



JAHRESBERICHT
2017

LEISTUNGEN UND ERGEBNISSE JAHRESBERICHT 2017

INHALT

4 VORWORT

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult.
Michael Schenk
Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts
für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

6 GRUSSWORT

Dr. Jürgen Ude
Staatssekretär im Ministerium für Wirtschaft, Wissen-
schaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt

8 DAS INSTITUT IN ZAHLEN

14 KURATORIUM

16 AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGSFELDS INTELLIGENTE ARBEITS- SYSTEME

- 18 Fehlerfreie Montage großer Bauteile dank hoch-
genauer Assistenzsysteme
- 20 Roboterassistierte Behandlung von Wirbelsäulen-
metastasen
- 22 Flexibler Robotereinsatz durch projektionsbasierte
Arbeitsraumüberwachung

24 AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGSFELDS RESSOURCENEFFIZIENTE PRODUKTION UND LOGISTIK

- 26 Hyperspectral Augmented Reality – eine neue
menschliche Wahrnehmung
- 28 Klima- und Ressourcenschutz durch Wissens-
vermittlung im Privatwald
- 30 Move@ÖV – neue Mobilitätsdienstleistungen
für den ländlichen Raum
- 32 Assistenzsysteme erhöhen die Arbeitsfähigkeit
der Werker in der Produktion

**34 AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE DES
FORSCHUNGSFELDS KONVERGENTE
INFRASTRUKTUREN**

- 36 Vorausschauende Instandhaltung in Anlagen
der Prozessindustrie
- 38 Energetische Beratung im Energieeffizienz-Netzwerk
eines Chemieparks
- 38 Zukunftsfähige Stromnetze durch intelligente
Stationen und Leitwarten
-

**40 AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE DES
FORSCHUNGSFELDS DIGITAL ENGINEERING
UND INDUSTRIE 4.0**

- 42 Modulares Assistenzsystem für den Betrieb
komplexer Maschinen und Anlagen
- 44 Modellbasierte Automatisierung von Prozess-
anlagen
- 46 Aktive Orthese zur Rehabilitation nach
Kniegelenkoperationen
-

**48 AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE
FRAUNHOFER IFF INTERNATIONAL**

- 50 Forschungskoooperation Elektromobilität
Electric Vehicle Initiative Thailand
- 52 Entwicklung und Ausgestaltung einer
Industrie-4.0-Strategie für Kasachstan
-

54 KURZ & KNAPP AUS DEM INSTITUT (AUSWAHL)

- 55 Jubiläum: 20 Jahre Gastvortragsreihe Logistik
in Magdeburg
- 56 Zweitägige Forschungskonferenz zur digitalen
Zukunft der Produktion
- 58 Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Magdeburg
gegründet
- 59 25 Jahre Innovationen: Fraunhofer IFF feiert
Jubiläum
-

60 ANSPRECHPARTNER

**68 DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
AUF EINEN BLICK**

70 IMPRESSUM

VORWORT

Sehr geehrte Leserinnen und Leser, liebe Partner und Freunde des Fraunhofer IFF,

fünfundzwanzig Jahre ist es nun bereits her, dass das Fraunhofer IFF in Magdeburg gegründet wurde. Damals war noch nicht abzusehen, welche Rolle unser Institut einmal für das Land Sachsen-Anhalt, für den Forschungsstandort Magdeburg, für die Unternehmen der Region und darüber hinaus spielen würde. Wir bewegten uns innerhalb sehr fragiler Rahmenbedingungen. Es gab eine enorme Transformation der regionalen Wirtschaftsstruktur, in der alle großen Unternehmen quasi über Nacht verschwanden, unsichere Perspektiven für die verbliebenen Betriebe, von denen die meisten nicht einmal mittelständisch genannt werden durften, und kaum Kapital für Forschung und Entwicklung. Zudem lag das noch vorhandene technologische Niveau oft weit hinter dem der Konkurrenz »im Westen«. Denkbar schlechte Rahmenbedingungen also für eine Forschungseinrichtung, die vor allem mit und für Industriekunden erfolgreich arbeiten wollte. Zu jenem Zeitpunkt war das IFF daher nur ein Versprechen an die Zukunft – ein wirtschaftsnahes Forschungsinstitut mit produktionstechnischer Ausrichtung, das mit kreativen Köpfen und hoher technologischer Kompetenz neueste wissenschaftliche Ergebnisse in praktische Lösungen für die Unternehmen der Region überführt.

Heute national und international gefragt

Heute erfüllt das Fraunhofer IFF genau diese Aufgabe. Kleine und mittelständische Unternehmen, die auf die Forschungs- und Entwicklungsleistungen des Instituts zurückgreifen, zählen genauso zu unseren Kunden wie große Player, die auf die herausragende Expertise unserer Forscher in den Spezialdisziplinen des Fraunhofer IFF setzen. Dazu zählen in erster Linie die Kompetenzen im Digital Engineering, in der Automatisierung und Robotik, beim maschinellen Lernen und der nachhaltigen Energieversorgung. Und längst sind wir nicht mehr nur auf die Region beschränkt. Schon lange ist das

Fraunhofer IFF ein national und international gefragter Partner, wenn es darum geht, Logistikprozesse zu verbessern, Unternehmen zu digitalisieren, intelligente Energienetze aufzubauen oder Mensch und Roboter gemeinsam in die Produktion zu bringen.

Das Institut hätte sich also trotz der ungünstigen Voraussetzungen in seinen Gründungsjahren kaum besser entwickeln können und feierte im Jahr 2017 deshalb stolz seinen fünfundzwanzigsten Geburtstag. Das ist einerseits den großen Anstrengungen, dem Mut und der exzellenten Arbeit der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IFF zu verdanken, die mit ihren Pionierleistungen in den Anfangsjahren und ihrer nach wie vor exzellenten Forschung die hervorragende Reputation des IFF aufgebaut haben. Andererseits verdanken wir es aber auch den Unternehmen, die unserem Institut ihr Vertrauen geschenkt haben, unseren Partnern im Geiste an den europäischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen, und den öffentlichen Partnern im Land, im Bund und bei der EU, ohne die der Aufbau und der Unterhalt der für unsere Forschungsarbeit zum Wohle der Menschen und der Wirtschaft so wichtigen hervorragenden technischen Infrastruktur kaum möglich gewesen wäre.

Knotenpunkt für die Digitalisierung in Sachsen-Anhalt

Dieses Vertrauen haben wir seitdem gern zurückgezahlt. Das Fraunhofer IFF ist ein wichtiger Baustein in der regionalen Innovationsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt und folgt der Digitalen Agenda des Bundes. Die Europäische Union erklärte unser Virtual Development and Training Centre (VDTC) im Jahr 2017 nun auch zum »Digital Innovation Hub« für Sachsen-Anhalt. Die Initiative zu den »Digital Innovation Hubs« wurde von der EU-Kommission 2016 ins Leben gerufen. Derzeit werden für diese regional ausgerichteten Einrichtun-



*Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk
Institutsleiter*

gen europaweit jährlich 100 Millionen Euro aus dem EU-Forschungsrahmenprogramm Horizont 2020 investiert, um die jeweils ansässigen Unternehmen bei deren Umstellung auf die digitale Wirtschaft zu unterstützen. Die EU will so insbesondere die regionale und grenzüberschreitende Zusammenarbeit im Bereich der Digitalisierung sowie den Erfahrungsaustausch zum Nutzen aller beteiligten Akteure fördern.

Für kleine und mittelständische Unternehmen in Sachsen-Anhalt gilt das VDTC zwar schon lange als Kompetenzzentrum zum Thema Digitalisierung. Die Ernennung zum »Digital Innovation Hub« gibt ihnen jetzt aber auch die Möglichkeit, auf eine grenzüberschreitende, europäische Unterstützungsinfrastruktur bei ihrer Umstellung auf digitale Prozesse zurückzugreifen. Das schafft für alle Beteiligten natürlich auch eine größere Sichtbarkeit in Richtung Europa und fördert nicht zuletzt die Internationalisierung der Unternehmen.

Das VDTC des Fraunhofer IFF fungiert damit künftig noch stärker als bisher als zentraler Knotenpunkt und Anlaufstelle in Fragen der Digitalisierung für Unternehmen. Sie können sich so auch über die Grenzen Sachsen-Anhalts und Deutschlands hinaus zu Fragen und erfolgreichen Lösungen im Rahmen der Digitalisierung ihrer Prozesse austauschen. Im Gegenzug bekommen Unternehmen aus anderen Ländern die Möglichkeit, über das Netzwerk der »Digital Innovation Hubs« auf die Kernkompetenzen der Experten für Digitalisierung aus dem Fraunhofer IFF zurückzugreifen. Da das Institut darüber hinaus auch sehr eng mit der Initiative »Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 Magdeburg« und weiteren Netzwerken zum Thema Digitalisierung in Sachsen-Anhalt kooperiert, wächst so in unserer Landeshauptstadt ein bedeutender Knotenpunkt für die digitale Vernetzung der Wirtschaft in Sachsen-Anhalt und Europa heran.

Technologien für die Arbeit der Zukunft

Als Innovationszentrum für die Digitalisierung bewegte sich im Jahr 2017 folgerichtig auch die Mehrzahl der am Fraunhofer IFF bearbeiteten Projekte um dieses Thema. Eine Auswahl stellen wir in diesem Jahresbericht vor. Seien es intelligente Assistenzsysteme für die Produktion, die Instandhaltung oder für die smarte Landwirtschaft, Technologien für die Mensch-Roboter-Kollaboration oder Unterstützungssysteme im medizinischen Sektor - in vielen Projekten wird deutlich, dass es sich bei unseren Forschungen meist darum dreht, den Menschen in seinen Tätigkeiten intelligent und technologisch zu unterstützen. Das IFF beantwortet damit die Frage nach der Arbeit der Zukunft mit der Entwicklung digitaler und automatisierter Assistenzsysteme. Sie werden den Menschen nicht ersetzen können, aber uns künftig immer stärker hilfreich zur Seite stehen. Sie werden vieles erleichtern, werden helfen, die Qualität unserer Arbeitsergebnisse zu erhöhen, für mehr Sicherheit sorgen und uns dank ihrer Unterstützung mehr Raum für Kreativität und neue Innovationen geben. Das ist etwas, worauf wir uns gemeinsam freuen können und wofür wir auch in Zukunft zusammen mit Ihnen arbeiten möchten.

