourceneffizienz

Fachliche Mitwirkung:

Dr.-Ing. Ina Ehrhardt

Dipl.-Wirtsch.-Inf. Mike Wäsche

Dipl.-Inf. Tobias Kutzler

Tamas Juhasz M.Sc.

11. April 2008, Magdeburg

5. IFF-Kolloquium

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

Vorträge:

- Entwicklung und Erprobung eines RadioFrequency (RF)-basierten Systems zur Analyse von leistungsbestimmenden Faktoren im Team sport – dargestellt an ausgewählten Sportarten
- Novel Teamwork Structure for Collaborative Augmented Reality Authoring
- Generierung interaktiver VR-Szenarien für die Visualisierung verfahrenstechnischer Prozessparameter und Stoffströme
- Echtzeitfähiges verteiltes Steuerungssystem für Schreitroboter
- Modellgestützter Ansatz zur Automatisierung biotechnischer Anlagen

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk

Fachliche Mitwirkung:

Dr.-Ing. Klaus Richter

Jian Xu M.Sc.

Dipl.-Inf. Kathleen Otto

Dr. Vadym Rusin

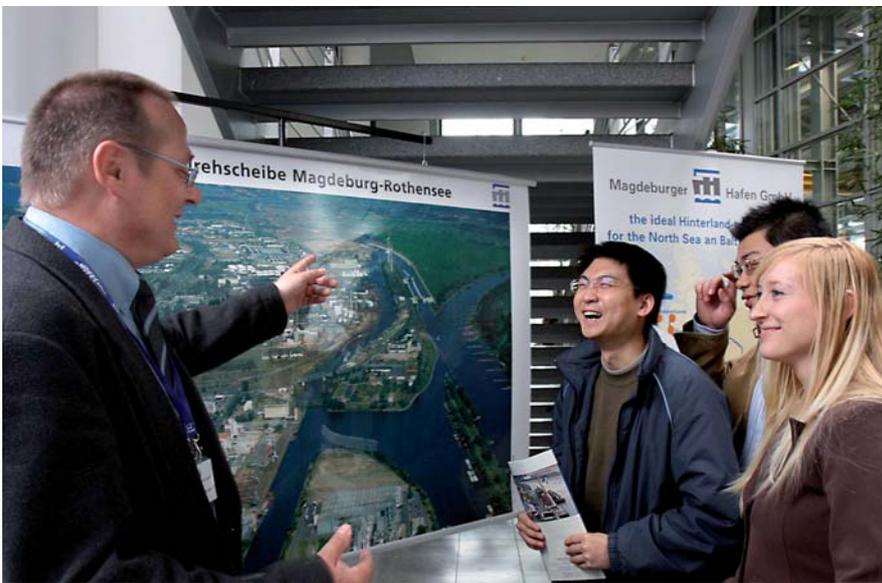
Lutz Walther

Im Rahmen der Veranstaltungsreihe »Holzlogistik« luden die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) und das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF gemeinsam zu einem Workshop zum Thema »Nachhaltige Rohstoffversorgung« ein. Die verstärkte Nutzung des Rohstoffs Holz für energetische Zwecke und als Ausgangsmaterial für die Aufschlüsselung in Raffinerien verstärken die Diskussionen um die Nutzungskonkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Verwertung. Im Mittelpunkt des Workshops standen Fachvorträge aus der Praxis zu den Themenschwerpunkten Holzmobilisierung und -bereitstellung.



Der Moderator Prof. Konstantin Frh. von Teuffel, FVA Freiburg, begrüßt die Teilnehmer des Workshops Holzlogistik in Hundisburg.  
Foto: Viktoria Kühne

Unter dem Motto »Logistik macht's möglich« fand am 17. April auf Initiative der Bundesvereinigung Logistik (BVL) bundesweit der erste »Tag der Logistik« statt. Ziel war es, der breiten Öffentlichkeit einen Einblick in die Abläufe der Logistik zu geben und Berufsbilder der Logistik zu vermitteln. Auch das Fraunhofer IFF, das Institut für Logistik und Materialflusstechnik der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg sowie das ifak beteiligten sich an dem Aktionstag. Die Besucher konnten beispielsweise das LogMotionLab, eines der führenden europäischen Entwicklungs-, Test- und Zertifizierungslabors für RFID- und Telematik-Technologien entdecken. Im Virtual Development and Training Centre VDTC des Fraunhofer IFF entführten die Virtual Reality-Experten die Besucher in die Welt der Digitalen Fabrik.



Interessierte Studenten informieren sich über die Logistikkreislauf Magdeburg-Rothensee, die den Hansehafen von dem schwankenden Wasserstand der Elbe unabhängig macht.  
Foto: Viktoria Kühne



Fraunhofer IFF-Mitarbeiter Dipl.-Ing.-Inf. Johannes Tümler erklärt den Schülern des Werner-von-Siemens-Gymnasiums die Lagerkommissionierung mit Augmented Reality. Foto: Viktoria Kühne

#### 17. April 2008, Magdeburg

Tag der Logistik der Bundesvereinigung für Logistik (BVL)

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

Otto-von-Guericke-Universität  
Magdeburg

Fachliche Mitwirkung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk

Dipl.-Ing. Holger Seidel

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Tobias Reggelin M.Sc.

Dipl.-Math. Annegret Brandau

Dipl.-Ing. Steffen Masik

Dipl.-Ing.-Inf. Johannes Tümler

#### 21. - 25. April 2008, Hannover

Hannover Messe

Veranstalter:

Deutsche Messe AG

Exponat:

- Praxislösungen zur effektiven und umweltfreundlichen energetischen Nutzung von Biomasse (Verbund Fraunhofer-Allianz Energie)

Fachliche Mitwirkung:

Dr.-Ing. Sascha Thomas

Dipl.-Ing. Frank Mewes

#### 5. Mai 2008, Berlin

Innovationskonferenz: Spitzenforschung und Innovation in den neuen Ländern

Veranstalter:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Fachliche Mitwirkung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk

29. Mai 2008, Magdeburg  
Industrieseminar »Steuerungsentwicklung durch funktionale Simulation«

Veranstalter:  
Fraunhofer IFF

Vorträge:

- Innovationscluster VIDET – Vernetzung von Kompetenzen, Motor für die Stärkung der regionalen Wirtschaft
- Steuerungsentwicklung durch funktionale Simulation – Chancen für eine verkürzte und abgesicherte Entwicklung
- Effektive Workflows: Automatische Modellgenerierung von mechatronischen Komponenten/Anlagen
- Aus der Praxis: Virtuelle Inbetriebnahme einer Holz Trocknungsanlage
- Echtzeitkopplung von Simulation, Steuerung und VR: Voraussetzung für die virtuelle Inbetriebnahme
- Virtuelle NC-Bearbeitung mit realer Steuerung: Einsatz für Entwicklung und Training

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Inf. Marco Schumann

Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker

Dipl.-Ing. Torsten Böhme

Dipl.-Inf. Matthias Kennel

Dipl.-Ing. Thomas Reek

31. Mai 2008, Magdeburg

3. Lange Nacht der Wissenschaft

Veranstalter:

Landeshauptstadt Magdeburg

Fachliche Mitwirkung:

ca. 80 Mitarbeiter des Fraunhofer IFF

2. - 3. Juni 2008, Hamburg

Logistikkerechte Fabrikplanung 2008

Veranstalter:

FORUM Institut für Management

Fachliche Mitwirkung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk

(Mitglied der Tagungsleitung)



Zum dritten Mal haben die Magdeburger Wissenschaftseinrichtungen zur »Langen Nacht der Wissenschaft« eingeladen. In den Institutionen konnten die Besucher am 31. Mai sehen, was ansonsten meist im Verborgenen liegt: Labors, Forschergeräte, Werkstätten und Lehreinrichtungen. Mehr als 10.000 Besucher staunten über die wissenschaftliche Vielfalt in Magdeburg. Das Magdeburger Fraunhofer-Institut öffnete die Türen beider Institutsgebäude. So konnten die Besucher in der Sandtorstraße den Robotik-, Messtechnik und Logistikexperten über die Schulter schauen. Im VDTC im Wissenschaftshafen begaben sie sich in virtuelle Realitäten oder ließen sich die Versuchsanlagen der Prozess- und Anlagentechnik erklären.



Groß und Klein lässt sich auf spielerische Weise leicht für die Wissenschaft begeistern.



Die Schüler des Werner-von-Siemens-Gymnasiums präsentierten den Besuchern Experimente und erklärten damit ganz anschaulich Prozesse und Gesetze der Naturwissenschaften. Fotos (3): Andreas Lander

Das Fraunhofer IFF veranstaltete zusammen mit dem Fraunhofer IPK im Juni 2008 in Berlin eine Fachtagung unter dem Motto »ProWis – Expedition Wissensmanagement. Ziel der Veranstaltung war es, klein- und mittelständischen Unternehmen konkrete Hilfestellungen bei ihrer Wissensorganisation zu geben. Gemeinsam mit den Fraunhofer-Experten suchten viele Interessierte nach Lösungen für den Einsatz passender Methoden und Instrumente des Wissensmanagements in ihrem Unternehmen.



Ministerialdirektor und Leiter der Abteilung Technologiepolitik im Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) Detlef Dauke eröffnet die Veranstaltung.  
Foto: Dirk Mahler

Gerade viele kleinere Unternehmen sind sich der Bedeutung des Wissensmanagements bewusst und an geeigneten Lösungen interessiert. Die Tagung im Bundesfinanzministerium erfreute sich daher hoher Besucherzahlen.  
Foto: Dirk Mahler



3. Juni 2008, Berlin

ProWis-Expedition Wissensmanagement

Veranstalter:

Fraunhofer IFF und

Fraunhofer IPK

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Voigt

10. - 11. Juni 2008, Regensburg

29. VDI/VDEh-Instandhaltungsforum

Veranstalter:

VDI/VDEh-Fachausschuss Instandhaltung

Fachliche Mitwirkung:

Dr.-Ing. Gerhard Müller

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Cathrin Plate

12. Juni 2008, Magdeburg

Forum »Projektmanagement und Government«

Veranstalter:

GPM Region Magdeburg und Gesellschaft für Informatik e.V.

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-BW (FH) BA (Hons) Katrin Reschwamm

17. - 19. Juni 2008, Shanghai

Shanghai New International Expo Centre.

3rd international Exhibition for Logistics, Telematics and Transportation

Veranstalter:

Messe München GmbH

transport logistic China Exhibition Management

Exponat:

– Systemlösungen zur gesicherten Warenkette

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Kff. Corinna Kunert

25. - 27. Juni 2008, Magdeburg  
11. IFF-Wissenschaftstage 2008

Wissenschaftliche Leitung:  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.  
Michael Schenk

Programm

25. Juni 2008

5. Fachtagung »Virtual Reality und  
Augmented Reality zum Entwickeln,  
Testen und Betreiben technischer  
Systeme«

Sequenzen:

- Digitale Fabrik
- Virtual Engineering im Automotive
- Virtual Engineering in der Produkt-  
entwicklung
- Virtual Engineering im Maschinen-  
und Anlagenbau
- VR in der Medizintechnik

26. Juni 2008

5. Fachtagung »Virtual Reality und  
Augmented Reality zum Entwickeln,  
Testen und Betreiben technischer  
Systeme«

Sequenzen:

- Virtual Engineering in der Produkt-  
entwicklung
- Technologiebasierte Qualifizierung
- Entwicklungstrends in der VR-/AR-  
Technologie



Prof. Michael Schenk, Institutsleiter des Fraunhofer IFF, Dr. Klaus Puchta, Beigeordneter für  
Wirtschaft, Tourismus und regionale Zusammenarbeit der Landeshauptstadt Magdeburg, und  
Dr. Reiner Haseloff, Minister für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt am  
Eröffnungstag der 11. Wissenschaftstage. Foto: Viktoria Kühne



Unter den Referenten: Dr. Rainer Jansen, Ministerialrat  
Bundesministerium für Bildung und Forschung. Foto: Viktoria Kühne

Mehr als 450 Teilnehmer aus zwölf verschiedenen Ländern waren am Fraunhofer IFF zu Gast – die IFF-Wissenschaftstage haben sich zu einem anerkannten Forum für Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik etabliert. »Wir sind sehr stolz darauf, dass unsere Konferenz, die wir immer mit einer Leistungsschau unserer Forschungsarbeit verbinden, so gut ankommt. Neben der hohen internationalen Präsenz waren auch viele Unternehmer aus Sachsen-Anhalt dabei«, freut sich Institutsleiter Prof. Michael Schenk. Das Erfolgsrezept besteht einerseits aus der gelungenen Mischung exzellenter Referenten, andererseits aus spannenden Einblicken in aktuelle Forschungsaufgaben, die sich die Wissenschaftler gemeinsam mit ihren Industriepartnern vorgenommen haben.



Auf einer Pressekonferenz verkündete das BMBF den offiziellen Start der »Innovationsallianz virtuelle Techniken«. V.l.n.r.: Dipl.-Ing. Reiner Storch, Anhaltische Elektromotorenwerk Dessau GmbH, Dipl.-Math. Bernd Liepert, KUKA Roboter GmbH, Dr. Rainer Jansen, Ministerialrat Bundesministerium für Bildung und Forschung, Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk, Institutsleiter des Fraunhofer IFF, Dr.-Ing. Werner Schreiber, Volkswagen AG Konzernforschung, und Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer, Institutsleiter des Fraunhofer IESE.  
Foto: Viktoria Kühne



Die IFF-Wissenschaftstage sind ein beliebter Branchentreff. Neben den hochkarätigen Vorträgen kommen die Experten auch auf der Abendveranstaltung vor allem zu intensiven Fachgesprächen und persönlichem Networking zusammen. Foto: Dirk Mahler

26. Juni 2008

2. Fachtagung zur Logistik – Effiziente und sichere Warenketten in Industrie und Handel, Trends in der Logistik

Sequenzen:

- Sichere und robuste Supply Chains
- Logistik und Verkehr
- Technologien und Lösungen zur Planung von serviceorientierten, verkehrsarmen und zuverlässigen Logistiknetzwerken
- Konzepte, Modelle und Lösungen für effiziente Wertschöpfungs- und Logistikprozesse

27. Juni 2008

Pressekonferenz:

BMBF fördert Projekte zur virtuellen Realität in den neuen Ländern.

Verkündung des Starts der

»Innovationsallianz virtuelle Techniken«

Ergänzender Workshop

Industriearbeitskreis

»Innovative Lösungen zur

Auftragsabwicklung im Anlagenbau«



27. Juni 2008, Magdeburg

Internationaler Magdeburger Logistik-Doktorandenworkshop

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

Otto-von-Guericke-Universität

Magdeburg (Institut für Logistik und Materialflusstechnik)

Vortrag:

- New Methods of Combining Electro Motion Vehicles with Electric Power Networks

Fachliche Mitwirkung:

Prof. Dr. Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Tobias Reggelin M.Sc.

Kamil Lipiec M.Sc.