Ich wünsche Ihnen beim Lesen dieses Reports viel Vergnügen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk
Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

GRUSSWORT

»GUTES GESPÜR FÜR DIE CHANCEN VON MORGEN«



*Dr. Jürgen Ude
Staatssekretär im Ministerium für
Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung
des Landes Sachsen-Anhalt*



Sehr geehrte Damen und Herren,

ein Jahr ist schnell vorbei – spätestens wenn wieder Jahresrückblicke über die TV-Kanäle flimmern, wird uns das eindrücklich vor Augen geführt. Ein Jahr kann aber durchaus auch lang sein – wenn man die 365 Tage richtig nutzt. Dass dies im Fraunhofer IFF passiert, zeigt der Jahresbericht für 2017, den Sie jetzt in den Händen halten. Der Report gibt einen Überblick über einige zukunftsweisende Projekte aus dem vergangenen Jahr und ermöglicht so einen interessanten Einblick in die spannende Arbeit am Magdeburger Forschungsinstitut.

Ereignisreich war das Jahr 2017 für das IFF zweifellos: Im September konnten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei der Festveranstaltung zum 25-jährigen Jubiläum auf eine erfolgreiche Institutsentwicklung zurückblicken. Im August nahm das neue Kompetenzzentrum »Mittelstand 4.0«, an dem das IFF maßgeblich beteiligt ist, seine Arbeit auf. Und auf Hochtouren liefen 2017 zudem die Modernisierung des »Elbedome 2.0« im Wissenschaftshafen, die Einrichtung eines »Digital Innovation Hub« sowie die Vorbereitungen für den 2019 geplanten Ausbau des Virtual Development and Training Centre VDTC mit dem Fokus auf intelligenten autonomen Arbeitssystemen.

Wichtiger Partner der Wirtschaft

Diese Investitionen in die Zukunft werden durch das Land Sachsen-Anhalt umfangreich unterstützt. Die Landesregierung stellt so die Weichen, damit das Fraunhofer IFF auch künftig als wichtiger Partner für Hochschulen, Wissenschaftseinrichtungen und die Wirtschaft im Land agieren kann. Sowohl kleine und mittelständische Unternehmen aus der Region als auch international tätige Großunternehmen schätzen die erstklassige Forschungsarbeit auf den Gebieten Produktionstechnik und Logistik sowie die hohe Kompetenz bei der Weiterbildung von Fachkräften.

Das Erfolgsrezept: Dem IFF ist es immer wieder gelungen, wichtige Trends frühzeitig aufzugreifen und mitzugestalten – wie Industrie 4.0, Virtual Engineering oder den Wandel unserer Arbeitswelt.

Förderung durch das Land

Dieses Gespür für die Herausforderungen und Chancen von morgen macht das Fraunhofer IFF zu einem wertvollen Forschungspartner für die heimische Wirtschaft. Dies zeigt sich auch im Rahmen der Forschungsförderung des Landes: In der laufenden EU-Strukturfondsperiode 2014-2020 erhielt das IFF bis Ende März 2018 für 32 Forschungs- und Entwicklungsprojekte Fördermittel in Höhe von rund 10,9 Millionen Euro – mehr als die Hälfte davon für gemeinsame Vorhaben mit meist kleinen und mittleren Unternehmen. Hier stehen bislang 18 Projekte im Gesamtvolumen von rund 5,9 Millionen Euro zu Buche. Hinzu kommt: Das IFF ist fest in der Innovationsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt verwurzelt und bringt seine Kompetenzen in den Leitmärkten »Energie, Maschinen- und Anlagen, Ressourceneffizienz« sowie »Mobilität und Logistik« ein.

Lange Rede, kurzer Sinn: Das Fraunhofer IFF ist aus Sachsen-Anhalts Forschungslandschaft schlicht nicht wegzudenken. Die Institutsleitung sowie viele motivierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben in den vergangenen Jahren eine Erfolgsgeschichte geschrieben – mit den Projekten aus 2017 ist nun ein weiteres spannendes Kapitel hinzugekommen. Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre des Jahresberichtes.

Dr. Jürgen Ude
Staatssekretär im Ministerium für
Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung
des Landes Sachsen-Anhalt

DAS INSTITUT IN ZAHLEN

HAUSHALTS- UND ERTRAGSENTWICKLUNG

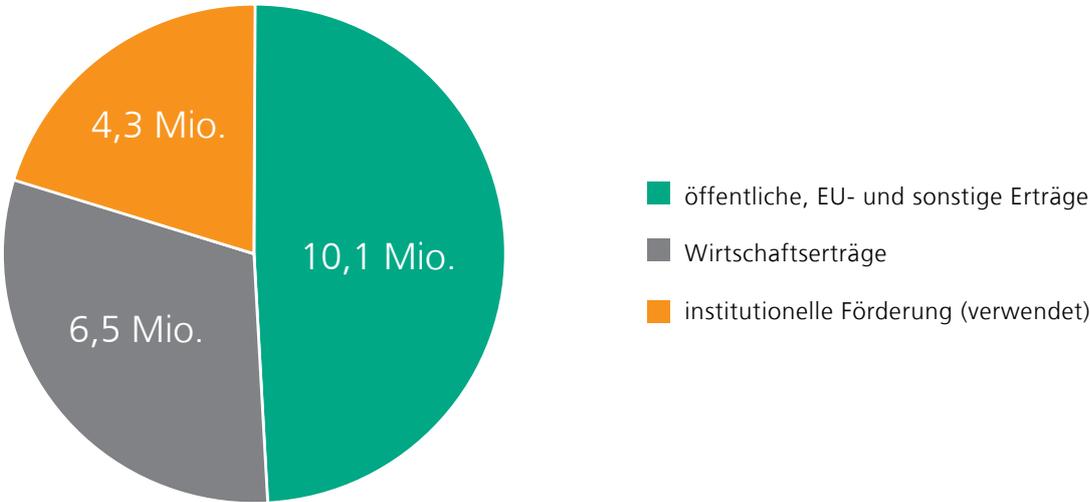
Gesamthaushalt



Investitionshaushalt



Erträge

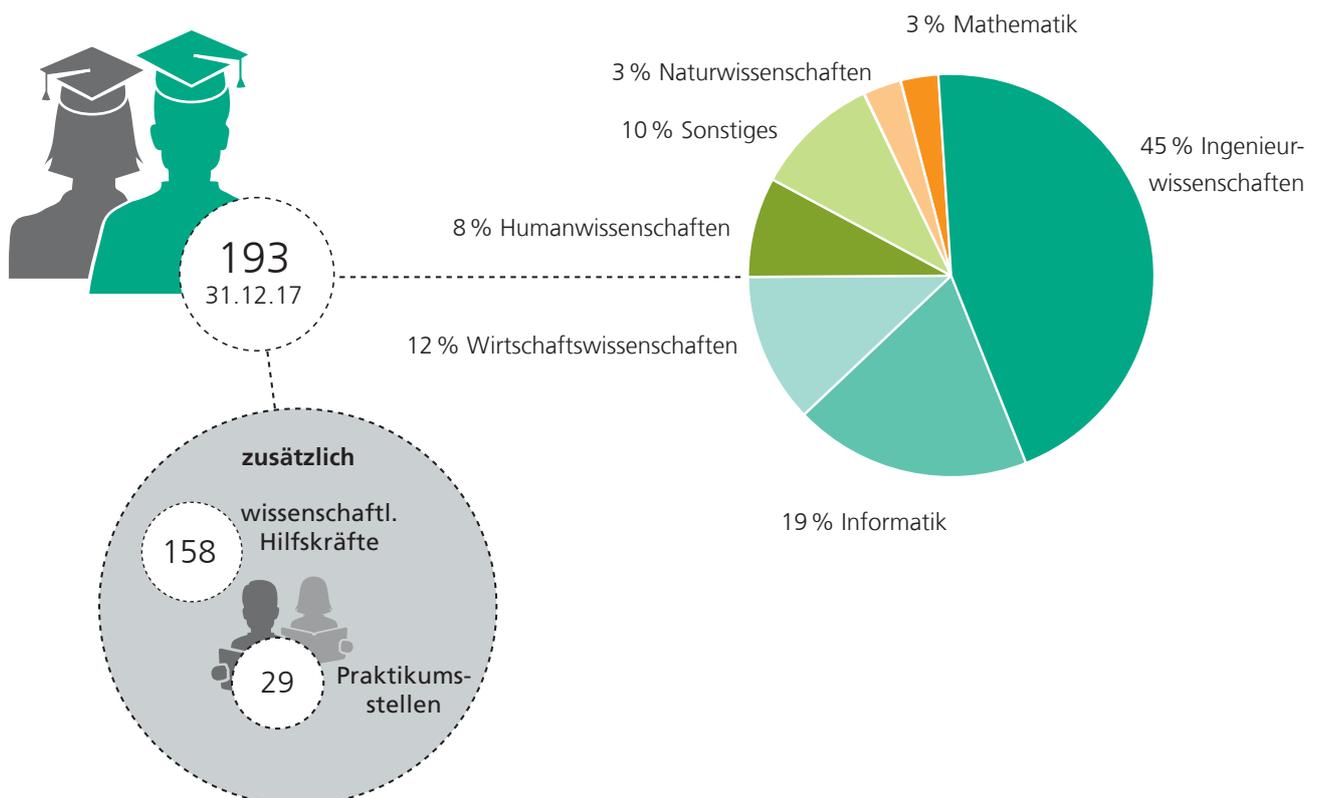


MITARBEITERENTWICKLUNG

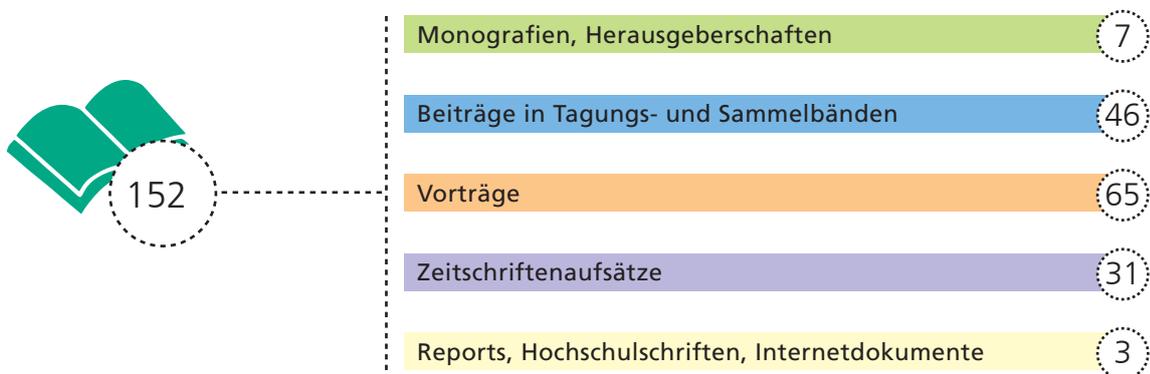
Mitarbeiterentwicklung am Fraunhofer IFF in den Jahren von 2015 bis 2017



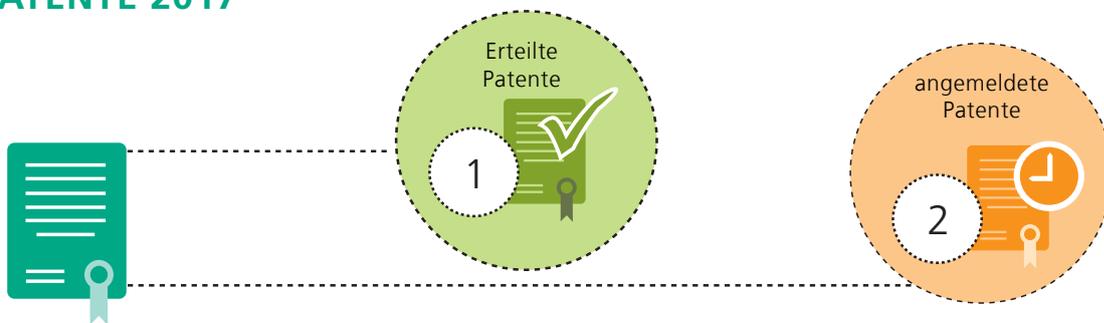
Gesamtzahl der Beschäftigten im Jahr 2017



VERÖFFENTLICHUNGEN



PATENTE 2017



AUSBILDUNG UND QUALIFIZIERUNG 2017



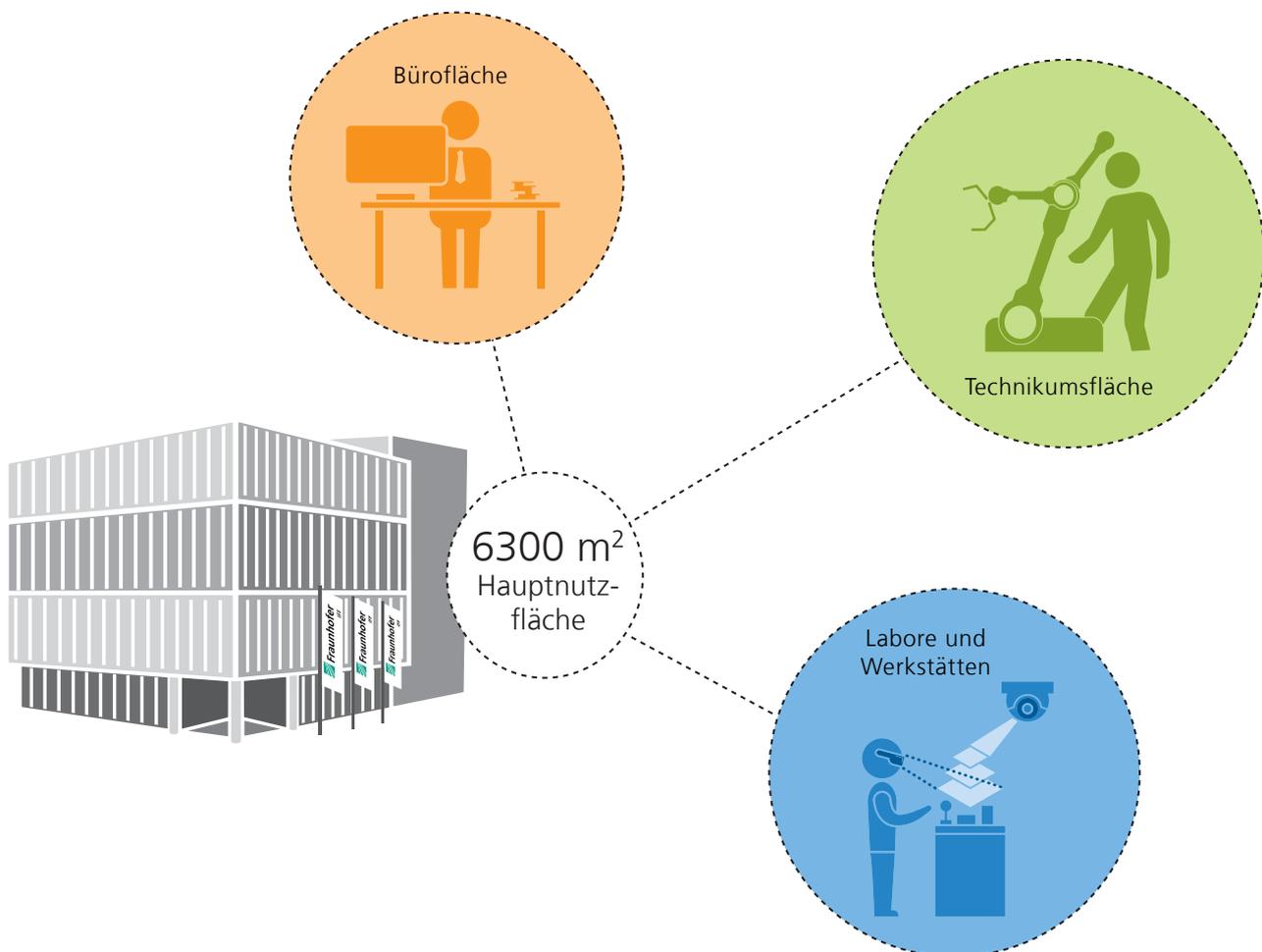


AUSSTATTUNG

Gebäude Sandtorstraße

Das Fraunhofer IFF in Magdeburg nutzt in seinem Hauptgebäude in der Sandtorstraße 5 000 m² Bürofläche und modern ausgestattete EDV-Labore und Konferenzräume. Auf einer Technikumsfläche von 1 300 m² stehen unterschiedlichste Technologien für die anwendungsbezogene Forschung

und Entwicklung zur Verfügung. Das umfasst beispielsweise modernste Systeme für die industrielle Bildverarbeitung, die Automatisierung, Flächen für die Entwicklung und Produktion von Anlagen und Produktionssystemen sowie ein Labor zur sicheren Mensch-Roboter-Kooperation (MRK).

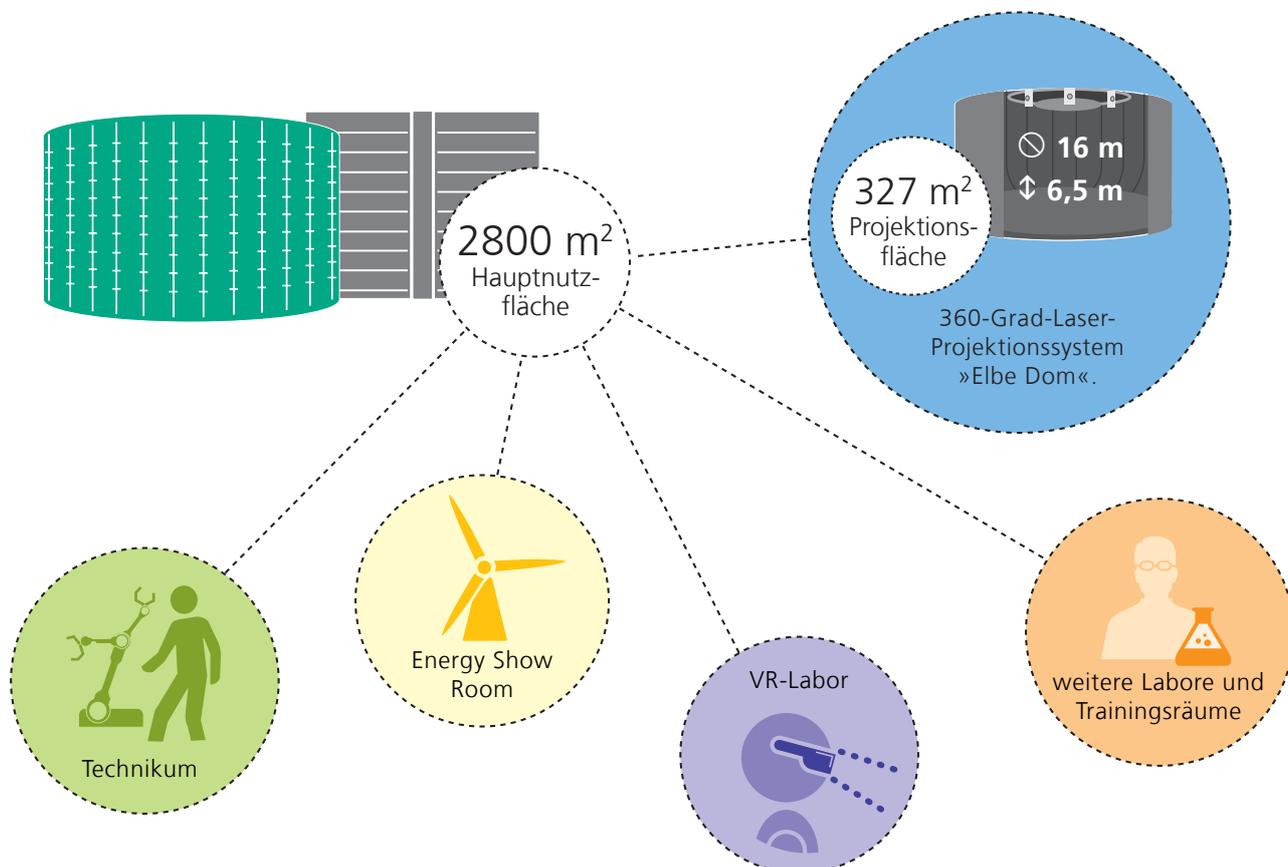




Virtual Development and Training Centre VDTC

In seinem Virtual Development and Training Centre (VDTC) im Magdeburger Wissenschaftshafen verfügt das Fraunhofer IFF über weitere 2800 m² Hauptnutzfläche. Hier konzentrieren sich moderne Infrastrukturen für die Entwicklung industrieller Virtual- und Augmented-Reality-Anwendungen sowie für die Forschung zu »Konvergenten Infrastrukturen«. Dazu gehören sowohl VR-Prozess-Design-Labore und VR-Trainingsräume als auch ein Labor für die Entwicklung intelligenter elektrischer Energiesysteme. In ihm arbeiten die Forscher des Fraunhofer IFF an Technologien zur Umsetzung ganzheitlicher Ansätze

für die Erzeugung, Verteilung und Nutzung regenerativer Energien. Eine mobile Großbatterie mit 1 Megawatt Leistung zur Erforschung und Entwicklung intelligenter Energieversorgungsnetze komplettiert die Ausstattung. Das Kernstück des VDTC ist das Großprojektionssystem »Elbe Dom«. Das zylindrische 360-Grad-Laser-Projektionssystem, in dem ganze Fabriken und Städte im Maßstab 1:1 visualisiert werden können, besitzt eine Projektionsfläche von 327 m², einen Durchmesser von 16 Metern und eine Höhe von 6,5 Metern.





Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt – Innovation Center für Digitale Infrastruktur, Mobilität und Logistik

Das Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt ist eines der modernsten Forschungslabore für digitale Infrastruktur, Mobilität und Logistik in Deutschland. Es wurde als Teil der Landesinitiative Angewandte Verkehrsforschung/Galileo-Transport gegründet. Der Forschungsfokus liegt auf praxisbezogenen Entwicklungen zur Ortung und Prozesszustandserfassung sowie der Gestaltung neuer und innovativer Konzepte für Mobilität und Logistik. Weiterhin gehört das Galileo-Testfeld zum nationalen Netzwerk von Testumgebungen zur Förderung des europäischen Satellitennavigationssystems GALILEO.

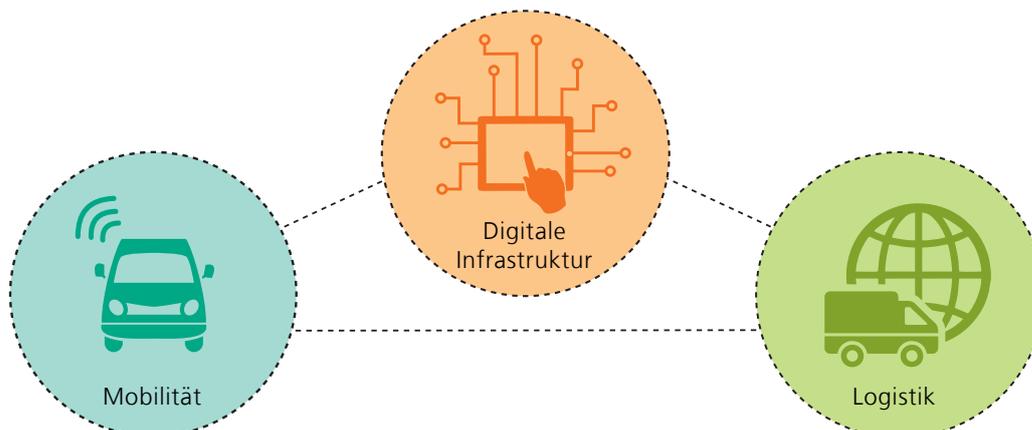
Ziel ist es, gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft bereichsübergreifende und vernetzte Forschung in den Bereichen Logistik, Mobilität und Digitale Infrastruktur voranzutreiben. Anwendungspartner aus der Wirtschaft und Forschung sollen von der Idee bis zum Praxiseinsatz neuer Lösungen begleitet werden können.

Für die anwendungsorientierte Forschung bietet das Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt modern ausgestattete Versuchsfelder in seinem Entwicklungslabor sowie auf seinem

Außengelände mit georeferenzierten Passpunkten. Weiterhin besitzt es Forschungsmöglichkeiten auf einer modernen ÖPNV-Plattform sowie ein sehr gut ausgestattetes Telematik-Labor. Zu seinen großen Vorteilen gehört die trimodale Anbindung an den Magdeburger Hafen und das dortige Bahnschienen- und Verkehrsnetz.

Das Fraunhofer IFF ist Kooperationspartner des Galileo-Testfelds. Es forscht dort gemeinsam mit der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und dem Institut für Automation und Kommunikation e. V. (ifak) Magdeburg zu Innovationen im Bereich digitaler Kommunikations- und Logistikinfrastrukturen.

Es entwickelt und testet dort auf der Grundlage von RFID- und Telematiksystemen neue Anwendungen und Geschäftsmodelle für digitale Infrastrukturen im Sinne der »Logistik 4.0« im Bereich Straße, Wasserstraße und Schiene. Außerdem arbeiten die Forscher des Fraunhofer IFF an automatisierten Systemen zu Identifikation, Überwachung und Handling von Waren, Warentransporten und Lagerprozessen.



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

Hon.-Prof. Dipl.-Betriebswirt Burghard Scheel

stellvertretender Kuratoriumsvorsitzender

Dipl.-Ing. Klaus Müller
Kranbau Köthen GmbH

Mitglieder

Dr.-Ing. Frank Büchner
Siemens AG

Dr. Stefan-Robert Deibel
BASF SE

Dr. Karl Gerhold
Getec Energie Holding GmbH

Dr. Christof Günther
Infraleuna GmbH

MinDirig. Hans-Joachim Hennings
Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung
des Landes Sachsen-Anhalt

Prof. Dr. Klaus G. Hoehn
Deere & Company

Dr.-Ing. E.h. Dipl.-Math. Bernd Liepert
Kuka AG

Dr. Georg Mecke
Airbus Operations GmbH

Dipl.-Ing. Klaus Olbricht
Industrie- und Handelskammer Magdeburg

Prof. Dr.-Ing. Werner Schreiber
Volkswagen AG

Dipl.-Ing. Richard Smyth
Aerospace Consulting

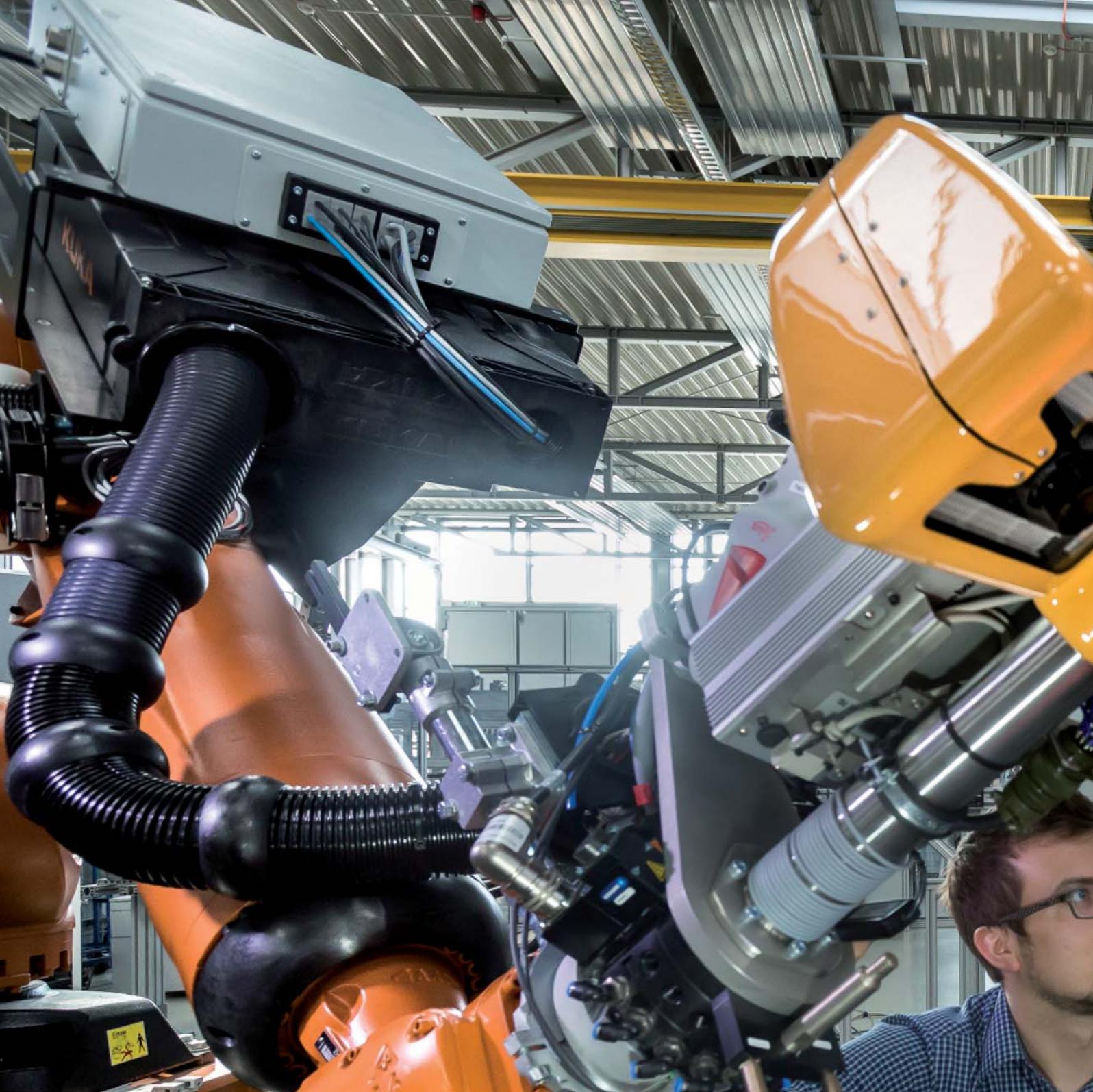
Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Strackeljan
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Staatssekretär Dr.-Ing. Jürgen Ude
Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung
des Landes Sachsen-Anhalt