27. Juni 2008, Magdeburg

Antrittsvorlesung von Prof. Dr.-Ing.

Hartmut Zadek im Rahmen des Fachsymposiums »Exzellenz und Nachhaltigkeit in der Logistik«

Veranstalter:

Otto-von-Guericke-Universität

Magdeburg

3. - 4. Juli 2008, Magdeburg

Fifth Environmental Forum Magdeburg 2008

Veranstalter:

Daimler AG

United Nations Environment Programme (UNEP)

Exponat:

- Leistungen rund um die Themen der gesicherten Warenkette und der digitalen Fabrik (am Modell eines virtuell-interaktiven Biomasseheizkraftwerks)

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Cathrin Plate

Dipl.-Ing. Frank Mewes



Junge Wissenschaftler nutzen den Logistik-Doktorandenworkshop als Plattform zum akademischen Austausch.

Fotos: Dirk Mahler



Freuen sich auf eine gute Zusammenarbeit:  
 Prof. Klaus Erich Pollmann, Rektor der Otto-  
 von-Guericke-Universität Magdeburg,  
 Prof. Michael Schenk, Institutsleiter des  
 Fraunhofer IFF in Magdeburg,  
 Prof. Peter Liggesmeyer, Institutsleiter des  
 Fraunhofer IESE in Kaiserslautern, und  
 Prof. Hans Hagen von der Technischen  
 Universität in Kaiserslautern.  
 Foto: Bernd Liebl



Die ViERforES-Forschungspartner aus Magdeburg und Kaiserslautern kamen zum ersten gemeinsamen Arbeitstreffen zusammen.  
 Foto: Bernd Liebl

Am 4. September 2008 wurde in Magdeburg das interdisziplinäre Spitzenforschungsprojekt ViERforES (Virtuelle und Erweiterte Realität für höchste Sicherheit und Zuverlässigkeit von »Embedded Systems«) offiziell gestartet. Dazu unterzeichneten Prof. Klaus-Erich Pollmann, Rektor der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Prof. Michael Schenk, Institutsleiter des Fraunhofer IFF, Prof. Helmut Schmidt, Präsident der Technischen Universität Kaiserslautern, und Prof. Peter Liggesmeyer, Institutsleiter des Fraunhofer IESE, eine Kooperationsvereinbarung. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt das Vorhaben mit 7,5 Millionen Euro im Rahmen seiner Initiative »Spitzenforschung und Innovation aus den neuen Ländern«.

Die Wissenschaftler wollen sich bei der Entwicklung sicherer und zuverlässiger Technik die Vorteile der virtuellen Realität zu Nutze machen. Was eigentlich unsichtbar ist, soll künftig im Cyberspace Gestalt annehmen. In der virtuellen Realität zeigt sich dann genau, wie sich die in Maschinen und Geräten integrierte Software verhält.

#### 4. September 2008, Magdeburg

Projektstart ViERforES mit symbolischer  
 Unterzeichnung des Kooperationsvertrags  
 Veranstalter:

- Fraunhofer IFF
- Fachliche Mitwirkung:
- Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h.  
 Michael Schenk
- Dipl.-Inf. Marco Schumann
- Dr. techn. Norbert Elkmann
- Dr.-Ing. Klaus Richter
- Dr.-Ing. Rüdiger Mecke
- Dr.-Ing. Matthias Gohla
- Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker

#### 16. - 17. September, Bad Godesberg

Modernisierung der Logistik der  
 Bundeswehr

Veranstalter:

Studiengesellschaft der DWT mbH  
 Vortrag:

- Sicherung und Effizienzsteigerung von  
 komplexen Logistikketten
- Fachliche Mitwirkung:
- Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.  
 Michael Schenk

#### 16. - 19. September, Magdeburg

International Summer CRIS Workshop on  
 Distributed and Renewable Power  
 Generation

Veranstalter:

Otto-von-Guericke-Universität  
 Magdeburg

Vortrag:

- PMU and Power Quality Measurement  
 and Monitoring
- Fachliche Mitwirkung:
- Dr.-Ing. Gerhard Müller
- Dr.-Ing. Przemyslaw Komarnicki

18. September 2008, Magdeburg

»Labe – Elbe 2010«

Führung durch das VDTC und Präsentationen im Elbe Dom im Rahmen der Informationskampagne

Veranstalter:

Verein zur Hebung der Saaleschiffahrt e.V.

Vortrag:

– RFID und Logistik-Technologien für die Zukunft

Vorführung:

– Virtueller Flug durch das Elbsandsteingebirge

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Ing. Holger Seidel

Andreas Höpfner M.Sc.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Tobias Lietz

Jörg von Garrel M.A.

23. - 24. September 2008, Magdeburg

Verwaltungsleitertreffen der Fraunhofer Gesellschaft

Veranstalter:

Fraunhofer-Gesellschaft

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-BW Karla Zorn

23. - 26. September 2008, Berlin

InnoTrans

Veranstalter:

Fraunhofer-Verbund Verkehr

Exponat:

– 3-D-Messmaschine für Eisenbahnradsätze

Fachliche Mitwirkung:

Dr.-Ing. Dirk Berndt

Dipl.-Ing. Erik Trostmann

Am 23. und 24. September trafen sich die Verwaltungsleiter der 56 Fraunhofer-Institute zu ihrem jährlichen Erfahrungsaustausch in Magdeburg. Im Mittelpunkt des Interesses standen verschiedene Themen aus der täglichen Arbeit der Verwaltung. So referierten und diskutierten die Kollegen untereinander beispielsweise aktuelle Fragen und neueste Entwicklungen aus dem Bereich Förderquoten und Gemeinkostensätze oder der digitale Einkaufsakte.



Viel mehr als nur Zahlen: Aktuelle Entwicklungen und viele Neuerungen wurden auf dem Verwaltungsleitertreffen in Magdeburg diskutiert.  
Foto: Dirk Mahler

Der 5. Workshop Virtuelle und Erweiterte Realität der Fachgruppe VR/AR der Gesellschaft für Informatik fand in diesem Jahr am VDTC des Fraunhofer IFF statt. Zahlreiche Wissenschaftler fanden so die Möglichkeit zum Informationsaustausch und stellten ihre Forschungsarbeiten zu den Themen Motion Capturing, Interaktionen, Simulationen, System Architekturen und Rendering an zwei Tagen vor.



Dipl.-Ing. Ronny Franke und Dipl.-Ing. Tina Haase demonstrieren den Informatikern die Möglichkeiten des immersiven Ingenieursarbeitsplatzes. Foto: Dirk Mahler

25. - 26. September 2008, Magdeburg

Tagung – Gesellschaft für Informatik  
5. Workshop Virtuelle und Erweiterte  
Realität der Fachgruppe VR/AR

Veranstalter:

GI-Fachgruppe VR/AR

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Inf. Marco Schumann



Logistik verbindet: Wirtschaftsminister Dr. Reiner Haselhoff, Verkehrsminister Dr. Daehre, Prof. Jumar (Institutsleiter des ifak), Dr. Müller (stellv. Institutsleiter des Fraunhofer IFF), Rektor der Otto-von-Guericke Universität Prof. Pollmann und Staatssekretär Gramlich bei der Unterzeichnung des Kooperationsvertrags in der Staatskanzlei.

Foto: Anna-Kristina Wassilew

30. September 2008, Magdeburg

Unterzeichnung der Kooperationsvereinbarung für das Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt

Fachliche Mitwirkung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk

Dr.-Ing. Gerhard Müller

Dr.-Ing. Klaus Richter

6. - 8. Oktober 2008, München

EXPO REAL 2008 (Messe)

Veranstalter:

Messe München International

Exponat:

– Urbane virtuell-interaktive Visualisierungen für die Immobilienbranche

Fachliche Mitwirkung:

Andreas Höpfner M.Sc.

Dipl.-Ing. Nicole Mencke

7. - 9. Oktober 2008, Dresden

POSITIONs 2008 (Kongress)

Veranstalter:

GZVB Competence Center GmbH

Vorträge:

- Best4City: Innovative Urban Logistics with Galileo
- Quo vadis?: Spatial data enhancement customized for users and applications

Exponat:

- Ausstellung »Hybridortung bewegter logistischer Objekte« auf dem SatNav-Gemeinschaftsstand

Fachliche Mitwirkung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.  
Michael Schenk  
Dr.-Ing. Klaus Richter  
Dipl.-Kff. Corinna Kunert

22. - 24. Oktober 2008, München

MAINTAIN – Internationale Fachmesse für industrielle Instandhaltung

Veranstalter:

M,O,C, München

Exponat:

- Sichere Transportketten durch optimiertes Fahrerverhalten

Fachliche Mitwirkung:

Dr.-Ing. Martin Endig  
Dr.-Ing. Frank Ryll

22. - 24. Oktober 2008, Berlin

25. Deutscher Logistik-Kongress

Veranstalter:

Bundesvereinigung Logistik (BVL)

Exponate:

Systemlösungen zur gesicherten

Warenkette mit:

- IFF-Smart Box
- RFID-Handschuh
- Hub-Cockpit

Fachliche Leitung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.  
Michael Schenk

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Ing. Holger Seidel  
Dr.-Ing. Klaus Richter  
Dipl.-Kff. Corinna Kunert  
Dipl.-Math. Annegret Brandau  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Nadine Doden  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Helmut Röben  
Dipl.-Ing. Sergej Serebranski  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Tobias Reggelin M.Sc.  
Dipl.-Ing. Daniel Reh



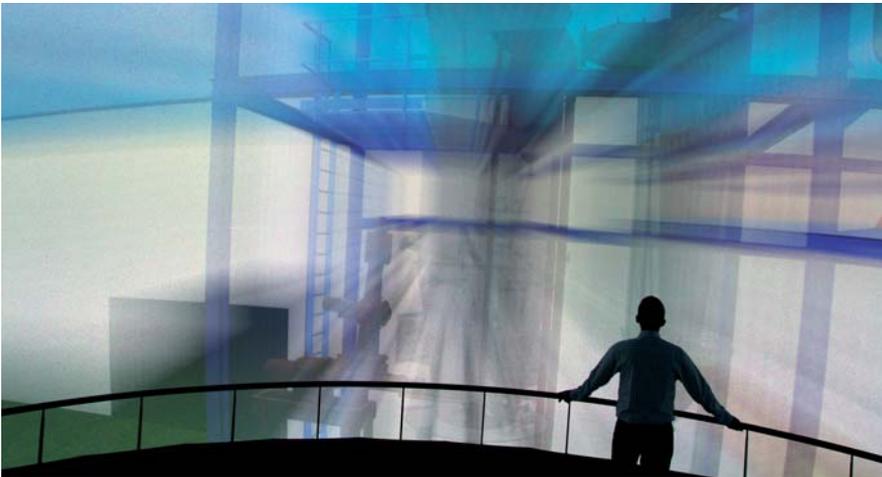
Dr.-Ing. Frank Ryll, Dr. Ansgar Kranz, TÜV Rheinland Werkstoffprüfung GmbH, und Dr.-Ing. Martin Endig (v.l.n.r.) diskutieren auf der MAINTAIN virtuell-interaktive Technologien zur industriellen Instandhaltung. Foto: Messe München

Auf ihrem 25. Jubiläumskongress präsentierte die Bundesvereinigung Logistik (BVL) in der Zeit vom 22. bis 24. Oktober 2008 Themen, die in Zeiten der Globalisierung Logistiker aus Industrie, Handel, Dienstleistungen und Wissenschaft weltweit interessieren. Auf der begleitenden Fachausstellung waren mehr als 200 Aussteller zu Gast. Darunter auch das Fraunhofer IFF und die Experten von mSE Management Solutions München, um ihre Leistungen zum Thema »Effiziente und sichere Warenketten« zu präsentieren. Das gemeinsam entwickelte »Hub-Cockpit« sorgt dafür, dass die Ware sicher, unbeschadet und pünktlich am richtigen Ort ankommt.



Das Fraunhofer IFF stellte verschiedene Systemlösungen vor, um eine lückenlos gesicherte Warenkette zu garantieren. Foto: Anna-Kristina Wassilew

Die Anwendung von Methoden der Virtuellen Realität (VR) und des Virtual Engineering (VE) sind entscheidend für die Stärkung von produktionsorientierten Unternehmen auf dem Weg zur schnellen Marktanpassung. Die Methoden und Technologien der Virtuellen Realität und des Virtual Engineering waren deshalb Schwerpunktthemen der 5. Gastvortragsreihe »Virtual Reality – Mensch und Maschine im interaktiven Dialog« unter der Schirmherrschaft von Sachsen-Anhalts Wirtschaftsminister Dr. rer. nat. Reiner Haseloff. Auch im Jahr 2008 berichteten hochkarätige Referenten aus Wirtschaft und Wissenschaft über den Einsatz von VR- und VE-Technologien in ihrem Unternehmen. Nach den Vorträgen führten die Fraunhofer-Wissenschaftler die Besucher auf einen Rundgang durch das Virtual Development and Training Centre VDTC des Fraunhofer IFF.



Am 6. November fand in Wernigerode das Schülerforum »Technik zum Anfassen und Begreifen« statt. Magnetpunkt war hierbei das Exponat »Digitaler Speer« des Fraunhofer IFF. So konnte das Fraunhofer IFF seinen Beitrag dazu leisten, gerade junge Menschen für Technik zu begeistern. Vielleicht entschließt sich der eine oder andere durch solche Erlebnisse für ein ingenieurwissenschaftliches Studium?



Die Schulklassen informieren sich bei Dipl.-Kfm. (FH) Stefan Gelb M.A. über interessante Ausbildungsberufe und Studiengänge im Bereich Technik, Industrie und Landwirtschaft.  
Foto: Oliver Heyer



Technik zum Anfassen: Schüler probieren den »Digitalen Wurfespeer«, eine Entwicklung aus dem Bereich Mess- und Prüftechnik.  
Foto: Oliver Heyer

22. Oktober - 26. November 2008,

Magdeburg

5. Gastvortragsreihe »Virtual Reality – Mensch und Maschine im interaktiven Dialog«

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

Schirmherrschaft:

Dr. rer. nat. Reiner Haseloff,  
Minister für Wirtschaft und Arbeit  
des Landes Sachsen-Anhalt

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk, Institutsleiter des

Fraunhofer IFF, Institutsleiter des Instituts

für Logistik und Materialflusstechnik ILM

Fachliche Mitwirkung:

Michaela Schumann M.A.

Dipl.-Ing.-Inf. Alexander Kroys

5. - 6. November 2008, Magdeburg

1st Annual smE-MPOWER

Learning Event

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

Fachliche Mitwirkung:

B.A. (Hons) Andreas Wolf

6. November 2008, Wernigerode

Schülerforum

»Technik zum Anfassen und Begreifen«

Veranstalter:

IGZ Wernigerode und Wernigerode AG

Exponat:

– Digitaler Wurfespeer

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Kfm. (FH) Stefan Gelb M.A.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Woitag

6. November 2008, Arnstorf

10. Industriearbeitskreis Kooperation im Anlagenbau »Energieeffizienz und erneuerbare Energien – Herausforderungen für den Anlagenbau«

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

LINDNER Holding KGaA

Fachliche Mitwirkung:

Dipl.-Ing. Andrea Urbansky

Dipl.-Kff. Melanie Thurow

21. November 2008, Magdeburg

6. IFF-Kolloquium

Veranstalter:

Fraunhofer IFF

Vorträge:

- Qualifizierung technischer Fachkräfte und Transfer erfahrungsbasierten Wissens beim Betrieb und der Instandhaltung von Hochspannungsbetriebsmitteln
- A Simplified Camera Calibration Algorithm for Augmented Reality
- Creation of an Algorithm for Operative Alteration of Riveting Process's Technological Parameters
- Bereitstellung von Eingangsparametern für Zuverlässigkeitsprognosen
- Untersuchungen zur Optimierung der See Through-Kalibrierung für mobile Augmented Reality-Assistenzsysteme
- Extraktion einer Schweißbahn aus den CAD-Daten und Generieren des NC-Programms für ein Robotersystem mit 7 Freiheitsgraden
- Intelligentes Batteriemangementssystem für Elektrokleintraktion
- Methoden zur Darstellung von Zuständen und Parametern in elektrischen Netzen
- Konzept zur Bereitstellung von Biomasse für die Brenngaserzeugung und dessen Verteilung
- Effiziente halbautomatische Segmentierung auf Basis der LiveWire-Technik
- Virtual Humans: Who Are They and Why Are They Here?

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk

Fachliche Mitwirkung:

Bartłomiej Arendarski M.Sc.

Dipl.-Ing. Tina Haase

Dipl.-Päd. Wilhelm Termath

Jian Xu M.Sc.

Ivan Pechenizkiy

Dipl.-Ing. Sergii Kolomiichuk

Bacc. Jens Grubert

Dipl.-Ing.-Inf. Johannes Tümler

Dr.-Ing. Rüdiger Mecke

Dipl.-Inf. (FH) Matthias Kennel



Versuchsanordnung zur Optimierung der See-Through-Kalibrierung für mobile Augmented Reality-Assistenzsysteme. Foto: Jens Grubert

Unternehmen im globalen Wettbewerb setzen immer mehr auf virtuelle Technologien. Gerade im Forschungsland Deutschland ist die computergestützte Produktentwicklung vielversprechend, da sie eine effizientere Zeit- und Ressourcennutzung verspricht. Das Projekt AVILUSplus steht in engem Bezug zum Technologieverbund AVILUS, der leistungsstarke Technologien im Kontext virtueller und erweiterter Realität entwickelt. Dabei wurde der Bedarf nach längerfristigen Forschungsmöglichkeiten deutlich. Neun renommierte Forschungseinrichtungen schlossen sich für AVILUSplus zusammen und richten ihren Fokus auf eine grundlagenorientierte Forschung, vor dem Hintergrund erhöhter wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Risiken.



Forscher aus neun Forschungseinrichtungen widmen sich grundlegenden technologischen Fragen in den Schwerpunkten Visualisierung und Interaktion sowie Datenhaltung und Messverfahren.  
Foto: Viktoria Kühne



Wissenschaftlich-technische Drehscheibe für das Projekt AVILUSplus ist das Fraunhofer IFF in Magdeburg. Im Bild: Institutsleiter Prof. Michael Schenk. Foto: Viktoria Kühne

Dipl.-Ing. Thomas Reek  
Dr.-Ing. Jens Kroitzsch  
Kamil Lipiec M.Sc.  
Dipl.-Inf. Kathleen Otto  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Trojahn  
Dipl.-Ing. Thomas Seidl  
Dipl.-Ing. Wolfram Schoor  
Rui Guimaraes M.Sc.

2. Dezember 2008, Magdeburg  
Ehrenkolloquium anlässlich des 60. Geburtstags von Prof. Burghard Scheel  
Internationalisierung am Fraunhofer IFF – Herausforderung der Zukunft  
Fachliche Mitwirkung:  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Dr.-Ing. Gerhard Müller  
Dr. rer. nat. Eberhard Blümel  
Dr.-Ing. Klaus Richter  
Dipl.-Ing. Holger Seidel  
Dipl.-Vw. Kay Matzner

2. Dezember 2008, Magdeburg

Projektstart AVILUSplus  
Fachliche Mitwirkung:  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Dr.-Ing. Gerhard Müller  
Dipl.-Inf. Marco Schumann  
Dr.-Ing. Rüdiger Mecke  
Dr.-Ing. Dirk Berndt

6. Dezember 2008, Magdeburg  
Jahrestagung des Clusters Sondermaschinen- und Anlagenbau Sachsen-Anhalt – Innovative Werkzeugmaschinenkonzepte

Veranstalter:  
tti Technologietransfer und Innovationsförderung Magdeburg GmbH

Vortrag:

– Virtuelle Produktentwicklung im Sondermaschinen- und Anlagenbau – von der Idee bis zur Inbetriebnahme

Fachliche Mitwirkung:  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker

8. Dezember 2008, Magdeburg

Pressereise »Ingenieurtechnische  
Spitzenleistung in Sachsen-Anhalt«

Veranstalter:

Investitions- und Marketinggesellschaft  
Sachsen-Anhalt

Fachliche Mitwirkung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.

Michael Schenk

Anna-Kristina Wassilew M.A.

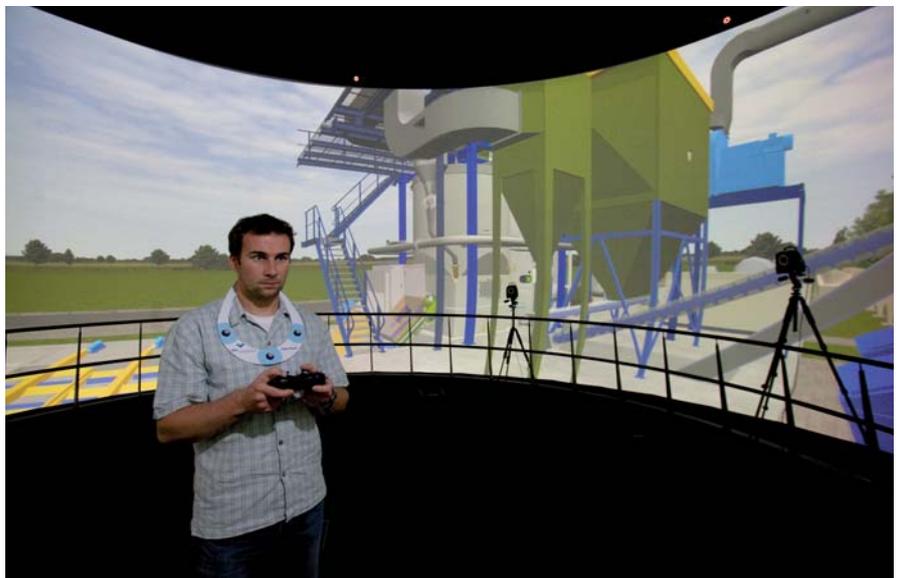
Dipl.-Medieninf. Oliver Wienert

Dipl.-Ing. Ronny Franke

Dipl.-Ing.-Inf. Johannes Tümler



Institutsleiter Prof. Schenk (Mitte) erklärt den Teilnehmern der Pressereise  
das virtuell-interaktive Modell der Lutherstadt Wittenberg.  
Foto: Bernd Liebl/IMG



Fraunhofer-Forscher Oliver Wienert demonstriert im Elbe Dom  
das virtuell-interaktive Modell eines Biomasse-Heizkraftwerks.  
Foto: Bernd Liebl/IMG

# ANHANG – NAMEN, DATEN, VERÖFFENTLICHUNGEN



Foto: Viktoria Kühne

## Gremienmitarbeit 2008 (Auswahl)

AG Wissenschaft der Landeshauptstadt  
Magdeburg  
Anna-Kristina Wassilew M.A. – Mitglied

ALFA Wachstumskern  
Dipl.-Ing. Susan Gronwald – Beirat des  
Wachstumskerns

AMA Fachverband für Sensorik e.V.  
Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker –  
Mitglied

Arbeitsgemeinschaft Simulation e.V.  
(ASIM), Fachgruppe »Simulation in  
Produktion und Logistik«  
Dipl.-Inf. Marco Schumann – Mitglied  
Arbeitsgemeinschaft Simulation  
Dr. rer. nat. habil. Juri Tolujew – Mitglied

Asian Society for Environmental  
Protection (ASEP)  
Dipl.-Ing. Ralf Opierzynski – Schatz-  
meister und Mitglied

ATV-DVWK – Arbeitsgruppe ES-8.12  
Reparatur von Abwasserleitungen und  
-kanälen durch Roboterverfahren  
Dr. techn. Norbert Elkmann – Mitglied

Automotive Cluster Ostdeutschland e.V.  
(ACOD)  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Vorstandsmitglied

BITKOM e.V.  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Vertreter der Fraunhofer-  
Gesellschaft

Dr. Ina Ehrhardt – Vertreter der  
Fraunhofer-Gesellschaft

Bundesverband für Wirtschaftsförderung  
und Außenwirtschaft e.V.  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Mitglied des Senats

Bundesvereinigung Logistik e.V. (BVL)  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Mitglied des wissenschaftlichen  
Beirats und Juryvorsitzender »Wissen-  
schafpreis Logistik«  
Regionalgruppe Sachsen-Anhalt  
Dipl.-Ing. Holger Seidel – Regional-  
gruppensprecher

CEN TC 319 Maintenance  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Cathrin Plate  
– Mitglied

CLAWAR Association  
Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker –  
Mitglied

Deutsch Russisches Forum e.V.  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Mitglied  
Prof. sc. techn. Ulrich Schmucker –  
Mitglied

Deutsche Arbeitsgemeinschaft für  
Mustererkennung DAGM  
Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert – Mitglied

Deutsche Gesellschaft für Zerstörungs-  
freie Prüfung e.V. – DGZfP  
Arbeitskreis Magdeburg  
Dr.-Ing. Dirk Berndt – pers. Mitglied

Deutscher Journalisten Verband DJV e.V.  
Anna-Kristina Wassilew M.A. – Mitglied

EIRAC – European Intermodal Research  
Advisory Council  
Dr. rer. nat. Eberhard Blümel – Mitglied

EuroVR Association  
Dipl.-Inf. Marco Schumann – Mitarbeit

ETPIS – European Technology Platform –  
Industrial Safety  
Dr. rer. nat. Eberhard Blümel – Mitglied

FASA e.V. – Zweckverband zur Förderung  
des Maschinen- und Anlagenbaus in  
Sachsen und Sachsen-Anhalt  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Vorstandsvorsitzender  
Dipl.-Ing. Andrea Urbansky –  
Geschäftsführerin

Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. (FEE)	Fraunhofer-Verbund Verkehr FVV	Kompetenznetz MAHREG Automotive Sachsen-Anhalt Automotive e.V.
Arbeitsgruppe Biogene Gase-Brennstoffzellen	Dr.-Ing. Dirk Berndt – Sprecher des Fraunhofer IFF	Dr.-Ing. Gerhard Müller – Vertreter des Fraunhofer IFF
Dr.-Ing. Matthias Gohla – Mitglied	Dipl.-Wirtsch.-Ing. Daniel Reh – Mitglied	
Arbeitsgruppe Vergasung von Biomasse	German Construction Technology	Kompetenznetzwerk Mitteldeutsche Entsorgungswirtschaft
Dr.-Ing. Helmar Tepper – Mitglied	Plattform, Arbeitsgruppe Cultural Heritage	Dr.-Ing. Eyck Schotte – Mitglied
	Dr.-Ing. Rüdiger Mecke, Andreas Höpfner	
Förderverein Kreislaufwirtschaft e.V.	M.Sc. – Fachliche Mitwirkung	
Dipl.-Ing. Frank Mewes – Mitglied		Licon Logistics e.V.
	Gesellschaft für Informatik e.V.	Dr.-Ing. Klaus Richter – Vorstandsmitglied
Forest Based Technology Platform	Fachgruppe Virtuelle und Erweiterte Realität	
Dr.-Ing. Ina Ehrhardt – Fachliche Mitwirkung	Dipl.-Inf. Marco Schumann – Mitglied des Lenkungskreises	LPQIVES – Leonardo Power Quality Initiative Vocational Education System Certification Board
		Dr.-Ing. Przemyslaw Komarnicki – Mitglied
Forum Vision Instandhaltung e.V.	Gesellschaft für Operations Research e.V.	
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Cathrin Plate – Mitglied, Vertreter des Fraunhofer IFF im Konsortium	Dipl.-Wirtsch.-Math. Katja Barfus – Mitglied	Netzwerk Pipeline- und Anlagenbau
	Dipl.-Ing. Holger Seidel – Mitglied	Dipl.-Ing. Andrea Urbansky – Mitglied des koordinierenden Vorstands
Fraunhofer-Allianz Energie	Gesellschaft für Projektmanagement e.V.	
Dr.-Ing. Matthias Gohla – Koordination	Regionalgruppe Magdeburg	Nordrhein-Westfälischer Anwenderverbund für integrierte Satellitennavigationslösungen e.V. Navisat
Fraunhofer IFF-Aktivitäten (i.A. der Institutsleitung)	Dipl.-BW (FH) Katrin Reschwamm – Regionalgruppenleiterin	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk – Mitglied
		Open GIS Consortium (OGC)
Fraunhofer-Allianz <i>Vision</i>	Gesellschaft für Verkehr Braunschweig e.V. (GZVB)	Dipl.-Ing. Frank Mewes
Dr.-Ing. Dirk Berndt – Sprecher	Dipl.-Ing. Eyk Flechtner – Mitglied	PR-Netzwerk Fraunhofer-Gesellschaft e.V.
Fraunhofer IFF		Anna-Kristina Wassilew M.A. – Mitglied
	IGZ Innovations- und Gründerzentrum Magdeburg GmbH	Presseclub Magdeburg e.V.
Fraunhofer-Gesellschaft – Wissenschaftlich-Technischer Rat (WTR)	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk – Beiratsmitglied	Anna-Kristina Wassilew M.A. – Mitglied
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk – Mitglied		
Dr.-Ing. Gerhard Müller – Vertreter des Fraunhofer IFF	Innovations- und Technologiebeirat der Landesregierung des Landes Sachsen-Anhalt	REFA Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung, Landesverband Sachsen-Anhalt
Dr.-Ing. Uwe Klaeger – stellv. Vertreter des Fraunhofer IFF	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk – Mitglied	Dr.-Ing. Ina Ehrhardt – stellvertretende Vorstandsvorsitzende
		Dipl.-Ing. Holger Seidel – Mitglied des erweiterten Vorstands
Fraunhofer-Verbund Nanotechnologien	International Green Productivity Association (IGPA)	
Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker – Mitglied	Dipl.-Ing. Ralf Opierzynski – Mitglied	
Fraunhofer-Verbund Produktion der Fraunhofer-Gesellschaft	Jenoptik AG, Wissenschaftlicher Beirat	
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk – Mitglied	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk – Mitglied	