Jean-Marc Vesselle
Lanxess Deutschland GmbH

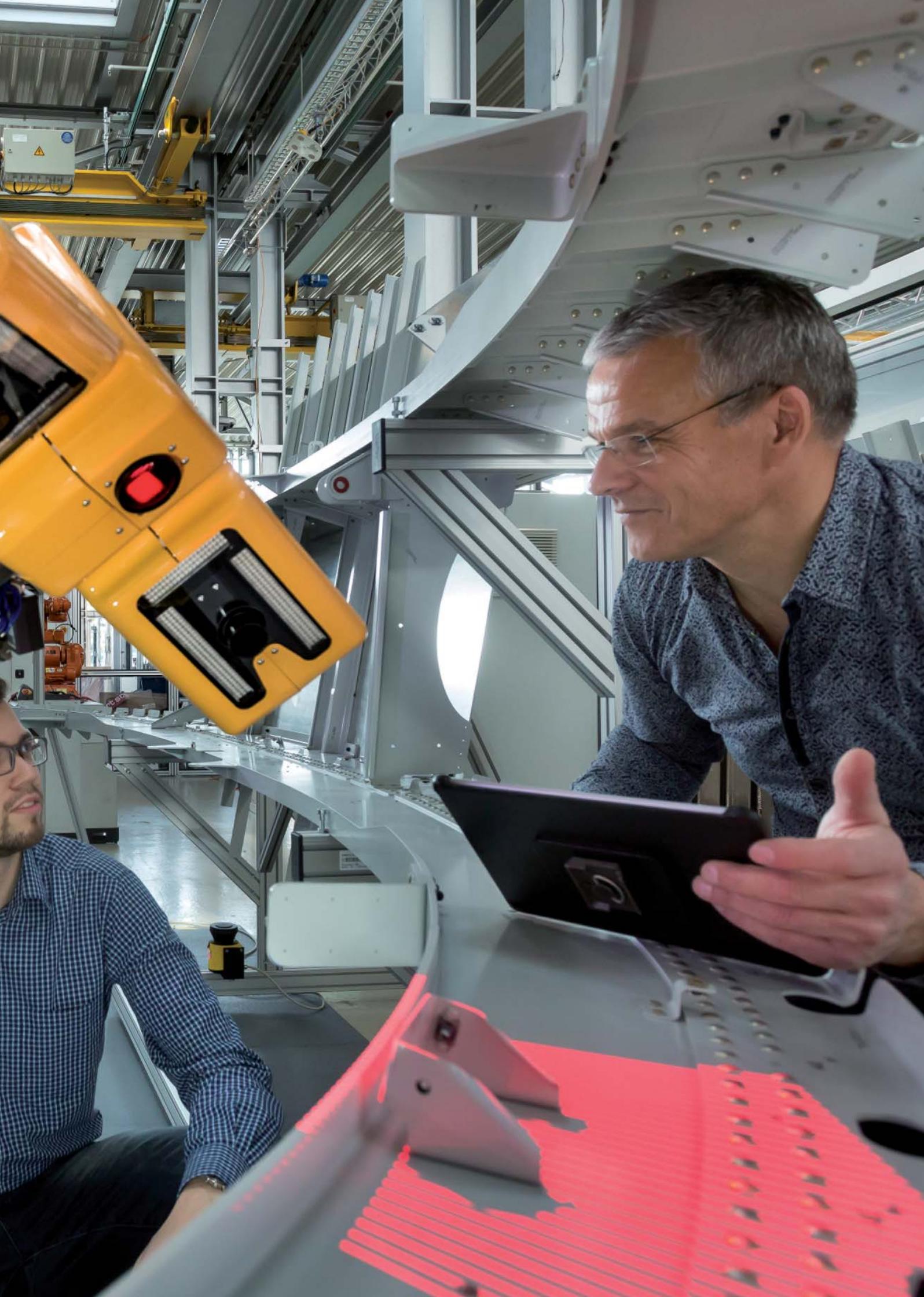
Prof. Dr. rer. pol. Peer Witten
Kuratorium der Logistik-Initiative Hamburg

*Die Teilnehmer und Gäste
der Kuratoriumssitzung 2017
in Magdeburg.*



AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGSFELDS INTELLIGENTE ARBEITSSYSTEME

Das Fraunhofer IFF ist Innovationstreiber bei der Gestaltung der Produktionstechnik und Arbeitssysteme der Zukunft. Das Ziel ist es, die Leistungsfähigkeit und Produktqualität der Unternehmen langfristig zu halten oder zu verbessern und zugleich die Flexibilität der Produktionssysteme zu erhöhen. Dafür entwickelt das Fraunhofer IFF u. a. neue Technologien für die sichere Mensch-Roboter-Kollaboration. So werden die kognitive Flexibilität und Handlungsbereitschaft des Menschen mit der hohen Produktivität automatisierter Systeme verknüpft. Es entwirft integrierte Lösungen für den Einsatz digitaler Assistenzsysteme sowie modernster Mess- und Prüftechnologien zur Qualitätssicherung in der Produktion. Und es etabliert virtuelle Lernmethoden für die flexible und effektive Qualifizierung von Mitarbeitern.





FEHLERFREIE MONTAGE GROSSER BAUTEILE DANK HOCHGENAUER ASSISTENZSYSTEME

Notwendige Assistenz in der Spannmittelmontage

Die Kolbus GmbH & Co. KG in Rahden ist ein Sondermaschinenhersteller, der sich auf die Entwicklung und Fertigung von Verpackungs- und Buchbindemaschinen spezialisiert hat. Derartige Maschinen sind hoch komplex und werden meist auftragspezifisch und kundenindividuell konfiguriert. Die dafür notwendigen mechanischen Einzelteile sind durch eine extrem hohe Variantenvielfalt gekennzeichnet und werden in sehr geringen Losgrößen benötigt. Sie werden fast durchgängig von der Fa. Kolbus selbst gefertigt. Einen Teilschritt zur Herstellung dieser Teile stellt die spanende Bearbeitung in CNC-Maschinen dar, bei der Rohteile durch Fräsen und Bohren zu Fertigteilen verarbeitet werden. Hierfür werden in der Regel Nullpunktspannsysteme eingesetzt, mit denen die Rohteile in der Bearbeitungsmaschine fixiert werden. Aufgrund der geringen Losgröße pro Produktionsauftrag wird dafür bei der Fa. Kolbus ein modulares Baukastenspannsystem verwendet, das individuell für jedes Einzelteil konfiguriert und montiert wird. Hier existiert jedoch eine eklatante Sicherheitslücke, denn baut der Werker das Spannsystem nicht korrekt nach Vorgabe auf, kann es in der CNC-Maschine zu einer ungewollten Kollision, dem sogenannten Maschinen-Crash zwischen Werkzeug und Spannsystem kommen, was zu einem kompletten Maschinenausfall führen kann.

Das Fraunhofer IFF hat in einem früheren Projekt für die Fa. Kolbus Assistenzsysteme auf Basis von Augmented Reality (AR) für Montageplätze der Spannsysteme mit kleinerem Arbeitsvolumen bis ca. 0,8 Meter × 0,8 Meter × 0,5 Meter entwickelt. Für ein neues deutlich größeres Bearbeitungszentrum sollte nun dieses Konzept übertragen und erweitert werden, um die Spannmittelmontage in einem Volumen bis ca. 3,6 Meter × 0,6 Meter × 0,5 Meter zu unterstützen.

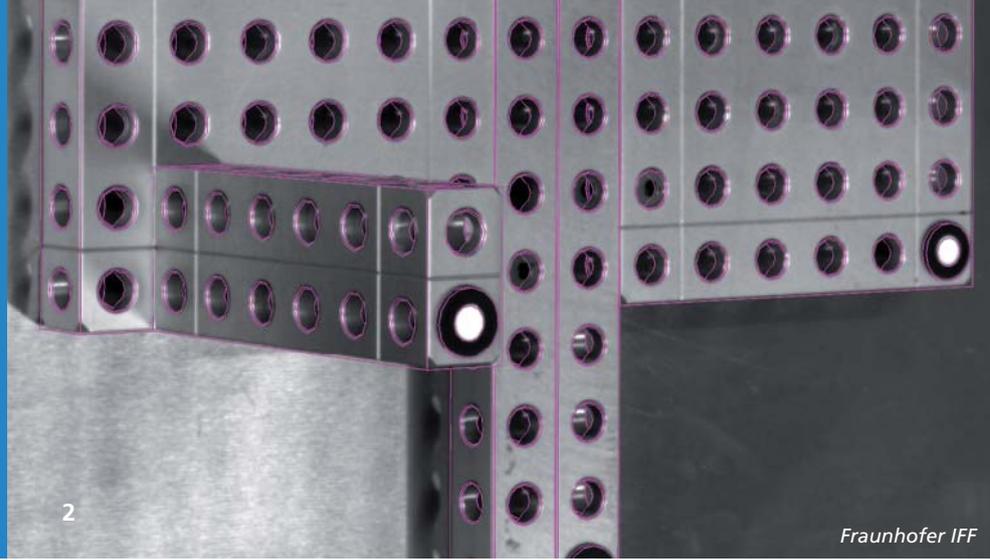
Erweiterung der stationären Augmented Reality

Die bisher vorhandene Assistenz basiert auf einer direkt am Arbeitsplatz generierten Überlagerung von CAD-Modellkonturen auf live dargestellte Kamerabilder. Dafür wird ein aus mehreren Einzelschritten bestehender Montageablauf erstellt und pro Arbeitsschritt werden die zu montierenden Teile dargestellt. Die Visualisierung erfolgt durch eine lagerichtige Projektion der aktuell zu montierenden Einzelteile in das Kamerabild, sodass sich eine intuitive Visualisierung des Soll-Zustands für den Werker ergibt. Er muss dann die Montage nur genau so ausführen, dass die zu montierten Teile mit der Visualisierung übereinstimmen.

Da sich der Werker bei der Montage ausschließlich an den Konturen der CAD-Modelle im Livebild orientiert, ist es von enormer Bedeutung, dass diese mit einer sehr hohen Genauigkeit lagerichtig dargestellt werden. Als Toleranz wurde kundenseitig dafür eine maximale Konturabweichung von 0,5 Millimeter in der Projektion vorgegeben. Das deutlich vergrößerte Arbeitsvolumen stellt für die AR-Lösung eine Herausforderung dar, denn die erreichbare Genauigkeit hängt maßgeblich von der Berechnung der Kameraposition relativ zur Montagebaugruppe ab. Bei den bisherigen Assistenzsystemen konnte diese Genauigkeit nur erreicht werden, indem die Kameras einmalig fest zum Arbeitsplatz ausgerichtet und eingemessen wurden.

1 *Mit Augmented Reality-Montageassistenz ausgerüsteter Montagearbeitsplatz.*

2 *Optische Montageanweisung durch Projektion eines CAD-Modells in ein live Kamerabild.*



Zur Abdeckung des nun vergrößerten Arbeitsvolumens wurde zusammen mit der Fa. Kolbus ein Konzept entwickelt, das die Vorteile von mobilen Assistenzsystemen mit der hohen Genauigkeit der bisherigen statischen Lösung vereint. Die Kameras und Monitore sind nicht fest montiert, sondern sie sind an einem Tragarm befestigt, den der Werker auf einer Laufschiene in der Linearachse an den aktuellen Montageort schieben kann. Insgesamt sind vier Kameras installiert, von denen zwei senkrecht von oben und zwei jeweils schräg auf die Montagefläche ausgerichtet sind. Während die senkrechten Kameras eine gute Orientierung in der Ebene erlauben, werden die schrägen Ansichten als Hilfe für seitlich zu montierende Einzelteile genutzt. Die erweiterte AR-Lösung deckt auf diese Weise ca. ein Drittel des gesamten Arbeitsplatzes ab. Sobald in diesem Bereich alle Bauteile montiert wurden, schiebt der Werker das Assistenzsystem seitlich weiter, bis die nächsten Bauteile im Erfassungsbereich liegen. Während der Bewegung referenziert sich das System kontinuierlich neu, sodass bei einer beliebigen Positionierung die Assistenz stets in der erforderlichen Genauigkeit dargestellt wird.

Durch Simulation zum optimalen Ergebnis

Für eine derart präzise Überlagerung der CAD-Modelle in ein Live-Kamerabild ist eine Einmessung und eine regelmäßig zu wiederholende Kalibrierung des Systems notwendig. Dieser Vorgang sollte so konzipiert werden, dass er auch von den Werkern vor Ort, die meist geringe messtechnische Kenntnisse besitzen, selbst durchgeführt werden kann. Daher wurde ein entsprechender optischer Kalibrierkörper entworfen und angefertigt, der direkt am Montagearbeitsplatz zum Kalibrieren des Systems genutzt werden kann.