REFAVDG-Fachausschuss Gießerei  
des Verbands für Arbeitsgestaltung,  
Betriebsorganisation und Unternehmens-  
entwicklung e.V.  
Dipl.-Math. Sonja Hintze – Mitglied

RKW Rationalisierungs- und Innovations-  
zentrum der Deutschen Wirtschaft  
Sachsen-Anhalt e.V.  
Dr.-Ing. Gerhard Müller – Mitglied des  
Vorstands

SANASA – Satelliten Navigation Sachsen-  
Anhalt e.V.  
Dr.-Ing. Klaus Richter – stellvertretender  
Vorstandsvorsitzender

Society for Modeling and Simulation  
International  
Dipl.-Inf. Marco Schumann – Mitglied

The International Emergency  
Management Society  
Dr.-Ing. Martin Endig – Mitglied

TKB – Technologiekontor Bremerhaven  
F&E Gesellschaft für die Nutzung regene-  
rativer Energien m.b.H.  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Aufsichtsratsmitglied

Transferverbund Medizintechnologie  
(TVMT), Referat Forschung der  
Medizinischen Fakultät, UNI Magdeburg  
Dr.-Ing. Rüdiger Mecke – Vertreter des  
Fraunhofer IFF im Konsortium

Transferzentrum für Automatisierung im  
Maschinenbau e.V. (TAM)  
Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker –  
Vorstandsmitglied

Verein Deutscher Gießereifachleute  
(VDG)  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Mitglied des Forschungsbeirats

Verein Deutscher Ingenieure (VDI)  
VDI-Gesellschaft Mess- und Automati-  
sierungstechnik (GMA)  
Fachausschuss 3.32: Optische 3D-  
Messtechnik  
Dr.-Ing. Dirk Berndt – pers. Mitglied

Verein Deutscher Ingenieure (VDI)  
VDI-Gesellschaft Produktionstechnik  
(ADB)  
Dr.-Ing. Gerhard Müller – Mitglied des  
Vorstands und Leiter Kompetenzfeld  
Anlagenmanagement  
Arbeitsgruppe Richtlinie Fabrikplanung  
Dipl. Wirtsch.-Ing. Thomas Dengler –  
Mitglied im Gremium und Mitarbeit in  
der Arbeitsgruppe

VDI-ADB Fachausschuss Ganzheitliche  
Produktionssysteme  
Arbeitsgruppe Aufbau, Struktur und Ziele  
von ganzheitlichen Produktionssystemen  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Nadine Doden –  
Mitglied im Gremium  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Daniel Reh – Mitglied  
im Gremium  
VDI-ADB – Fachausschuss Instandhaltung  
Arbeitsgruppe Erstellung von Richtlinien  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Cathrin Plate  
– Mitglied und Mitarbeit in der  
Arbeitsgruppe

Verein Deutscher Ingenieure (VDI)  
VDI-Landesverband Sachsen-Anhalt  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Vorsitzender  
VDI-Magdeburger Bezirksverein  
Dr.-Ing. Klaus Richter – Obmann AK  
Entwicklung Konstruktion Vertrieb

Verkehrsausschuss der IHK Magdeburg  
Dipl.-Ing. Holger Seidel – Mitglied

Windenergie-Agentur Bremerhaven/  
Bremen e.V. (WAB)  
Dr.-Ing. Frank Ryll – Mitglied

Zentrum für Neurowissenschaftliche  
Innovation und Technologie ZENIT GmbH  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael  
Schenk – Mitglied des wissenschaftlichen  
Beirats

Zentrum für Regenerative Energien  
Sachsen-Anhalt e.V. (ZERE)  
Dr.-Ing. Gerhard Müller – Mitglied des  
Vorstands  
Dr.-Ing. Matthias Gohla –  
Ansprechpartner des Fraunhofer IFF

# Internationale Forschungs- und Kooperationspartner 2008 (Auswahl)

Aeronautical Institute Kharkov, Kharkov, Ukraine	Beijing Hope Software Co., Beijing, China	CEPE – Centre for Energy Policy and Economics, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Zürich, Schweiz
AeroSpace and Defence Industries Association, Brüssel, Belgien	Berner Fachhochschule, Bern, Schweiz	Chalmers University of Technology, Göteborg, Schweden
AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V., Frankfurt am Main	Biomag, Únicov, Tschechien	Chengdu Lead Science & Technology Co. Ltd. (SCLEAD), Chengdu, China
AIDIMA Environment Section, Valencia, Spanien	Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik gGmbH, Bremen	College of Nyiregyhaza, Agricult. & Molecular Res. Inst. Nyiregyhaza, Ungarn
Airbus Deutschland GmbH, Hamburg,	Brno University of Technology, Brno, Tschechien	Confartigianato Imprese Pistoia, S. Agostino, Italien
ALMA, Lyon, Frankreich	Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Ungarn	Copenhagen Business School, Kopenhagen, Dänemark
Archimedes Foundation, Tallinn, Estland	Bureau of Target Industries Development/ Department of Industrial Promotion (Ministry of Industry), Bangkok, Thailand	CTO – Ship Design and Research Centre, Gdansk, Polen
ARIES, Bukarest, Rumänien	Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Valencia, Valencia, Spanien	Czech Technical University Prague, Prag, Tschechien
ASEP Asian Society for Environmental Protection, Bangkok, Thailand	Centrale Recherche SA, Paris, Frankreich	DaimlerChrysler, Gaggenau
Asia Pacific Roundtable for Cleaner Production (APRCP), Manila, Philippinen	Centre for European Security Strategies, München	DaimlerChrysler Forschungszentrum, Ulm
Asian Society for Environmental Protection (ASEP), Bangkok, Thailand	Centre for Renewable Energy CRES, Pikerimi Attiki, Griechenland	Danish Centre for Forest, Landscape and Planning, Hoersholm, Dänemark
Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España, Madrid, Spanien	Centre for Research and Technology Hellas, Thermi, Thessaloniki, Griechenland	Deere & Co. World Headquarter, Moline, USA
Association of Forest Municipalities in the Valencian Community, Valencia, Spanien	Centre for Research and Technology Hellas CERTH, Ptolemais, Griechenland	Delft University of Technology, Delft, Belgien
Atos Origin, Madrid, Spanien	CENTRIM University of Brighton, Brighton, Großbritannien	Deloitte Touche Tohmatsu, S.L., Madrid, Spanien
AVINOR AS, Gardermoen, Norwegen	Centro Ricerche FIAT (CRF), Orbassano (Torino), Italien	Digipro Computer Consultants Ltd, Pafos, Zypern
Balma Forestal S.L.P, La Pobla Llarga, Spanien	Centrul De Afaceri Transilvania (CAT), Cluj-Napoca, Rumänien	e.sigma Systems GmbH, München
BASF AG, Ludwigshafen	Centrum Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa EMAG, Katowice, Polen	EADS Deutschland GmbH, Corporate Research Center, Hamburg
Beacontech Ltd., Tel Aviv, Israel		

Ecole Centrale Paris, Paris, Frankreich	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Wuerttemberg, Freiburg	Indonesian Society of Environmental Professionals (ISEP), Jakarta, Indonesien
Ecole Polytechnique Universitaire de Marseille, Marseille, Frankreich	Fraunhofer WKI, Braunschweig	Industrial Technology Research Institute, Taipei, Taiwan
Elsag Datamat S.p.A, Genua, Italien	Fritz Becker KG, Brakel	INESC Porto, Unidade de Sistemas de Informacao e de Comunicacao, Porto, Portugal
Enigma Information Retrieval, Inc, Burlington, USA	Fundación Comunidad Valenciana-Region Europea, Valencia, Spanien	InnovaWood Ltd., Dublin, Irland
Escola Superior Agraria de Beja, Beja, Portugal	Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA	Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V., Halle
ETA Florence - Renewable Energies , Florenz, Italien	Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), Le Chesnay, Frankreich
EURESEARCH, Bern, Schweiz	Halmstad University, Halmstad, Schweden	Institut National des Sciences Appliquées de Rennes (INSA), Rennes, Frankreich
European Aeronautic Defence and Space Company EADS, Paris, Frankreich	Hanoi University of Technology, Hanoi , Vietnam	Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (INESC), Porto, Portugal
European Biomass Industry Association , Brüssel, Belgien	Hellenic Institute of Transport, Thessaloniki, Griechenland	Instituto de Tecnología Cerámica-AICE (ITC), Castellón, Spanien
European Organisation for Security, Brüssel, Belgien	Helsinki University of Technology TKK, Dept. Energy Techn., Helsinki, Finnland	Instituto de Tecnologia Electrica ITE, Valencia, Spanien
European Process Safety Centre, Warwickshire, Großbritannien	Higher Council for Science and Technology, Amman, Jordanien	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, Torrejon de Ardoz, Spanien
Federation of Thai Industries (FTI), Bangkok, Thailand	HiTec Marketing, Wien, Österreich	Instytut Spawalnictwa, Polish Welding Centre of Excellence, Krakau, Polen
Fondazione Rosselli, Turin, Italien	Iberdrola Renovables S.A., Valencia , Spanien	InterBalt Maritime Agency, Tallin, Estland
Forest and Landscape Denmark - University of Copenhagen, Hoersholm, Dänemark	IDC Information Technologies, Riga, Lettland	International Institute for Critical Infrastructures CRIS, Linköping, Schweden
Forest Research, Roslin, Großbritannien	Indian Institute of Science, Bangalore, Indien	Intro Solutions Ltd., Ankara, Türkei
Forest Research - Nothern Research Station, Roslin, Midlothian, Großbritannien	Indian Institute of Technology Delhi, Centre for Energy Studies, New Delhi, Indien	InWent - Internationale Weiterbildung und Entwicklung gGmbH, Bonn
Forschungsinstitut für Forstwirtschaft und Jagdwesen, Jíloviste-Strnady, Tschechien	Indo German Chamber of Commerce, Bangalore, Indien	

Iowa State University, Ames, USA	Latvian Intelligent Systems, Riga, Lettland	National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Pathumthani, Thailand
Italian Ship Research Center (CETENA SpA), Genua, Italien	Lesy České republiky, státní podnik, Hradec Králové, Tschechien	Naturgas Energía, S.A., Bilbao, Spanien
ITI Aristotle University Thessaloniki, Thessaloniki, Griechenland	Liophant Simulation Club, University of Genoa, Genua, Italien	Nemetschek, Sofia, Bulgarien
James Jones and Sons Ltd., Larbert, Großbritannien	Lithuanian Innovation Centre (LIC), Vilnius, Litauen	Netherlands Organization for Applied Scientific Research, Delft, Niederlande
Jenoptik AG/Jenoptik Laser Display Technology LDT GmbH, Jena	Liverpool John Moores University Higher Education Corporation, Liverpool, Großbritannien	Niigata University, Dept. Chemistry and Chem. Eng., Niigata, Japan
Joint Research Company, Ispra, Italien	Logitrans Consult Ltd., Tallin, Estland	Niki Information Technologies, Katsika, Griechenland
Joint Stock company »Sonex computers« (SONEX), Klaipeda, Litauen	Louisiana State University, Center for Computation & Technology, Baton Rouge, USA	Norsk Treteknisk Institutt, Oslo, Norwegen
Jordan University for Science and Technology, Amman, Jordanien	Lund University, Lund, Schweden	Office of Small and Medium Enterprises Promotion (OSMEP), Bangkok, Thailand
Karl-Franzens-University, Graz, Österreich	Malaysian German Chamber of Commerce, Kuala Lumpur, Malaysia	Oil & Gas Training Centre Pusdiklat Migas, Jawa Tengah, Indonesien
King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT), Bangkok, Thailand	Maritime & Supply Chain Solutions (Europe) Ltd., Ballycarry, Großbritannien	Philippine Pollution Prevention Roundtable (P3R), Manila, Philippinen
Klaipeda State Seaport Authority, Klaipeda, Litauen	Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, USA	PIAP – Industrial Research Institute for Automation and Measurement, Warschau, Polen
Kohlbach KCO Cogeneration und Bioenergie GmbH, Wolfsberg, Österreich	Melon Technologies, Sofia, Bulgarien	Plato, Dundalk, Irland
KRONOPOL Sp. z o.o., Zary, Polen	Metla – The Finnish Forest Research Institute, Parkano, Finnland	Politecnico di Milano, Mailand, Italien
Kulob Branch of the Technological University of Tajikistan, Duschanbe, Tajikistan	Moskauer Institut für Automobil- und Straßenwesen MADI, Moskau, Russland	Pymera, Valencia, Spanien
Laboratory of Design, Production and Management, Universiteit van Twente, Twente, Niederlande	Multimedia University Malaysia, Cyber Jaya, Malaysia	Regionalne Poradenske A Infomacne Centrum Presov (RPIC), Presov, Slowakei
Landesforstbetrieb der Slowakischen Republik, Banská Bystrica, Slowakei	National Aerospace University »KhAI«, Kharkov, Ukraine	Riga Technical University, Riga, Lettland
Landesforstbetrieb der Tschechischen Republik, Hradec Králové, Tschechien	National Innovation Fund, Almaty, Kazachstan	Scottish Crop Research Institute (SCRI), Dundee, Großbritannien
		Semantic Systems, Derio, Spanien

SenterNovem, Den Haag, Niederlande	Technical University of Lisbon, Lissabon, Portugal	TP Technoplus Industrial and Trading Ltd, Budapest, Ungarn
SFERA – Societa per la Formazione e le Risorse Aziendali per Azioni, Italien	Technical University of Sofia, Sofia, Bulgarien	Trans-European Consultants for Transport, Development and IT (TREDIT), Thessaloniki, Griechenland
Sheffield Hallam University, Sheffield, Großbritannien	Technische Universität Hamburg, Hamburg	TRIMOS-SYLVA S.A. (PTY) Ltd., Waterkloof, Südafrika
Shenyang Machine Tool Group Co. Ltd., Shenyang, China	Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Qualitätssicherung der Fakultät für Maschinenbau, Ilmenau	Trinity College Dublin, Dublin, Irland
Skogforsk, The Forestry Research Institute of Sweden, Uppsala, Schweden	Technische Universität, Forstwissenschaftliche Fakultät Zvolen, Zvolen, Slowakei	Tsinghua University, Peking, China
Southwest Jiaotong University – Opto-Electronic Engineering Institute, Chengdu, China	Telefónica Investigación y Desarrollo, Madrid, Spanien	T-SOFT spol. s r.o., Prag, Tschechien
SP Swedish Nat. Testing and Research Institute, Boras, Schweden	TESEO Sprl, Brüssel, Belgien	T-Systems, Frankfurt am Main
Staatliches Forschungsinstitut für Flugsysteme (GosNIIAS), Moskau, Russland	Testaluna S.r.l., Milano, Italien	TÜV Rheinland Industrie Services GmbH, Köln
Standards and Industrial Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia	Thai-German Institute (TGI), Chonburi, Thailand	UNESCO-UNEVOC International Centre for Technical and Vocational Education and Training, Paris, Frankreich
Stanford University, Stanford, USA	Thales Aerospace Division, Toulouse, Frankreich	Uni Oulu, Oulu, Finnland
Steinbeis-Transferzentrum Qualitätssicherung & Bildverarbeitung, Ilmenau	Thales Defence Deutschland GmbH, Koblenz	Universidad Complutense de Madrid, Dept. Chem. Eng., Madrid, Spanien
Stiftelsen SINTEF, Trondheim, Norwegen	Thales Netherlands B.V, Hengelo, Niederlande	Universidad Politicnica de Valencia, Valencia, Spanien
Supreme Council of science and technology under the President of Turkmenistan, Aşgabat, Turkmenistan	Thales Research and Technology, Berkshire, Großbritannien	Universidad Rovira i Virgili Tarragona, Tarragona, Spanien
Tashkent University of Information Technology, Taschkent, Usbekistan	Thales Security Solutions and Services, Palaiseau, Frankreich	Universita Cattolica del Sacro Cuore di Milano, Mailand, Italien
Techn. Universität Graz, Inst. für Wärmetechnik, Graz, Österreich	The International University of Kyrgyzstan, Bischkek, Kirgisistan	Universita degli Studi di Genova, Genua, Italien
Technical University Crete, Kreta, Griechenland	The Open University, Milton Keynes, Großbritannien	Universita di Napoli, Neapel, Italien
	Thessaloniki Port Authority, Thessaloniki, Griechenland	Universität Modena, Modena, Italien
		Universität Zürich, Zürich, Schweiz

Université de Haute Alsace, Muhlhouse, Frankreich	University of Rome »La Sapienza«, Rom, Italien
Université de Valenciennes, Valenciennes, Frankreich	University of South Australia, Adelaide, Australien
Universite Libre de Bruxelles, Brüssel, Belgien	University of Southern Queensland, Toowoomba, Australien
UNIVERSITETET I STAVANGER - HOGSKOLENI STAVANGER, Stavanger, Norwegen	University of Tampere, Tampere, Finnland
University College Dublin, Dublin, Irland	University of Trondheim, Trondheim, Schweden
University College of Borås, Borås, Schweden	University of Ulster, Ulster, Großbritannien
University of Applied Science Karlsruhe, Institute of Applied Research (IAF), Karlsruhe	University of Zilina, Zilina, Slowakei
University of Athens, Athen, Griechenland	VDH USA Inc, Millerville, USA
University of Birmingham, Birmingham, Großbritannien	Vietnam Productivity Centre (VPC), Hanoi, Vietnam
University of Glasgow, Glasgow, Großbritannien	Virginia Modeling, Analysis and Simulation Center (VMASC), Norfolk, USA
University of Helsinki, Helsinki, Finnland	Vocational Education Development Center (VEDC), Malang, Indonesien
University of Malaga, Malaga, Spanien	VR Centre – University of Teesside, Middlesbrough, Großbritannien
University of Michigan, Virtual Reality Laboratory, Ann Arbor, USA	VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finnland
University of Nottingham, Nottingham, Großbritannien	Warsaw University of Technology, Warschau, Polen
University of Oulu, Dept. Process and Environm. Eng., Oulu, Finnland	White Cyber Knight Ltd, Tel-Aviv, Israel
University of Oulu, Neural Network Group, Oulu, Finnland	
University of Porto, Decision and Control Engineering Group (DCEG) from FEUP, Porto, Portugal	

# Veröffentlichungen 2008

## Monographien und Herausgeberschaften

### (Auswahl)

Schenk, M. (Hrsg.):

11. Gastvortragsreihe: Logistik als Arbeitsfeld der Zukunft – Potenziale, Umsetzungsstrategien und Visionen. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008, ISBN 978-3-8167-7611-6

Schenk, M. (Hrsg.):

11. IFF-Wissenschaftstage – Tagungsband. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008, ISBN 978-3-8167-7630-7

Schenk, M. (Hrsg.):

5. Gastvortragsreihe: Virtual Reality – Mensch und Maschine im interaktiven Dialog. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008, ISBN 978-3-8167-7827-1

Schenk, M. (Hrsg.):

5. Tagung: Anlagenbau der Zukunft – Virtual Engineering – Vorteile für die Projektierung, Konstruktion, Qualifizierung und den sicheren Anlagenbetrieb. – Tagungsband. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008, ISBN 978-3-8167-7542-3

Schenk, M. (Hrsg.):

9. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« – Innovative Lösungen zur Auftragsabwicklung im Anlagenbau – Tagungsband. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008, ISBN 978-3-8167-7783-0

Schenk, M. (Hrsg.):

IFFOCUS – Logistik verbindet: Sachsen-Anhalt: Drehscheibe moderner Warenlogistik. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 1/2008, ISSN 1862-5320, ISBN 978-3-8167-7761-8

Schenk, M. (Hrsg.):

IFFOCUS – Mensch-Maschine interaktiv: Mit Digital Engineering effizienter produzieren. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2/2008, ISSN 1862-5320, ISBN 978-3-8167-7933-9

Schenk, M. (Hrsg.):

Leistungen und Ergebnisse – Jahresbericht 2007. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008, ISBN 978-3-8167-7648-2

Schenk, M. (Hrsg.):

OSS – One-Stop Services für die weltweite industrielle Produktion – Schriftenreihe Nr. 3. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008

Schenk, M. (Hrsg.):

OSS – One-Stop Services für die weltweite industrielle Produktion – Schriftenreihe Nr. 4. Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008

Schenk, M. (Hrsg.):

Veröffentlichungen aus Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft. Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag, 2008, ISBN 978-3-8167-7559-1

# Aufsätze (Auswahl)

Adler, S. ; Mecke, R.:  
Simulation von Schnitten in Virtual Reality-Organmodelle.  
In: Schenk, M. (Hrsg.):  
11. IFF-Wissenschaftstage.  
(Magdeburg 25. - 26. Juni 2008) –  
Tagungsband, S. 71-80,  
ISBN 978-3-8167-7630-7

Adler, S. ; Mecke, R. ; Wex, C.:  
Effiziente Datenstrukturen für Schnitte in dynamische Organmodelle.  
In: SCS Publishing House (Hrsg.): Simulation and Visualisation.  
(Magdeburg 25. - 26. Februar 2008) –  
Tagungsband, S. 295-308,  
ISBN 3-936150-53-2

Arendarski, B. ; Termath, W. ;  
Mecking, P.:  
Maintenance of Complex Machines in Electric Power Systems Using Virtual Reality Techniques.  
In: IEEE (Hrsg.): International Symposium on Electrical Insulation.  
(Vancouver, Kanada 08. - 11. Juni 2008) –  
Tagungsband, S. 483-487,  
ISBN 978-4244-2092-6

Bade, C. ; Tümler, J. ; Paul, G.:  
Stationary and Mobile Augmented Reality in Industrial Applications.  
In: Proceedings of the International Conference on Information Technologies. InfoTech-2008 (Hrsg.): International Conference on INFORMATION TECHNOLOGIES.  
(Varna, Bulgarien 19. - 20. September 2008) –  
Tagungsband, S. 213-292,  
ISBN 978-954-951856-6

Baldermann, M. ; Ryll, F. ; Lietz, T.:  
Bestimmung von Abnutzungsvorräten in Druckluftherzeugungsanlagen als Entscheidungsunterstützung bei der Gestaltung einer zustandsabhängigen Instandhaltungsstrategie.  
In: VDI-Wissensforum GmbH (Hrsg.):  
29. VDI/VDEh Forum Instandhaltung, 2008.  
(Duisburg 11. - 12. Juni 2008) –  
Tagungsband, S. 37-55,  
ISBN 978-3-00-024872-6

Belardinelli, C. ; Blümel, E. ; Müller, G. ;  
Schenk, M.:  
Making the virtual more real: research at the Fraunhofer IFF Virtual Development and Training Centre.  
In: Cognitive Processing.  
(2008), 3, S. 217-224, ISSN 1612-4782

Blümel, E. ; Boeve, W. ; Recagno, V. ;  
Schilk, G.:  
Ship, Port and Supply Chain security Concepts Interlinking Maritime with Hinterland Transport Chains.  
In: WMU Journal of Maritime Affairs.  
(2008), 1, S. 205-225, ISSN 1651-436X

Blümel, E. ; Müller, G. ; Schenk, M. :  
Virtuelle Welten am VDTC.  
In: Das IPL-Magazin.  
(2008), 4, S. 9-13

Blümel, E. ; Schenk, M.:  
Virtual Development, Testing and Learning platforms for the integrated development of products and production systems.  
In: EISAM (Hrsg.): 15 th International Product Development Management Conference.  
(Hamburg 30. Juni 2008 - 01. Juli 2008) –  
Tagungsband, S. 190-192,  
ISBN 1998-7374

Blobner, C. ; Müller, F.:  
Sustainability – Innovation as an Instrument to foster Sustainable Business Practices.  
In: SIRIM – WAITRO International Conference, Technology Exhibition and Business Matching on Turning Technology Innovation into Profit.  
(Kuala Lumpur, Malaysia 12. - 14. August 2008) –  
Tagungsband

Dengler, T. ; Petri, R.:  
Kontinuierliche Fabrikplanung.  
In: Schenk, M. (Hrsg.):  
OSS – One-Stop Services für die weltweite industrielle Produktion –  
Schriftenreihe Nr. 4.  
Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008,  
S. 13-14

Elkmann, N. ; Fritzsche, M. ;  
Schulenburg, E. ; Teutsch, C.:  
LISA: ein Assistenzroboter für den Einsatz in Laborumgebungen.  
In: VDI (Hrsg.): Fachtagung Robotik, 2008.  
(München 11. - 12. Juni 2008) –  
Tagungsband, S. 227-230

Elkmann, N. ; Lucke, M. ; Krüger, T. ;  
Kunst, D. ; Stürze, T. :  
Kinematics and Sensor and Control Systems of the Fully Automated Facade Cleaning Robot SIRIUSc for Fraunhofer Headquarters in Munich.  
In: Field and Service Robotics – Results of the 6th International Conference (Hrsg.):  
Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2008,  
S. 505-512, ISBN 978-3-540-75403-9

Endig, M.:  
Lebenslaufakten für den Betrieb von Kraftwerken.  
In: marcusevans (Hrsg.): Power Plant Maintenance, 2008.  
(Düsseldorf 01. - 02. Dezember 2008) –  
Tagungsband

- Endig, M.:  
Lebenszyklusübergreifende Dokumentation als Grundlage für den wirtschaftlichen Anlagenbetrieb.  
In: TÜV Rheinland Industrieservices GmbH (Hrsg.): Fachgespräch »Anlagensicherheit«.  
(Hamburg 17. Juni 2008) – Tagungsband
- Felsch, T. ; Fritzsche, M. ; Garlin, J. :  
Herstellung großvolumiger Gießereimodelle und Sandformen mit Industrierobotern.  
In: VDI (Hrsg.): Fachtagung Robotik, 2008.  
(München 11. - 12. Juni 2008) – Tagungsband
- Förster, T. ; Felsch, T. ; Elkmann, N.:  
Robot to Inspect Rotor Blades of Wind Power Plants.  
In: DEWI (Hrsg.): 9th German Wind Energy Conference.  
(Bremen 26. - 27. November 2008) – Tagungsband
- Franke, M. ; Rusin, V. ; Brutscheck, M. ; Kasper, R. ; Mrech, H. ; Schmucker, U.:  
Investigation of an Electrical Machine in Multidomain Environments.  
In: 15. Electronic Devices and Systems IMAPS CS International Conference.  
(Brno, Tschechien 10. - 11. September 2008) – Tagungsband, S. 408-413
- Franke, M. ; Rusin, V. ; Brutscheck, M. ; Kasper, R. ; Mrech, H. ; Schmucker, U.:  
Multidomäne Simulation einer Antriebsmaschine. Köthen, Deutschland.  
In: Hochschule Anhalt (FH) (Hrsg.): 9. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz.  
(Köthen 29. April 2008) – Tagungsband
- Fritzsche, M. ; Woitag, M. ; Amreihn, U. ; Berndt, D. ; Elkmann, N. ; Warnemünde, R.:  
Neue textile Sensoren zur flächigen Druckerfassung.  
In: VDE Verlag (Hrsg.): Ambient Assisted Living – 1. Deutscher Kongress mit Ausstellung.  
(Berlin 30. Januar 2008 - 01. Februar 2008) – Tagungsband, S. 4
- Garrel, J. von ; Krüger, A. :  
Service Engineering zur Erhöhung des Internationalisierungspotenzials von Dienstleistungen.  
In: Schenk, M. (Hrsg.): OSS – One-Stop Services für die weltweite industrielle Produktion – Schriftenreihe Nr. 4.  
Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008, S. 43-49
- Garrel, J. von ; Reh, D. :  
Strategisches Marketing industrieller Dienstleistungsnetzwerke.  
In: Industrie Management – Zeitschrift für industrielle Geschäftsprozesse.  
(2008) 2, S. 31-42
- Garrel, J. von ; Voigt, S. ; Walter, R.:  
Innovationsradar.  
In: REFA Bundesverband e.V.: REFA-Nachrichten, Zeitschrift für Industrial Engineering.  
(2008), S. 36-39, ISSN 1866-2269
- Garrel, J. von ; Voigt, S. ; Walter, R. :  
Innovationsradar – Ein Werkzeug zur Identifikation von Potenzialen und Schwachstellen in Innovationsprojekten.  
In: Industrial Engineering.  
(2008) 4, S. 36-40, ISSN 1866-2269
- Garrel, J. von ; Walter, R.:  
Innovationen in mittelständischen Netzwerken: Eine Bestandsaufnahme.  
In: Dorn, K-H.G. ; Kerber, R. ; Marré, K. ; Fitzsimons, C.J. ; Frick, A. ; Kerber, G. ; Marré, R. ; Wagenhals, K. (Hrsg.): Innovationen durch Projektmanagement – oder?!:  
Heidelberg : dpunkt.verlag, 2008, S. 11-26, ISBN 978-3-89864-548-5
- Garrel, J. von ; Walter, R. ; Reh, D.:  
Innovationen in mittelständischen Netzwerken – Erfolgsfaktoren und Methoden.  
In: Schenk, M. (Hrsg.): Veröffentlichungen aus Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft.  
Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag, 2008 ISBN 978-3-8167-7559-1
- Klaeger, U. ; Döhrer, E.:  
Intelligent Prototypes by Using Smart Materials for Aerodynamic Design.  
In: University College Ghent (Hrsg.): 3rd International Conference on Polymers and Moulds Innovations.  
(Gent, Belgien 17. - 19. September 2008) – Tagungsband, S. 79-83
- Klaeger, U. ; Hoffmann, A.:  
Intelligente Prototypen durch Einsatz von Smart Materials für den aerodynamischen Entwurf.  
In: Fachmesse und Anwendertagung Rapid.Tech, 2008.  
(Erfurt 27. - 28. Mai 2008) – Tagungsband
- Komarnicki, P.:  
Anwendung hochgenauer, synchroner Messungen zur Verbesserung des Betriebs von Verteilungsnetzen.  
Magdeburg : Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Bd. 22, 2008, ISBN 978-3-940961-04-4