Das Design des Kalibrierkörpers musste schon weit vor den ersten praktischen Versuchen erfolgen, als der Arbeitsplatz noch nicht zur Verfügung stand. Dank der optischen Simulationsbibliothek des Fraunhofer IFF gelang es jedoch, schon während der Entwurfsphase des Assistenzsystems verschiede-

ne Kalibrierkörperkonfigurationen zu bewerten und schließlich eine optimale Konfiguration für die Umsetzung frühzeitig zu finden.

Fehlerfreie Montage dank hochgenauer Assistenz

Die AR-Assistenz integriert sich nahtlos in den Fertigungsprozess und schließt die digitale Lücke bei der CNC-Bearbeitung. Die CAD-Daten werden in der Arbeitsvorbereitung digital aufbereitet und dann direkt in das Assistenzsystem übertragen. Dort dient die Visualisierung dem Werker als intuitives Hilfsmittel, um die Einzelteile korrekt zu montieren.

Eine Evaluation der schon früher implementierten Systeme ergab, dass seit Einführung dieser Assistenz vor neun Jahren kein einziges Mal ein Maschinen-Crash aufgrund einer fehlerhaften Spannmittelmontage verursacht wurde. Es ist zu erwarten, dass der Einsatz des neuen Assistenzsystems in größeren Bearbeitungszentren ebenso Erfolg versprechend Maschinen-Crashes verhindern wird.

Projektpartner

Kolbus GmbH & Co. KG, Rahden

Ansprechpartner im Geschäftsbereich Mess- und Prüftechnik

Dipl.-Inf. Steffen Sauer
Telefon +49 391 4090-261 | Fax +49 391 4090-93-261
steffen.sauer@iff.fraunhofer.de



ROBOTERASSISTIERTE BEHANDLUNG VON WIRBELSÄULENMETASTASEN

Potenziale der Assistenzrobotik für minimalinvasive operative Eingriffe

Metastasierende Tumore sind die häufigste bösartige Erkrankung des menschlichen Skelettsystems. Die Linderung der Schmerzen und die Vermeidung von Komplikationen wie pathologische Frakturen sind wichtige Schritte in der Behandlung der Patienten. Hierfür ist die bildgeführte minimalinvasive Radiofrequenzablation (RFA) ein etabliertes Behandlungsverfahren. Für Patienten mit Wirbelsäulentumoren dient dieses Verfahren zur Stabilisierung der Wirbel und zur Vermeidung von neurologischen Störungen.

Bei der bildgeführten Radiofrequenzablation wird die Computertomographie als bildgebendes Verfahren eingesetzt, um eine präzise Platzierung der Elektroden zu ermöglichen und Risikostrukturen wie den Spinalkanal während der chirurgischen Intervention nicht zu verletzen. Aufgrund der Strahlenbelastung während der Bildaufnahme werden jedoch zugunsten der Strahlenhygiene nur zu bestimmten Zeitpunkten Aufnahmen gemacht. Dies hat zur Folge, dass der Chirurg zwischen zwei Aufnahmen »blind« navigiert. Daraus ergibt sich eine ständige Abwägung zwischen Präzision und Strahlenlast während einer solchen Operation.

Durch den Einsatz eines Assistenzroboters entfällt diese ständige Abwägung, da er in der Lage ist, die Informationen aus der Interventionsplanung in präzise Bewegungen umzusetzen. Der Chirurg wird durch erschütterungsfreie, skalierte und pfadgenaue Bewegungen des Roboters unterstützt, sodass auf ergonomische Weise eine präzise Elektrodenplatzierung ermöglicht und die notwendige Bildgebung auf ein Minimum reduziert wird.

Herausforderungen bei der Integration von Assistenzrobotik in den medizinischen Workflow

Bei der Integration eines Assistenzroboters in den medizinischen Workflow einer Radiofrequenzablation ergeben sich verschiedene Herausforderungen. Trotz der hohen Pfadgenauigkeit eines Roboters kann auch dieser aufgrund von möglichen Verlagerungen des Wirbelkörpers z. B. durch die Atmung des Patienten nicht ohne Weiteres blind navigieren. Daher muss es ihm möglich sein, diese Verlagerungen kontinuierlich zu verfolgen und entsprechend zu kompensieren. Darüber hinaus muss der Assistenzroboter mit inhomogenen Strukturen während der Elektrodenplatzierung umgehen können, denn insbesondere bei einem durch einen Tumor zersetzten Wirbelkörper besteht die Gefahr, dass es bei einer zu großen Krafteinwirkung zu einem Hindurchbrechen des Instruments kommt.

Neben den methodischen und technologischen Herausforderungen muss der Assistenzroboter vom medizinischen Personal akzeptiert werden, um auch wirtschaftlich rentabel zu sein. Dies erfordert eine intuitive und sterile Bedienung sowie eine im Verhältnis stehende Rüstzeit. Zudem ist es für den Chirurgen entscheidend, dass die Nähe zum Patienten und die manipulative Transparenz trotz Einsatz des Assistenzroboters bestehen bleiben.

- 1 Handführung des Assistenzroboters zum präzisen Platzieren der Elektroden.
- 2 Patientenphantom mit Moiré-Marker.
- 3 Mensch-Roboter-Interaktion mit taktilem Fußboden und Projektionstechnik.



Fraunhofer IFF

2



Fraunhofer IFF

3

Entwicklung eines Assistenzroboters für minimalinvasive chirurgische Eingriffe

Im Rahmen des Forschungscampus STIMULATE wird am Fraunhofer IFF auf Basis eines Leichtbauroboters ein Assistenzsystem entwickelt, das den Chirurgen durch intuitives Handführen bei der Elektrodenplatzierung unterstützt. Dabei kann der Chirurg den Roboter durch Krafteinwirkung entlang des geplanten Pfades verschieben. Während des Handführens werden die Prozesskräfte direkt zum Chirurgen übertragen, wodurch die manipulative Transparenz im Gegensatz zu einem telemanipulierten System erhalten bleiben.

Der Assistenzroboter ist mit einem optischen Trackingsystem an seinem Endeffektor ausgestattet. Auf Basis von Moiré-Markern kann die Position und Orientierung des Wirbelkörpers im Raum mit Hilfe der Kamera des Trackingsystems bestimmt werden. Das auf diese Weise zur Verfügung stehende kontinuierliche Signal wird von dem Assistenzroboter verarbeitet und die Bewegungen werden durch ein »Visual Servoing« kompensiert. Um gemessene Positionsinformationen zu verifizieren, werden die Kräfte, die während der Operation auf den Roboter wirken, erfasst und ausgewertet. Es erfolgt ein automatischer Abgleich mit den Erwartungswerten, die aus den medizinischen Bilddaten generiert wurden. Bei einer zu großen Abweichung der vorhergesagten Kräfte von den gemessenen wird der Chirurg informiert.

Bedient wird der Roboter entweder per Hand über ein Touchpanel oder per Fuß durch die Interaktion mit einem taktilen Fußboden. Dieser Fußboden liefert kraft- und orts aufgelöste Sensordaten. In Kombination mit einem im OP-Tisch integrierten Projektionssystem können kontextsensitive Schaltflächen dynamisch an die aktuelle Position des Chirurgen projiziert werden, sodass dieser mit den Füßen verschiedene Funktionen des Assistenzroboters anwählen und aktivieren kann. Diese Art der Interaktion ist vollkommen steril, da der Einsatz der Hände zur Roboterbedienung nicht notwendig ist.

Nutzen für den Patienten und das medizinische Personal

Mit Hilfe des Assistenzroboters ist nicht nur die Strahlenlast reduzierbar, sondern es ist auch eine reproduzierbare hohe Genauigkeit der Elektrodenplatzierung möglich. Damit ist diese Behandlung nicht nur einigen hoch spezialisierten Chirurgen vorbehalten, sondern kann durch die Assistenzfunktion auch von einem größeren Spezialistenkreis angeboten werden. Dadurch ist eine deutlich verbesserte flächendeckende Versorgung möglich. Des Weiteren kann durch die Einbeziehung von aus den Bilddaten generierten Erwartungswerten eine erhöhte Sicherheit bei der Behandlung gegenüber einer konventionellen Operation erreicht werden.

Projektpartner

Siemens Healthineers, Erlangen; Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; STIMULATE Verein e. V., Magdeburg

Ansprechpartner im Geschäftsbereich Robotersysteme

Magnus Hanses M. Sc.
Telefon +49 391 4090-229 | Fax +49 391 4090-93-229
magnus.hanses@iff.fraunhofer.de

Förderung

Das Projekt »STIMULATE – Solution Centre for Image Guided Local Therapies« wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert. (Förderkennzeichen 13GW0095B)





FLEXIBLER ROBOTEREINSATZ DURCH PROJEKTIONS-BASIERTE ARBEITSRAUMÜBERWACHUNG

Entwicklung einer neuen Generation von Assistenzrobotern

Das Projekt »FourByThree« (dt.: Vier Mal Drei) hatte die Konzeption und Entwicklung einer neuen Generation von Roboterlösungen für die Mensch-Roboter-Kollaboration zum Ziel. Der Projektname steht für die vier wichtigsten Charakteristika eines Robotersystems: Modularität, Sicherheit, Benutzerfreundlichkeit und Effizienz in Kombination mit den drei wesentlichen Akteuren beim kollaborativen Roboterbetrieb: Mensch, Roboter und Umgebung. Das Fraunhofer IFF war Mitglied des Projektkonsortiums mit insgesamt 17 Partnern aus mehreren europäischen Ländern.

Der Projektinhalt bestand in der Entwicklung von Hardware- und Software-Technologien, die eine einfache und sichere Zusammenarbeit von Mensch und Roboter ermöglichen. Dabei sollte die neue Roboterkinematik sanft und sicher auf eventuelle Kollisionen mit dem Menschen reagieren. Weitere Sensoren, wie auch das vom Fraunhofer IFF entwickelte projektionsbasierte Arbeitsraumüberwachungssystem, sollten eng mit der Robotersteuerung arbeiten, um auch Werkzeuge bzw. Werkstücke abzusichern und eine möglichst intuitive Interaktion zwischen Mensch und Roboter zu ermöglichen.

Teilaufgabe des Fraunhofer IFF

Die Aufgabe des Fraunhofer IFF bestand darin, sein patentiertes projektionsbasiertes Arbeitsraumüberwachungssystem hinsichtlich Modularität, Robustheit und Industrietauglichkeit weiterzuentwickeln.