- Komarnicki, P. ; Powalko, M.:  
PMU Measurement and Monitoring.  
In: International Summer CRIS Workshop  
on distributed and renewable power  
generation.  
(Magdeburg 16. - 19. September 2008) –  
Tagungsband, ISBN 978-3-940961-26-6
- Komarnicki, P. ; Dzienis, C. ; Styczynski,  
Z. A. ; Blumschein, J. ; Centeno, V.:  
Practical experience with PMU system  
testing and calibration requirements.  
In: IEEE Power Engineering Society  
General Meeting.  
(Pittsburgh, USA Juli 2008) –  
Tagungsband, ISBN 978-1-424-41906-7
- Kutzler, T.:  
Quo vadis?: Spatial Data Enhancement  
for Specific Users and Applications.  
In: Gesamtzentrum für Verkehr Braun-  
schweig (Hrsg.): Positions, 2008.  
(Dresden 07. - 09. Oktober 2008) –  
Tagungsband, ISBN 978-3-937655-18-5
- Lange, O. ; Teutsch, C. ; Erhard, M. ;  
Sander, J. :  
MIROB: Automatic rapid identification of  
micro-organisms in high through-put.  
In: Industrial Robot: An International  
Journal.  
(2008) 4, S. 311-315, ISSN 0143-991x
- Lemin, B. ; Schotte, E. ; Herrmann, A. ;  
Heinrich, S. :  
In: Biomass Gasification Technology  
Workshop.  
(Gebze, Istanbul, Türkei 09. - 11. April  
2008) – Tagungsband
- Lipiec, K. :  
Neue Methoden zur Einbindung von  
Elektrofahrzeugen in elektrischen Ener-  
giesystemen.  
In: Institut für Logistik und Materialfluss-  
technik der Otto-von-Guericke-Universität  
Magdeburg (Hrsg.): Magdeburger  
Schriften zur Logistik, Heft 24  
(Magdeburg 27. Juni 2008), S. 57-66  
ISSN 1436-9109
- Maasland, M. ; Teutsch, C. :  
Kombinierte Geometrie- und Ober-  
flächenprüfung an 3D-Objekten.  
In: QZ-Qualität und Zuverlässigkeit.  
(2008), S. 52-55, ISSN 0720-1214
- Mecking, P. ; Termath, W.:  
Virtuell-interaktives Training zur Mitar-  
beiterqualifizierung bei RWE.  
In: Schenk, M. (Hrsg.):  
Anlagenbau der Zukunft – Virtual Engi-  
neering – Vorteile für die Projektierung,  
Konstruktion, Qualifizierung und den  
sicheren Anlagenbetrieb.  
(Magdeburg 06. - 07. März 2008) –  
Tagungsband, S. 149-153,  
ISBN 978-3-8167-7542-3
- Müller, G. ; Richter, K. ; Plate, C.:  
RFID Technology-Utilization in the Life  
Cycle of Complex Machinery and Plants.  
In: CHEManager Europe.  
(2008) 5, S. 587-596
- Pfeiffer, M. ; Tümler, J. ; Mecke, R. ;  
Paul, G. ; Doil, F. :  
Entwicklung und Umsetzung eines  
Lokalisierungs- und Navigationskonzeptes  
für einen Augmented Reality gestützten  
Referenzarbeitsplatz.  
In: Schenk, M. (Hrsg.):  
11. IFF-Wissenschaftstage.  
(Magdeburg 25. - 26. Juni 2008) –  
Tagungsband, S. 275-280,  
ISBN 978-3-8167-7630-7
- Raab, M. ; Schulze, T. ; Straßburger, S.:  
Erfahrungen aus der Anwendung von  
HLA-basierter verteilter Simulation im  
Nutzfahrzeugbereich.  
In: Fraunhofer IRB Verlag (Hrsg.):  
13. ASIM Fachtagung Simulation in  
Produktion und Logistik.  
(Berlin 01. - 02. Oktober 2008) –  
Tagungsband, S. 177-186,  
ISBN 978-3-8167-7798-4
- Reh, D.:  
Anforderungen an eine logistikorientierte  
Risikoanalyse zur Gewährleistung der  
Versorgungssicherheit in internationalen  
Zuliefernetzwerken.  
In: Schenk, M. (Hrsg.):  
OSS – One-Stop Services für die welt-  
weite industrielle Produktion –  
Schriftenreihe Nr. 4.  
Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008,  
S. 15 -19
- Reh, D. :  
Risikomanagement in der Logistik –  
Anforderungen an eine logistikorientierte  
Risikoanalyse in Produktions- und Zulie-  
fernetzwerken.  
In: Mike Kersten (Hrsg.): Fachsymposium  
»Risikomanagement in logistischen  
Ketten«.  
(Magdeburg 11. - 12. Juni 2008) –  
Tagungsband, S. 133-139,  
ISBN 978-3-939665-90-8
- Reschwamm, K. ; Wolf, A.:  
Empowering SME to Participate in  
Collaborative Projects.  
In: eChallenges 2008.  
(Stockholm, Schweden 22. - 24. Oktober  
2008) – Tagungsband, S. 1.181-1.188,  
ISSN 1574-1230  
ISBN 978-1-58603-924-0

- Röben, H. ; Seidel, H.:  
Überschaubarer Aufwand, großer Nutzen.  
In: Werkstatt+Betrieb.  
(2008) 11, ISSN: 0043-2792
- Saenz, J. ; Walter, C. ; Schulenburg, E. ; Elkmann, N. ; Althoff, H.:  
Application of visual odometry for sewer inspection robots.  
In: 2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems.  
(Nizza, Frankreich 22. - 26. September 2008) – Tagungsband,  
ISBN 978-1-4244-2057-5
- Sauvain, H. F. ; Lalou, J. ; Styczynski, Z. A. ; Komarnicki, P.:  
Optimal and secure transmission of stochastic load controlled by WACS – Swiss case.  
In: IEEE Power Engineering Society General Meeting.  
(Pittsburgh, USA Juli 2008) – Tagungsband, ISBN 978-1-424-41906-7
- Schenk, M.  
Funktechnologien machen logistische Objekte sicher und intelligent.  
In: Supply Chain Days 2008.  
(Heidelberg 04. - 05. Juni 2008) – Tagungsband, <http://www.supply-chain-days.de>, Zugriff: 05.09.2008
- Schenk, M.  
Mit VR- und AR-Technologien Produkte und Produktion neu gestalten.  
In: TU Ilmenau Institut für Medientechnik Fachgebiet Kommunikationswissenschaften (Hrsg.): 2. Tagung zur Medienproduktion »Produktion und Virtualität – Branchen lernen voneinander«.  
(Ilmenau 28. März 2008) – Tagungsband, <http://www2.tu-ilmenau.de/medienproduktion08>
- Schenk, M.:  
Virtual Development, Testing and Learning Platforms for the Integrated Development of Products and Production Systems.  
In: Helmut-Schmidt-Universität (Hrsg.): 15. International Product Development Management Conference.  
(Hamburg 29. Juni - 01. Juli 2008) – Tagungsband, S.190-191, ISBN 1998-7374
- Schenk, M.:  
Virtuelle und erweiterte Realität – Chancen zur Qualitätsverbesserung.  
In: Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V. (DGQ) (Hrsg.): DGQ-Fachtagung.  
(Stuttgart 15. - 16. Oktober 2008) – Tagungsband
- Schenk, M. ; Garrel, J. von:  
Analyse der Internationalisierung von Dienstleistungen in Form einer Systembündelung.  
In: IndustrieManagement.  
(2008) 5, S. 65-68, ISSN 1434-1980
- Schenk, M. ; Garrel, J. von:  
Internationalisierung der Fabrikplanung.  
In: Schenk, M. (Hrsg.): OSS – One-Stop Services für die weltweite industrielle Produktion – Schriftenreihe Nr. 4.  
Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008, S. 17-24
- Schenk, M. ; Müller, G. ; Blümel, E.:  
Virtuelle Welten am VDTC.  
In: IPL Magazin.  
(2008) 4, [www.ipl-magazin.de](http://www.ipl-magazin.de), Zugriff: 03.06.2008
- Schenk, M. ; Müller, G. ; Blümel, E. ; Belardinelli, C.:  
Making the virtual more real: research at the Fraunhofer IFF Virtual Development and Training Centre.  
In: Cogn. Process.  
(2008), S. 217-224, ISSN DOI 10.1007/s10339-008-0216-0
- Schenk, M. ; Reggelin, T. ; Matzner, K.:  
Logistikforschung und -training durch ausländische Forschungsinstitute in China.  
In: IndustrieManagement.  
(2008) 1, S. 12-14, ISSN 1434-1980
- Schenk, M. ; Reh, D.:  
Logistische Risikobewertung in Supply Chains.  
In: Hanne Wolf-Kluthausen (Hrsg.): Jahrbuch der Logistik 2008.  
Korschenbroich: free beratung GmbH, 2008, S. 120-124, ISBN 3-9809412-4-8
- Schenk, M. ; Richter, K.:  
Logistikhubs als Element sicherer Warenketten.  
In: Swiss export Journal.  
(2008) 4, S. 10-12, ISSN 1661-3295
- Schenk, M. ; Schmucker, U.:  
Fraunhofer Innovationscluster »VIDET« »Virtual Development, Engineering and Training« für den regionalen Großgeräte- und Anlagenbau.  
In: Schenk, M. (Hrsg.): Anlagenbau der Zukunft – Virtual Engineering – Vorteile für die Projektierung, Konstruktion, Qualifizierung und den sicheren Anlagenbetrieb.  
(Magdeburg 06. - 07. März 2008) – Tagungsband, S. 47-61, ISBN 978-3-8167-7542-3

- Schenk, M. ; Schmucker, U.:  
Produkt und Produktion – wie und wann  
treffen sich die Welten.  
In: Manufacturing & Engineering Process  
Management 2008.  
(Stuttgart 26. - 27. Mai 2008) – Tagungs-  
band
- Schenk, M. ; Schumann, M.:  
Interoperable Testumgebung für verteilte  
domänenübergreifende Anwendungen.  
In: Bern-Scholz-Reiter (Hrsg.):  
21. HAB-FORSCHUNGSSEMINAR.  
(Bremen 10. - 11. Oktober 2008) –  
Tagungsband, S. 155-169,  
ISBN 978-3-940019-49-3
- Schenk, M. ; Seidel, H.:  
Vorauselende Information – Basis für ein  
gezieltes Agieren von Unternehmen.  
In: Fraunhofer ALB (Hrsg.): 10. Pader-  
borner Frühjahrstagung Reagible Unter-  
nehmen in dynamischen Märkten.  
(Paderborn 26. März 2008) – Tagungs-  
band, ISBN 3-935433-95-6
- Schenk, M. ; Tolujew, J. ; Reggelin, T.:  
A Mesoscopic Approach to Modeling and  
Simulation of Logistics Networks.  
In: Koordinationsbüro für deutsch-russis-  
che Logistik-Zusammenarbeit (Hrsg.):  
Forum für Deutsch-Russische Logistik-  
Zusammenarbeit Deutsch-Russischer  
Logistik-Workshop.  
(Moskau, Russland 21. - 25. Mai 2008) –  
Tagungsband, S. 58-67  
ISBN 978-5-7422-1810-4
- Schenk, M. ; Tolujew, J. ; Reggelin, T. :  
Mesoskopische Modellierung und Simula-  
tion für die schnelle und aufwandsarme  
Planung und Steuerung robuster und  
sicherer Logistiksysteme.  
In: Pfohl, H. ; Wimmer, T. (Hrsg.):  
4. Wissenschaftssymposium Logistik der  
BVL »Robuste und sichere Logistiksys-  
teme – Wissenschaft und Praxis im  
Dialog«  
(München 11. - 12. Juni 2008) –  
Tagungsband, S. 263-292,  
ISBN 978-3-87154-381-7
- Schenk, M. ; Tolujew, J. ; Reggelin, T.:  
Mesoskopische Simulation von Fluss-  
systemen – algorithmisch steuern und  
analytisch berechnen.  
In: Nyhus, P. (Hrsg.): Festschrift zum 70.  
Geburtstag Professor Wiendahl »Beiträge  
zu einer Theorie der Logistik«.  
(Hannover 11. Februar 2008) – Tagungs-  
band, S. 463-485,  
ISBN 978-3-540-75641-5
- Schenk, M. ; Voigt, S. ; Gatzke, J.:  
Innovationsmanagement ist Pflicht –  
Wissensmanagement ist Kür.  
In: Mitteldeutsche Mitteilungen.  
(2008) 2, S. 4-5
- Schoor, W. ; Bollenbeck, F. ; Hofmann,  
M. ; Mecke, R. ; Seiffert, U. ; Preim, B.:  
Automatic zoom and pseudo haptics to  
support semiautomatic segmentation  
tasks.  
In: Skala, V. (Hrsg.): WSCG 2008.  
(Plzen, Tschechien 04. - 07. Februar  
2008) – Tagungsband, S. 81-88,  
ISBN 978-80-86943-15-2
- Schoor, W. ; Masik, S. ; Mecke, R. ;  
Müller, G. ; Schenk, M. ; Deter, A.:  
Extended color gamut and adaptive pixel  
resolution with the immersive laser  
projection system Elbe Dom.  
In: International Conference on Compu-  
ter Graphics and Interactive Techniques.  
(Los Angeles, USA 09. - 10. August  
2008) – Tagungsband, S. 1-2,  
ISBN 978-1-60558-212-2
- Schoor, W. ; Masik, S. ; Mecke, R. ;  
Seiffert, U. ; Schenk, M.:  
VR Based Visualization and Exploration of  
Barley Grain Models with the Immersive  
Laser Projection System – Elbe Dom.  
In: Richer, S. (Hrsg.): 10th Virtual Reality  
International Conference.  
(Laval, Frankreich 09. - 11. April 2008) –  
Tagungsband, S. 217-224,  
ISBN 978-1-60558-212-2
- Schulz, T.:  
Virtuell interaktive Modelle erhöhen die  
Sicherheit von Maschinen und Anlagen  
In: Mitteldeutsche Mitteilungen.  
2008 (1), S. 4-5
- Seidel, H. ; Garrel, J. von ; Walter, R.:  
Innovationen durch Kooperationen.  
In: Wissenschaftsmanagement.  
(2008) 01/02, S. 26-32, ISSN 1812-6790
- Seidel, H. ; Garrel, J. von ; Walter, R.:  
Innovationen durch Kooperationen – Eine  
Bestandsaufnahme des Innovationsver-  
haltens in KMU.  
In: Wissenschaftsmanagement – Zeit-  
schrift für Innovationen.  
(2008), S. 26-32, ISSN 0947-9546
- Spur, G. ; Schenk, M. ; Garrel, J. von:  
Dienstleistungen kommunizieren.  
In: Zeitschrift für wirtschaftlichen  
Fabrikbetrieb (ZWF)  
(2008) 4, S. 395-399, ISSN 0947-0085