Das bisherige System projiziert optisch sichtbare Schutzräume um den sich bewegenden Roboter, wobei Größe und Form den Roboterbewegungen entsprechend dynamisch angepasst werden. Kameras beobachten diese Schutzräume und signalisieren schnell und zuverlässig eine Schutzraumverletzung, auch beim Eintritt sehr kleiner Objekte wie menschliche Finger. Darüber hinaus ermöglicht diese Technologie eine kooperierende Zusammenarbeit von Mensch und Roboter, indem relevante Informationen z. B. zur Unterstützung des Werkers direkt in den Arbeitsraum projiziert werden und gleichzeitig virtuelle Schaltflächen die intuitive Steuerung des Roboters oder Prozesses durch den Menschen erlauben.

Neukonzeption des Sensorsystems

Zunächst musste aus dem ursprünglich verteilten Sensorsystem, bei dem Kameras und Projektoren getrennt voneinander im Raum positioniert waren, eine modulare Sensoreinheit konzipiert werden. Dies war die Grundvoraussetzung für eine industrietaugliche Installation und Inbetriebnahme des Systems. Die neue Sensoreinheit umfasst nun zwei Kameras und einen Projektor, die mit anpassbaren Rundprofilen und justierbaren

- 1 »Virtuelle Schaltflächen« erlauben eine intuitive Interaktion zwischen Mensch und Roboter.
- 2 Absicherung der Bearbeitung eines Werkstücks.
- 3 Absicherung der Roboterbewegung ohne Schutzraumverletzung.
- 4 Absicherung der Roboterbewegung mit Schutzraumverletzung.



2

Fraunhofer IFF



3

Fraunhofer IFF



4

Fraunhofer IFF

Stein, Deutsch

Fraunhofer IFF

Gelenken verbunden sind. Muss ein größerer Arbeitsraum abgedeckt werden, können mehrere dieser Einheiten miteinander gekoppelt werden.

Die Robotersteuerung liefert dem Sensorsystem aktuelle Gelenkpositionen und -geschwindigkeiten, woraus die Größe der Schutzräume automatisch dynamisch berechnet wird. Somit ist der Roboter zu jedem Zeitpunkt durch einen minimal notwendigen Schutzraum umgeben und abgesichert. Da die Kameras und der Projektor zueinander kalibriert und synchronisiert sind, können die aufgenommenen Kamerabilder mit entsprechenden intern berechneten Erwartungsbildern verglichen werden. Falls hierbei eine Abweichung festgestellt wird, signalisiert das System eine Schutzraumverletzung. Aufgrund dieses einfachen Funktionsprinzips sind aufwendige Berechnungen nicht notwendig. Das Ergebnis ist eine schnelle und zuverlässige Verarbeitung mit minimalen Reaktionszeiten, die beste Lösung für einen effektiven Sicherheitssensor.

Ergebnisse und Nutzbarkeit des Systems

Das System wurde an vier verschiedenen Anwendungsszenarien evaluiert. Die Szenarien wurden durch die Endanwender im Konsortium definiert und konzentrieren sich auf industrielle Prozesse wie Montage, Maschinenbestückung, Schweißen, Nieten und Entgraten. Neben dem Sicherheitsaspekt fanden Nutzer sowohl die Interaktionsflächen als auch die Visualisierung der Schutzräume als hilfreich und intuitiv bedienbar.

Sicherheit und Interaktion sind zwei wichtige Aspekte bei der Arbeit mit kollaborierenden Robotern. Durch das Projekt FourByThree konnten die Forscher des Fraunhofer IFF testen, wie das patentierte, projektionsbasierte Arbeitsraumüberwachungssystem den Menschen während der Zusammenarbeit mit Robotern zusätzlich unterstützen kann.

Projektpartner

Fundacion Tekniker (IK4-TEKN), Eibar, Spanien; Deutsches Forschungszentrum für künstliche Intelligenz GmbH (DFKI), Bremen; Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Rom/Mailand, Italien; King's College London (KCL), London, Großbritannien; Queen Mary University of London (QMUL), London, Großbritannien; Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gGmbH (ZEMA), Saarbrücken; Deltatron Oy, Helsinki, Finland; Pilz Industrieelektronik SL, Barcelona, Spanien; Antproject TVIP SL (Prosumerlab), San Sebastian, Spanien; Ingenieria Y Servicios de Automatizacion y Robotica KOMAT SL, Eibar, Spanien; EFS Gesellschaft für Hebe- und Handhabungstechnik mbH, Nordheim; Alfa Precision Casting SA, Eibar, Spanien; Woll Maschinenbau GmbH, Saarbrücken; Stichting Stodt Praktijkcentrum voor Geavanceerde Technologie (STODT), Hengelo, Niederlande; Ground Truth Robotics (GTR), Bremen

Ansprechpartner im Geschäftsbereich Robotersysteme

Dipl.-Inf. Christian Vogel
 Telefon +49 391 4090-213 | Fax +49 391 4090-93-213
 christian.vogel@iff.fraunhofer.de

Förderung

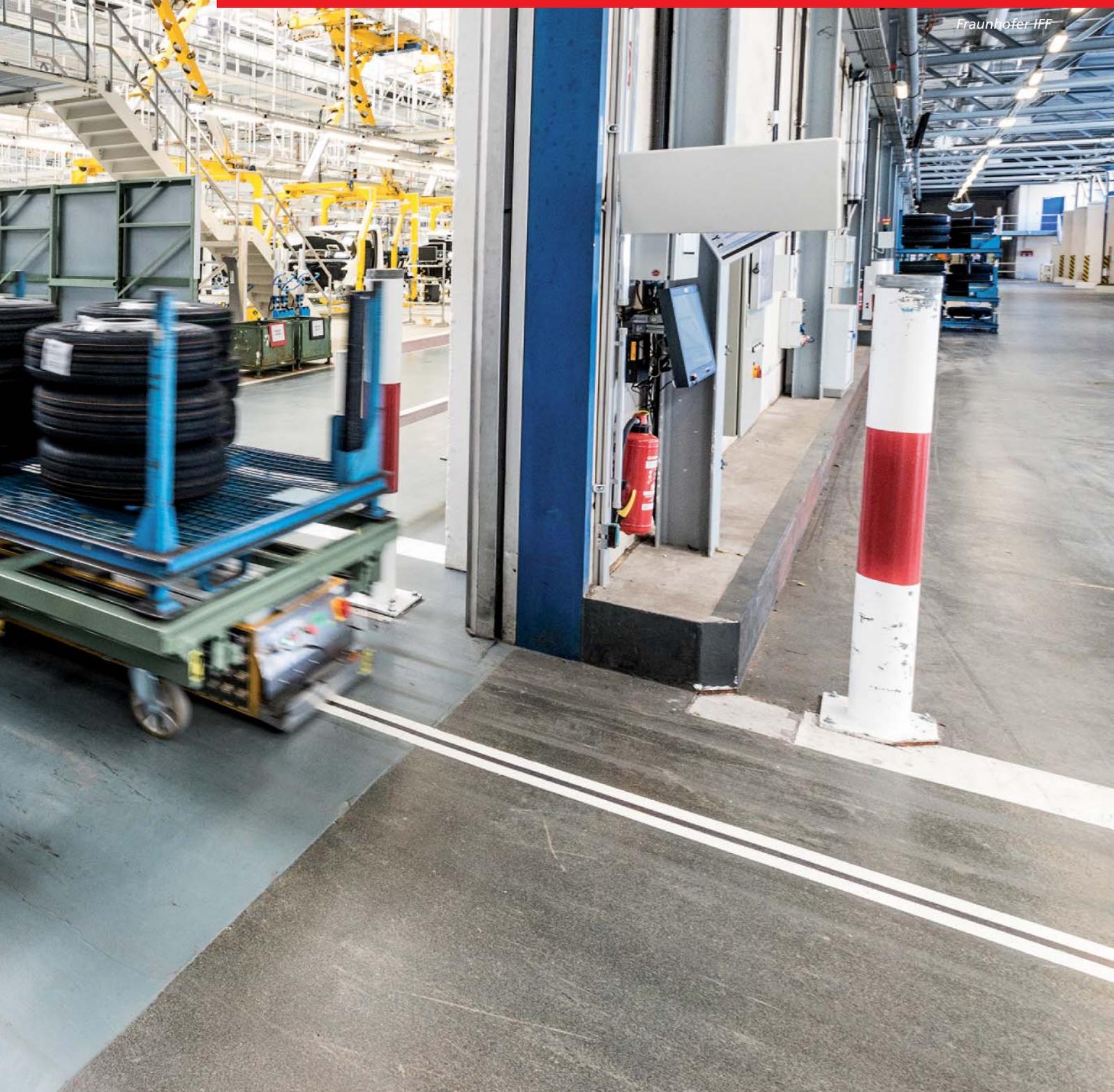
Das Projekt »FourByThree« wurde innerhalb des europäischen Rahmenprogramms für Forschung und Innovation, Horizont 2020 von der EU mitfinanziert. (Förderkennzeichen 637095)





AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGSFELDS RESSOURCENEFFIZIENTE PRODUKTION UND LOGISTIK

Um die Nachhaltigkeit und Effektivität der Produktion zu erhöhen und die Risiken in der Supply Chain zu verringern, gestaltet das Fraunhofer IFF effiziente Produktions- und Logistiksysteme. Das bedeutet unter anderem, Fabriken effizienter zu planen und zu betreiben, innovative Methoden und Technologien für die Optimierung von Versorgungs- und Produktionsprozessen zu etablieren und intelligente Energiekaskaden in der Produktion einzuführen. Für geschlossene Energie- und Stoffkreisläufe konzipieren die Forscher des Fraunhofer IFF neue Anlagentechniken, mit denen wertvolle Roh- und Reststoffe nachhaltig genutzt und wiederverwertet werden können. Als Systemdienstleister hebt das Fraunhofer IFF Effizienzpotenziale sowohl auf Unternehmensebene als auch in unternehmensübergreifenden Produktions- und Logistiknetzen.



Fraunhofer IFF



HYPERSPECTRAL AUGMENTED REALITY – EINE NEUE MENSCHLICHE WAHRNEHMUNG

Durch hyperspektrales Sehen die menschliche Wahrnehmung erweitern

Beim Kauf von Obst und Gemüse auf einen Blick »sehen«, welche Nährstoffe die Früchte enthalten oder ob diese evtl. mit schädlichen Stoffen behandelt wurden – ist das möglich? Ja, denn mit Hilfe von aufgenommenen Bilddaten aus sog. Hyperspektralkameras und den vom Fraunhofer IFF entwickelten Algorithmen und Methoden können auch solche Messobjekte in Echtzeit auf ihre stoffliche Zusammensetzung untersucht werden. Dies ist durch die HawkSpex®Mobile-Technologie des Fraunhofer IFF möglich.