- Spur, G. ; Schenk, M. ; Garrel, J. von:  
Internationalisierung der Fabrikplanung.  
In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF).  
(2008), S. 37–40, ISSN 0947-0085
- Spur, G. ; Voigt, S. ; Garrel, J. von ;  
Gatzke, J.:  
Prozessorientiertes Wissensmanagement  
in produzierenden Unternehmen – Ein-  
fach, kostengünstig und gut.  
In: Zeitschrift für wirtschaftlichen  
Fabrikbetrieb (ZWF).  
(2008) 4, S. 200-204, ISSN 0947-0085
- Strauss, G. ; Krüger, T. ; Walter, C. ;  
Saenz, J. ; Elkmann, N.:  
Entwicklung einer adaptiven Positions-  
regelung zur Navigation eines schwim-  
menden Kanalinspektionssystems.  
In: 5. Fachtagung Robotik 2008.  
(München 11. - 12. Juni 2008) –  
Tagungsband, S. 59-63
- Styczynski, Z. A. ; Komarnicki, P.:  
Distributed and renewable power gene-  
ration.  
In: International Summer CRIS Workshop  
on distributed and renewable power  
generation.  
(Magdeburg 16. - 19. September 2008) –  
Tagungsband, ISBN 978-3-940961-26-6
- Termath, W. :  
Berufliches Lernen mit Technologien der  
Virtuellen Realität – Ausstattungsanfor-  
derungen.  
In: Berufsbildung – Zeitschrift für Praxis  
und Theorie in Betrieb und Schule.  
(2008), 113/114, S. 50-52,  
ISSN 00059536
- Termath, W. ; Lange, A. ; Schulz, T. ;  
Szymanski, H. :  
Kundeninnovation als Kooperation von  
Maschinenherstellern und Anwendern  
am Beispiel der Umsetzung der EU-  
Maschinenrichtlinie.  
In: Hennig, K.: Richert, A. ; Hees, F.  
(Hrsg.): Präventiver Arbeits- und  
Gesundheitsschutz 2020.  
(Aachen 15. - 16. November 2008) –  
Tagungsband, S. 210-215,  
ISBN 3861304619
- Termath, W. ; Mecking, P.:  
Virtuell-interaktives Training für RWE.  
In: Mitteldeutsche Mitteilungen.  
(2008) 1, S. 6-7
- Termath, W. ; Vetter, K. ; Zinn, J. :  
Kundenorientierung im Handwerk:  
Das externe Ausbildungsmanagement als  
Brücke zwischen überbetrieblicher  
Ausbildungsstätte, Ausbildungsbetrieben  
und Berufskollegs.  
In: Westhoff, G. ; Christiani, P. (Hrsg.):  
Gestaltungsspielräume in der Berufs-  
bildung: Gestaltungsoffene Aus- und  
Weiterbildung durch Handlungsfor-  
schung fördern.  
Konstanz : Verlag für Sozialwissen-  
schaften, 2008. S. 36-42,  
ISBN 978-8-86522-282-4
- Thomas, S. ; Herrmann, A. ; Schotte, E.:  
Integrated Systems for the Utilization of  
Biomass in Fuel Cells.  
In: 14th Int'l. Conference for Renewable  
Resources and Plant Biotechnology.  
(Magdeburg 09. - 10. Juni 2008) –  
Tagungsband
- Tümler, J. ; Mecke, R. ; Doil, F. ;  
Huckauf, A. ; Urbina, M. ; Roggentin, A.  
; Pfister, E. ; Böckelmann, I.:  
Einbeziehung der Herzratenvariabilität für  
eine objektive Beanspruchungsanalyse  
beim Einsatz mobiler Augmented Reality  
an einem Referenzarbeitsplatz.  
In: 50. Fachausschusssitzung Anthro-  
potechnik » Beiträge der Ergonomie zur  
Mensch-System-Integration.  
(Manching 22. - 23. Oktober 2008) –  
Tagungsband, S. 185-200
- Tümler, J. ; Mecke, R. ; Doil, F. ; Paul, G.:  
Mobile Augmented Reality in industriellen  
Anwendungen: Nutzerzentrierte  
Fragestellungen und Ansätze für deren  
Lösung.  
In: 54. Arbeitswissenschaftlicher  
Kongress.  
(München 09. - 11. April 2008) –  
Tagungsband, S. 795-798  
ISBN 978-3-936804-06-5
- Tümler, J. ; Mecke, R. ; Roggentin, A. ;  
Pfister, E. ; Paul, G. ; Doil, F. ;  
Böckelmann, I.:  
Beanspruchungsanalyse beim zweistün-  
digen Einsatz mobiler Augmented Reality  
an einem Referenzarbeitsplatz.  
In: 12. Nachwuchssymposium  
»Arbeitsphysiologie für Nachwuchs-  
wissenschaftler«.  
(Schwerte 14. - 16. November 2008) –  
Tagungsband
- Tümler, J. ; Mecke, R. ; Schenk, M. ;  
Huckauf, A. ; Doil, F. ; Paul, G. ; Pfister,  
E. ; Böckelmann, I. ; Roggentin, A.:  
Mobile Augmented Reality in Industrial  
Applications: Approaches for Solution of  
User-Related Issues.  
In: The seventh IEEE and ACM Internatio-  
nal Symposium on Mixed and Augmen-  
ted reality.  
(Cambridge, Großbritannien 15. - 18.  
September 2008) – Tagungsband,  
S. 87-90, ISBN 978-1-424-42840-3

- Tümler, J. ; Roggentin, A. ; Mecke, R. ; Doil, F. ; Huckauf, A. ; Urbina, M. ; Pfister, E. ; Böckelmann, I.:  
Subjektive Beanspruchung beim Einsatz mobiler Augmented Reality Systeme.  
In: Ergo Med (2008), S. 130-141, ISSN 0170-2327
- Tümler, J. ; Sauer, S. ; Berndt, D. ; Mecke, R.:  
Bildverarbeitung und Augmented Reality für industrielle Anwendungen.  
In: Gausemeier, Jürgen (Hrsg.): 7. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. (Paderborn 05. - 06. Juni 2008) – Tagungsband, S. 161-174, ISBN 978-3-939350-51-4
- Tümler, J. ; Scharf, C. ; Mecke, R. ; Paul, G.:  
Berücksichtigung der Nutzerpräferenz zur Informationsdarstellung bei Augmented Reality gestützten manuellen Tätigkeiten.  
In: Hauser, H., Strassburger, S., Theisel, H. (Hrsg.): Simulation und Visualisierung, 2008.  
(Magdeburg 28. - 29. Februar 2008) – Tagungsband, S. 281-294, ISBN 3-936150-53-2
- Tümler, J. ; Scharf, C. ; Mecke, R. ; Paul, G. ; Schenk, M. :  
Incorporating user preference to represent information for manual work supported by Augmented Reality.  
In: Raposo, A. ; Kelner, J. ; Machado, L. ; Tori, R. (Hrsg.): Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2008.  
(João Pessoa, Brasilien 13. - 16. Mai 2008) – Tagungsband, S. 196-203, ISBN 857669167-1
- Voigt, S. ; Garrel, J. von ; Gatzke, J.:  
Sicherung von Projekterfahrungen als Grundlage für Innovationen.  
In: Dorn, K-H. ; Fitzsimons, C.J. ; Frick, A. ; Kerber, G. ; Marré, R. ; Wagenhals, K. (Hrsg.): Innovationen durch Projektmanagement - oder?!  
Heidelberg : dpunkt. verlag, 2008, S. 43-51, ISBN 978-3-89864-548-5
- Voigt, S. ; Gatzke, J. :  
Die Bedeutsamkeit eines effizienten und effektiven Wissensmanagements im Dienstleistungssektor.  
In: Schenk, M. (Hrsg.): OSS – One-Stop Services für die weltweite industrielle Produktion – Schriftenreihe Nr. 4.  
Magdeburg : Fraunhofer IFF, 2008, S. 9-12
- Wächtler, J. ; Garrel, J. von:  
Benchmarks für Planungsprozesse innerhalb des Supply Chain.  
In: Schenk, M. (Hrsg.): 11. IFF-Wissenschaftstage.  
(Magdeburg 25. - 26. Juni 2008) – Tagungsband, S. 11-21, ISBN 978-3-8167-7630-7
- Walter, C. ; Krüger, T. ; Elkmann, N.:  
A distributed fault tolerant position control system for a boat-like inspection robot.  
In: 5th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics.  
(Funchal, Portugal 11. - 15. Mai 2008)  
Tagungsband
- Xu, J. ; Tümler, J. ; Mecke, R.:  
A Concept for Virtual Reality Based Authoring of Augmented Reality Content.  
In: Gausemeier, J. (Hrsg.): 7. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. (Paderborn 05. - 06. Juni 2008) – Tagungsband, S. 95-106, ISBN 978-3-939350-51-4

## Vorträge (Auswahl)

Ehrhardt, I. :  
Offroad-Navigation – von wissenschaftlichen Ansätzen zu praktikablen Lösungen in der Holzlogistik : Vortrag.  
In: BranchenTransfer Logistik, Seminar »Optimierte Holzlogistik – Perspektiven innovativer IuK-Technik«  
(Wildau 18. März 2008)

Ehrhardt, I. ; Wäsche, M.:  
Development and Implementation of Services for Sustainable Forest Timber Supply Chain Planning and Control : Vortrag.  
In: 5. BMBF-Forum für Nachhaltigkeit, Bundesministerium für Bildung und Forschung  
(Berlin 24. September 2008)

Fischer, M. ; Garrel, J. von ; Voigt, S. :  
Projekte als Orte des Lernens und die Notwendigkeit einer systematischen Wissenssicherung : Vortrag.  
In: 4. Stuttgarter Wissensmanagement-tage  
(Stuttgart 18. - 19. September 2008)

Höpfner, A. ; Belardinelli, C. ; Blümel, E.:  
Methods and Technologies for Virtual Representation of Urban Environments to Foster City Development : Vortrag.  
In: 20th IAPS Conference  
(Rom, Italien 29. Juli 2008)

Komarnicki, P. ; Styczynski, Z. A.; Blumschein, J. :  
GPS synchronisierte, schnelle und hochpräzise Messungen der Netzparameter : Vortrag.  
In: Fachkreismeeting BMW Gruppe Deutschland  
(München 8. Mai 2008)

Lemin, B. ; Schotte, E. ; Herrmann, A. ; Heinrich, S. :  
Characterization of Reducing Atmospheres with a Gaspotentiometric Oxygen Probe : Vortrag.  
In: Biomass Gasification Technology Workshop  
(Gebze, Istanbul/Türkei 09. -11. April 2008)

Müller, F. ; Opierzynski, R. ; Schotte, E.:  
Keynote address: Technology challenges in Renewable Energy : Vortrag.  
In: Int'l Conference on Oil Palm Biomass  
(Kuala Lumpur/Malaysia 19. - 20. August 2008)

Reh, D.:  
Risikoanalyse in Supply Chains : Vortrag.  
In: Fraunhofer Automotive Workshops  
(Győr, Ungarn 15. - 17. September 2008)

Reschwamm, K.:  
CATALIST Initiative and Empowering SMEs to Collaborate into the Future »The Great Beyond: Advancing Ongoing SME Collaboration in EU Research« : Vortrag.  
In: Networking Session: »The Great Beyond: Advancing Ongoing SME Collaboration in EU Research«  
(Lyon, Frankreich 25. November 2008)

Reschwamm, K. :  
Cooperation Coaching: A novel approach to empower SMEs to innovate : Vortrag.  
In: Workshop Fraunhofer IAO und Fraunhofer IFF »Fostering innovation and co-innovation – Unwrapping the new paradigm at a firm and inter-firm level«  
(Lissabon, Portugal 25. Juni 2008)

Reschwamm, K.:  
Successful Collaboration Approaches to Empower SMEs to Innovate : Vortrag.  
In: eChallenges 2008  
(Stockholm, Schweden 23. Oktober 2008)

Reschwamm, K. ; Vos, T.:  
Fostering SME collaboration at European Level : Vortrag.  
In: Innovation for Development – TII Annual Conference 2008  
(Valencia, Spanien 23.-25. April 2008)

Schenk, M.:  
Anwendungsorientierte Forschung und regionale Wirtschaft – Handlungspotenziale aus der Sicht der Wissenschaft : Vortrag.  
In: Kommunalpolitische Fachkonferenz »Zwischen Exzellenz und Mittelstand – Zur Kooperation von Wissenschaft und mittelständischer Wirtschaft«  
(Magdeburg 04. April 2008)

Schenk, M.:  
Automatisierung in der Kontraktlogistik : Vortrag.  
In: 1. KUKA round table R&D  
(München 12. Juni 2008)

Schenk, M.:  
Digineering – Chancen für die Zukunft : Vortrag.  
In: TL- und MSR-Tagung der Caverion GmbH  
(Magdeburg 13. Juni 2008)

Schenk, M.:  
Forschung für die Praxis : Vortrag.  
In: FVI Forum Vision Instandhaltung  
(Magdeburg 04. April 2008)

- Schenk, M.:  
Kompetenzcluster Virtual Engineering (VE) : Vortrag.  
In: 1. ACOD Kongress (Leipzig 31. März 2008)
- Schenk, M.:  
Konzepte zur Internationalisierung von industriellen Dienstleistungen über den Fabrikplanungszyklus : Vortrag.  
In: Fachtagung Logistikgerechte Fabrikplanung 2008 (Hamburg 03. Juni 2008)
- Schenk, M.:  
Lernen mit virtuell-interaktiven Technologien : Vortrag.  
In: Tag der Technik (Bad Kösen, 08. Oktober 2008)
- Schenk, M.:  
Logistik in der Produktion : Vortrag.  
In: Fraunhofer Technologiezirkel – Neue Wege in der Produktion (Berlin 09. Oktober 2008)
- Schenk, M.:  
Neue Wege und Technologien mit Unterstützung der Virtuellen Realität : Vortrag.  
In: Treffen des Marketingclubs Magdeburg e.V. im VDTC (Magdeburg 11. März 2008)
- Schenk, M.:  
Von innovativer Krantechnik bis Virtual Reality : Vortrag.  
In: 16. Internationale Kranfachtagung Magdeburg 2008 (Magdeburg 17. April 2008)
- Schenk, M. ; Hintze, S. :  
Simulation von Logistik- und Planungsprozessen – Stand und Perspektiven der Simulation : Vortrag.  
In: Simulation gießereitechnischer Prozesse (Düsseldorf 09. September 2008)
- Schenk, M. ; Hintze, S. :  
Stand und Perspektiven der Simulation : Vortrag.  
In: VDG Fachausschuss Eisenguss (Düsseldorf 09. September 2008)
- Schenk, M. ; Höpfner, A.:  
Mut zum Stillstand über die Ohnmacht der Bewegung in Architektursimulationen : Vortrag.  
In: Symposium Virtuelle Welten als Basistechnologie für Kunst und Kultur (Birlinghoven 09. Februar 2008)
- Schenk, M. ; Mecke, R. ; Masik, S. ; Schoor, W. ; Seiffert, U.:  
VR Based Visualization and Exploration of Barley Grains for the Yield Increase in Cultivation with Immersive Laser Projection System – Elbe Dom : Vortrag.  
In: VRIC 2008 »Virtual reality and agricultural world« – 10. Virtual Reality International Conference (Laval, Frankreich 09. April 2008)
- Schenk, M. ; Richter, K. ; Kunert, C.:  
Best4City: innovative urban logistics with Galileo : Vortrag.  
In: POSITIONS 2008 The international SatNav User Congress (Dresden 08. Oktober 2008)
- Schenk, M. ; Richter, K. ; Kunert, C. :  
User Requirements of Urban Logistics for Guaranteed Galileo Value Added Services : Vortrag.  
In: CERGAL 2008 Internationales Symposium (Braunschweig 02. April 2008)
- Schenk, M. ; Röben, H.:  
Einsatz von Transpondern in rauen Umgebungen, aktive & passive Lösungen : Vortrag.  
In: RFID im Fokus: Automotive (Wolfsburg 27. November 2008)
- Schenk, M. ; Röben, H.:  
Virtuelle Produktentwicklung im Sondermaschinen- und Anlagenbau – von der Idee bis zur Inbetriebnahme : Vortrag.  
In: Jahrestagung (Magdeburg 03. Dezember 2008)
- Schenk, M. ; Schumann, M.:  
Digitales Engineering für das Entwickeln, Testen und Erleben von technischen Systemen : Vortrag.  
In: Virtual Reality im Überblick (Bern, Schweiz 09. Dezember 2008)
- Schenk, M. ; Smyth, R.:  
Sicherung und Effizienzsteigerung von komplexen Logistikketten/Modernisierung der Logistik der Bundeswehr : Vortrag.  
In: Modernisierung der Logistik der Bundeswehr Forum mit Ausstellung (Bad Godesberg 16. September 2008)
- Termath, W. ; Vester, M. :  
VorWEg gehen - Berufliche Weiterbildung bei der RWE Rhein\_Ruhr : Vortrag.  
In: Bildungskonferenz 2008 (Düsseldorf 13. Oktober 2008)
- Thomas, S. :  
Kombination von Holzvergasung und Brennstoffzellentechnologie : Vortrag.  
In: 6. Riesaer Brennstoffzellen-Workshop (Glaubitz 26. Februar 2008)
- Thomas, S. ; Herrmann, A. ; Schotte, E.:  
Integrated Systems for the Utilization of Biomass in Fuel Cells : Vortrag.  
In: 14th Int'l. Conference for Renewable Resources and Plant Biotechnology (Magdeburg 09. - 10. Juni 2008)

Tümler, J. ; Mecke, R. ; Doil, F.:  
Mobile Augmented Reality Approaches  
for Solution of User-Related Issues :  
Vortrag.  
In: 10. Konzernworkshop Virtual and  
Augmented Reality  
(Braunschweig 11. September 2008)

Tümler, J. ; Paul, G.:  
Entwicklung eines Referenzarbeitsplatzes  
zur Untersuchung nutzerbezogener  
Fragestellungen am Beispiel des indus-  
triellen Einsatzes mobiler Augmented  
Reality : Vortrag.  
In: Doktorandentag  
(Magdeburg 15. Juli 2008)

Voigt, S.:  
Organisator/Durchführung eines Tutorials  
: Vortrag.  
In: ProWis-Expedition Wissensmana-  
gement  
(Berlin 03. Juni 2008)

Wäsche, M.:  
Interregional Co-operation on Biomass  
Utilization : Vortrag.  
In: 3. Perspektive 2007-2013  
Zukunftskonferenz  
(Orleans, Frankreich 29. Mai 2008)

# AUF EINEN BLICK

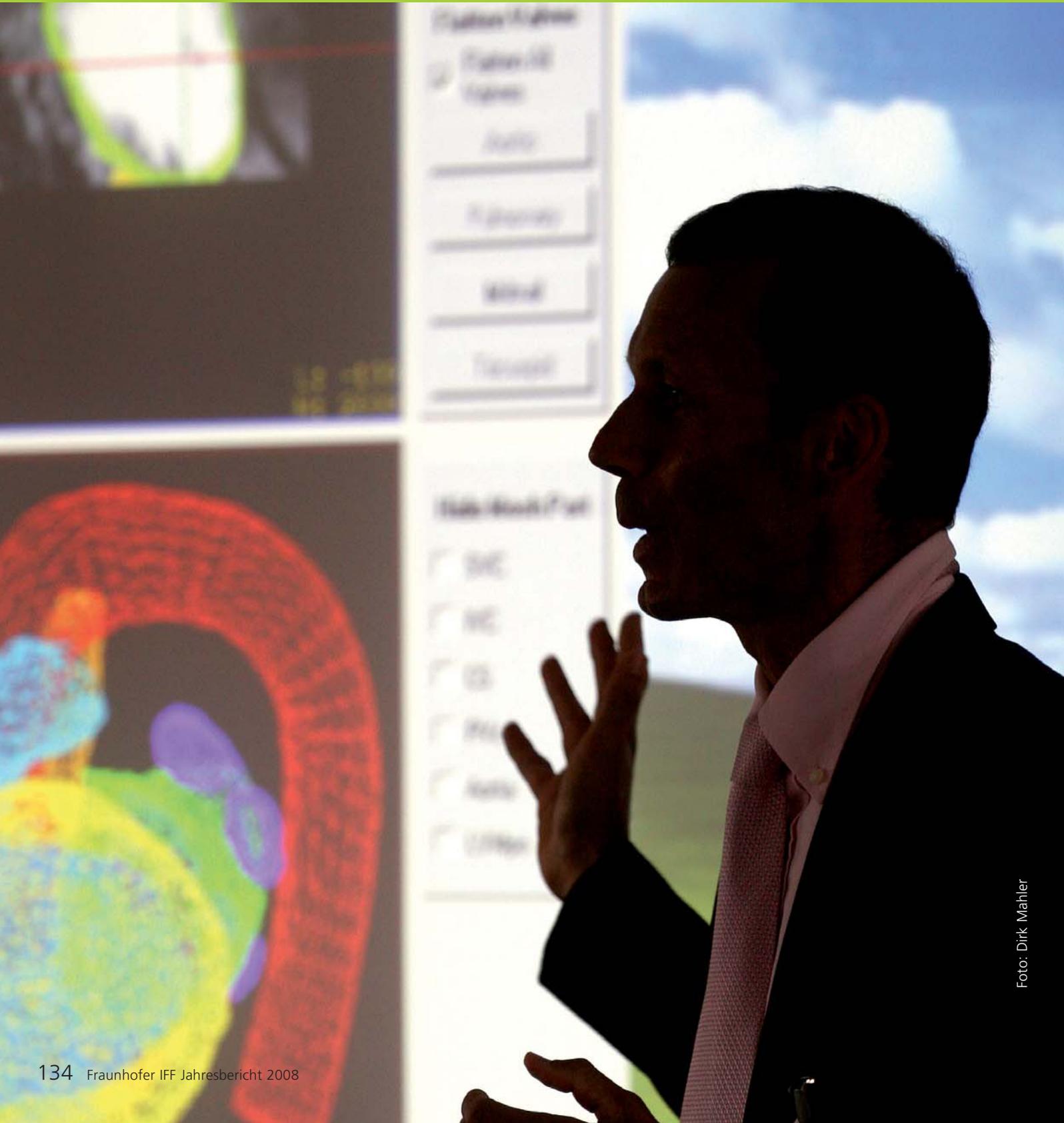


Foto: Dirk Mahler

## Die Forschungsorganisation

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 mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 57 Institute. 15 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,4 Milliarden Euro. Davon fallen 1,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussie-

rung 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. Studentinnen und Studenten eröffnen sich an Fraunhofer-Instituten wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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



# Kontakt

---

Institutsleiter	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk Telefon +49 391/40 90-470	Michael.Schenk@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-470
Sekretariat/Büroleiterin	Dipl.-Päd. Ines Trübe Telefon +49 391/40 90-471	Ines.Truebe@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-471

---

---

Stellvertretender Institutsleiter	Dr.-Ing. Gerhard Müller Telefon +49 391/40 90-401	Gerhard.Mueller@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-401
Sekretariat	Sabine Gerlich Telefon +49 391/40 90-444	Sabine.Gerlich@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-444

---

## Organisations- und Kommunikationsteam OKT

---

Organisation und Kommunikation	Dipl.-Ing. Sabine Conert Telefon +49 391/40 90-481	Sabine.Conert@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-481
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	Anna-Kristina Wassilew M.A. Telefon +49 391/40 90-446	presse@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-446
Marketing	Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Erik Dietzel Telefon +49 391/40 90-140	Erik.Dietzel@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-140

---

## Geschäftsfelder

---

Robotersysteme RS	Dr. techn. Norbert Elkmann Telefon +49 391/40 90-222	Norbert.Elkmann@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-222
Mess- und Prüftechnik MPT	Dr.-Ing. Dirk Berndt Telefon +49 391/40 90-224	Dirk.Berndt@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-224
Virtuell Interaktives Training VIT	Dr. rer. nat. Eberhard Blümel Telefon +49 391/40 90-110	Eberhard.Bluemel@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-110
Logistik und Fabrikssysteme LFS	Dipl.-Ing. Holger Seidel Telefon +49 391/40 90-123	Holger.Seidel@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-123
Prozess- und Anlagentechnik PAT	Dr.-Ing. Matthias Gohla Telefon +49 391/40 90-361	Matthias.Gohla@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-361

---

## Kompetenzfelder

---

Materialflusstechnik und -systeme MFT	Dr.-Ing. Klaus Richter Telefon +49 391/40 90-420	Klaus.Richter@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-420
Virtual Engineering VE	Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker Telefon +49 391/40 90-201	Ulrich.Schmucker@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-201
Virtual Prototyping VP	Dr.-Ing. Rüdiger Mecke Telefon +49 391/40 90-146	Rüdiger.Mecke@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-146
Biosystems Engineering BIO	Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert Telefon +49 391/40 90-107	Udo.Seiffert@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-107

---

---

## Geschäftsstellen

ViVERA/AVILUSplus	Dipl.-Inf. Marco Schumann Telefon +49 391/40 90-158	Marco.Schumann@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-158
VIDET	Dipl.-Ing. Thomas Schulze Telefon +49 391/40 90-820	Thomas.Schulze@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-820
ViERforES	Dipl.-Inf. Marco Schumann Telefon +49 391/40 90-158	Marco.Schumann@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-158
Fraunhofer IFF in der ASEAN-Region	Dipl.-Ing. Ralf Opierzynski Telefon (Thailand) +66 812 855-465	Ralf.Opierzynski@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-901

---

## Verwaltungsdienstleistungen

Dipl.-Betriebsw. (FH) Karla Zorn Telefon +49 391/40 90-598	Karla.Zorn@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90 93-598
---	--

---

## Institut für Logistik und Materialflusstechnik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Lehrstuhl für Logistische Systeme	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk Telefon +49 391/67-18 601	michael.schenk@ovgu.de Telefax +49 391/67-12 646
Logistikprozessanalyse	Dr.-Ing. Elke Glistau Telefon +49 391/67-12 660	elke.glistau@ovgu.de Telefax +49 391/67-12 646
Modellierung logistischer Prozesse	Dr. rer. nat. habil. Juri Tolujew Telefon +49 391/40 90-310	Juri.Tolujew@iff.fraunhofer.de Telefax +49 391/40 90-445
Galileo-Testfeld für Logistik und Verkehrstelematik	Dipl.-Geogr. Andreas Müller Telefon +49 391/67-12 126	mueller.gate@ovgu.de Telefax +49 391/67-12 646

---

## Kompetenzzentren des Fraunhofer IFF mit der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Visualisierungstechniken	Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Preim Telefon +49 391/67-18 512	preim@isg.cs.uni-magdeburg.de Telefax +49 391/67-11 164
Training und Technologie	Prof. Dr. paed. Klaus Jenewein Telefon +49 391/67-16 602	klaus.jenewein@ovgu.de Telefax +49 391/67-16 550
Virtual Engineering	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Ulrich Gabbert Telefon +49 391/67-18 609	ulrich.gabbert@mb.uni-magdeburg.de Telefax +49 391/67-12 439
	Prof. Dr.-Ing. Roland Kasper Telefon +49 391/67-18 607	roland.kasper@ovgu.de Telefax +49 391/67-12 656
Simulationstechnik	Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Schulze Telefon +49 391/67-12 825	schulze@iti.cs.uni-magdeburg.de Telefax +49 391/67-11 216
Maschinelles Sehen	Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Michaelis Telefon +49 391/67-18 860	bernd.michaelis@ovgu.de Telefax +49 391/67-11 231
Energienetze und Regenerative Energien	Prof. Dr.-Ing. habil. Zbigniew A. Styczynski Telefon +49 391/67-18 866	sty@e-technik.uni-magdeburg.de Telefax +49 391/67-12 408
	Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas Telefon +49 391/67-18 784	evangelos.tsotsas@ovgu.de Telefax +49 391/67-11 160
Robotik und Eingebettete Systeme	Prof. Dr. rer. nat. Jörg Kaiser Telefon +49 391/67-18 829	Kaiser@ivs.cs.uni-magdeburg.de Telefax +49 391/67-11 161
RobotsLab	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Frank Palis Telefon +49 391/67-18 598	Frank.Palis@e-technik.uni-magdeburg.de Telefax +49 391/67-12 481

# Impressum

**Leistungen und Ergebnisse  
Jahresbericht 2008  
des Fraunhofer-Instituts für  
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF**

ISBN 978-3-8396-0018-4

**Herausgeber**  
Fraunhofer-Institut für  
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h.  
Michael Schenk  
Institutsleiter

Sandtorstraße 22  
39106 Magdeburg  
Telefon +49 391/40 90-0  
Telefax +49 391/40 90-596  
ideen@iff.fraunhofer.de  
www.iff.fraunhofer.de  
www.vdnc.de

**Redaktion**  
Anna-Kristina Wassilew M.A.  
Presse und Öffentlichkeitsarbeit  
Fraunhofer-Institut für  
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

**Fotos, Bilder und Grafiken**  
Soweit nicht anders angegeben  
© Fraunhofer IFF.

**Titelfoto**  
Bernd Liebl

**Redaktion/Layout/Gestaltung**  
Dipl.-Ing. (FH) Barbara Schmidt  
Ingenieurbüro Schmidt

**Umschlaggestaltung**  
Bettina Rohrschneider  
Fraunhofer IFF

**Herstellung**  
Harzdruckerei GmbH Wernigerode

Wir bedanken uns bei unseren Projektpartnern  
sowie bei den Mitarbeitern des Fraunhofer IFF  
für die Freigabe der Veröffentlichungen.

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion  
erforderlich.

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2009