Um deren Nutzbarkeit für bestimmte Anwendungen zu erhöhen, arbeitet das Fraunhofer IFF an einer Erweiterung dieser bereits verfügbaren Technologie. Durch die Nutzung der innovativen Visualisierungstechnologie, genannt Augmented Reality (AR, dt.: Erweiterte Realität), sollen die digitalen Analyseergebnisse in der für den Menschen real sichtbaren Umwelt eingeblendet werden. Die menschliche Sinnesmodalität des Sehens wird auf diese Weise digital um die hyperspektrale Dimension erweitert. Durch die computergestützte Analyse der hyperspektralen Bilddaten erhält der Mensch die neue Wahrnehmungsdimension der (bio-)chemischen Zustandsanalyse seiner Umgebung. Umgesetzt wird dies in einem neuartigen mobilen visuellen Assistenzsystem für eine anwendungsadaptive und zielgruppenspezifische Visualisierung komplexer hyperspektraler Messdaten. Im Mittelpunkt steht dabei der Mensch als Nutzer, für den eine hochkomplexe Technologie vollkommen intuitiv verwendbar wird. Die etablierten Anwendungsfelder der hyperspektralen Messtechnik in Wissenschaft und Wirtschaft bestimmen dabei die neuen Anwendungsgebiete der hyperspektralen AR.

Technologische Möglichkeiten zur Umsetzung des hyperspektralen Sehens

Bei der Umsetzung einer mobilen AR-Visualisierung ergeben sich derzeit zwei realisierbare Hardwarekonzepte. Zum einen eine tablet- bzw. smartphonegestützte Video-see-through (VST)-Lösung und zum anderen eine Optical-see-through (OST)-Realisierung unter der Nutzung einer AR-Brille. Beim VST-Prinzip wird die reale Welt durch eine Kamera erfasst, das aufgenommene Bild wird durch einen gewünschten digitalen Inhalt erweitert und auf dem Bildschirm des Tablets/ Smartphones ausgegeben. Der Nutzer schaut »durch« eine Videokamera auf seine Umgebung. Die brillengestützte (OST)-Variante verwendet ein halbdurchlässiges Display, durch das der Nutzer die reale Welt und die eingeblendeten AR-Inhalte sehen kann. Beide Konzepte besitzen Vor- und Nachteile. Die brillengestützte Visualisierung hat den wesentlichen Vorteil, dass der Mensch in seiner manuellen Interaktion mit der Um- bzw. Arbeitswelt nur minimal beeinträchtigt wird. Diese Form entspricht der immersivsten Form der AR, ist jedoch in der technologischen Umsetzung anspruchsvoller und aufgrund neuartiger, noch nicht voll ausgereifter Hardwaretechnologien eher ein Zukunftsprodukt. Bis zur vollständigen Marktreife der AR-Brillen bieten deshalb tabletgestützte Umsetzungen eine praktikable Übergangslösung.

- 1 AR-Visualisierung im Feldeinsatz in der Landwirtschaft.
- 2 AR-Brille mit montierter Matrix-Hyperspektralkamera
- 3 Visualisierung mittels hyperspektraler Messtechnik rekonstruierter verblichener Wandgemälde im Dom zu Brandenburg.



Fraunhofer IFF



Fraunhofer IFF

Unabhängig von der Visualisierungstechnologie müssen die ausgewerteten hyperspektralen Bilddaten passgenau in die reale Welt eingefügt werden. Hierzu braucht es echtzeitfähige Bildverarbeitungs- und Grafikalgorithmen für Kalibrierung, Raumverständnis, Tracking, Visualisierung, Datenfusion und Interaktion. Deshalb wurde eine Vielzahl an Algorithmen implementiert und auf ihre Anwendbarkeit hin untersucht. Ergebnis ist ein Funktionsbaukasten, der eine flexible Auslegung des visuellen Assistenzsystems je nach Anforderungen des Anwendungsfalls ermöglicht.

Bei der Umsetzung des Systems wurden bzgl. der Anordnung der Sensorik und des Visualisierungsgeräts zwei Varianten konzeptionell erarbeitet. Bei Variante 1 werden eine hyperspektrale Matrixkamera und die Visualisierungshardware fest miteinander verbunden. Die Umgebung wird auf Grundlage der spektralen Bilddaten in Echtzeit analysiert und die Ergebnisse werden dem Benutzer ad hoc visuell zur Verfügung gestellt. Bei Variante 2 erfolgen die Aufnahme der Hyperspektraldaten und die Visualisierung räumlich und ggf. auch zeitlich getrennt. Die geometrische Ausrichtung beider Systemkomponenten ist dynamisch zu bestimmen, um eine kontinuierliche Visualisierung aus dem Datenbestand der vorangegangenen Analyse zu erzeugen.

Mehrwert durch die Visualisierung mittels AR

Durch das mobile visuelle Assistenzsystem erlangt der Mensch ein biologisches und chemisches Umweltverstehen. Die direkte Kopplung von Analyseergebnis mit realer Welt auf Basis einer geeigneten Datenabstraktion und ergänzt mit einer ortsbezogenen Visualisierung erleichtert ihm das Ableiten von inhaltlichen Zusammenhängen. Die Verwendung brillengestützter AR ermöglicht dem Menschen eine freie und uneingeschränkte Interaktion mit seiner Um-/Arbeitswelt. Es entsteht eine neue Form der Mensch-Maschine-Umwelt-Interaktion für ein effektiveres Arbeiten. Die desktopgestützte Visualisierung an einem festen Arbeitsplatz wird ersetzt.

Ausblick und Motivation für eine weiterführende Forschung

Die bisher durchgeführte wissenschaftliche Arbeit zeigt die Umsetzbarkeit und das Potenzial der Visualisierung hyperspektraler Messdaten mittels Augmented Reality. Es sind weitere wissenschaftliche Arbeiten notwendig und technologische Weiterentwicklungen der verfügbaren Mess- und Visualisierungshardware (Miniaturisierung, erhöhte Rechenperformance, bessere 3D-Sensoren, Finanzierbarkeit) abzuwarten, um die Handhabung und Funktionalität des Gesamtsystems zu verbessern bzw. das Einsatzspektrum auszuweiten. Der Antrieb für eine weiterführende Forschung besteht darin, diese Technologie in einer für jedermann zugänglichen Produktlösung umzusetzen und zudem industrielle Speziallösungen zu entwickeln. Diese erstrecken sich von der Landwirtschaft über die Lebensmittelproduktion, die medizinische Diagnostik, die Archäologie bis hin zur Pflegemittel-/Kosmetikbranche.

Ansprechpartner im Geschäftsbereich Biosystems Engineering

Sebastian Warnemünde M. Sc.
 Telefon +49 391 4090-108 | Fax +49 391 4090-93-108
 sebastian.warnemuende@iff.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert
 Telefon +49 391 4090-107 | Fax +49 391 4090-93-107
 udo.seiffert@iff.fraunhofer.de



KLIMA- UND RESSOURCENSCHUTZ DURCH WISSENSVERMITTLUNG IM PRIVATWALD

Klimawandel als Herausforderung für Waldeigentümer und Risiko für die nachwachsende Ressource Holz

Der Klimawandel und seine Folgen haben erhebliche Auswirkungen auf unsere Wälder und stellen die forstlichen Akteure vor immer neue Herausforderungen. Waldeigentümer tragen die Verantwortung für ihre Wälder. Besonders Familienforstbetriebe leben seit Jahrhunderten von ihrem Wald und bewirtschaften ihn nachhaltig, um diesen als Existenzgrundlage der nächsten Generation zu übergeben. Mit großer Verantwortung für die Nachkommen und die Gesellschaft werden die Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen im Wald gleichermaßen erfüllt und ein Bewusstsein für Nachhaltigkeit in der Gesellschaft in besonderem Maße geschaffen und verankert.

Durch den Klimawandel ergeben sich für Waldeigentümer neue Risiken und Gefährdungen insbesondere aus Schadereignissen wie Stürmen, Orkanen, Hochwasser etc. mit nachfolgender Schädlingsproblematik. Sie haben erhebliche ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen. Dies verlangt von den forstlichen Akteuren ein vorausschauendes und situationsangepasstes Handeln und setzt sowohl den Transfer des in forstwissenschaftlichen Projekten gesammelten Fachwissens als auch die Verbindung dieses Wissens mit regionalen Erfahrungswerten aus der alltäglichen Praxis voraus.

Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse (FWZ) als wichtigste Organisationsformen der Waldeigentümer sind grundsätzlich geeignet, die erarbeiteten Fachinhalte kontinuierlich zu verbreiten, zu pflegen und um vorhandenes Fach- und Erfahrungswissen zu ergänzen.

Aufbau einer partizipativen Wissensplattform zum Erhalt und Schutz der Wälder

Zentrales Ziel des Vorhabens »WIKI4KoNeKKTiW« ist die Etablierung und Unterstützung der Risikovorsorge und des Risikomanagements zum Erhalt und Schutz der Wälder (Stabilisierung, Anpassung) für Privatwaldbesitzer als größte Waldbesitzergruppe und die sie vertretenden FWZ. Dieses zentrale Ziel, das im Projekt durch fünf Teilziele operationalisiert wird, orientiert sich an dem bestehenden Handlungsbedarf, wie der:

- professionellen Unterstützung der FWZ durch Wissenstransfer von Forschungsergebnissen in den forstlichen Alltag und der Zugang der Waldbesitzer auf die aufbereiteten Informationen,
- Bereitstellung und Etablierung von geeigneten Technologien, Strukturen und Prozessen für den gemeinsamen Erfahrungsaustausch,
- Optimierung der FWZ-übergreifenden Kommunikation, Koordination und Kooperation sowie der Kommunikation mit der Öffentlichkeit,
- Entwicklung eines Indikatoren- und Auswertungssystems zur Einstufung der Aussagen der durch Waldbesitzer zu erfassenden Waldzustandsinformationen sowie
- Verbreitung und dem Austausch von Best Practice-Beispielen.

In einem weitreichenden Beteiligungsprozess soll im Rahmen des Vorhabens das WALD-WIKI als fachspezifische Wissensplattform gemeinsam mit allen Praktikern erstellt sowie

1 *Fraßgeschädigte Bäume – eine Folge des Klimawandels.*

2 *Gesunder Wald – eine natürliche Ressource.*



Fach- und Erfahrungswissen einem breiten Empfängerkreis zugänglich gemacht werden. Über Verlinkungen mit anderen Angeboten unterstützt das WALD-WIKI bei der Suche nach der bestmöglichen Information und geeigneten Ansprechpartnern.

Eingesetzte Technologien und erwarteter Nutzen

Unter Anwendung moderner WEB 2.0- und Social Media-Technologien soll im Rahmen des Vorhabens der Aufbau einer offenen, partizipativ nutzbaren Wiki-Plattform erfolgen. Mit dieser Plattform, dem WALD-WIKI, soll erreicht werden, dass die Kommunikation zwischen den FWZ optimiert und die übergreifende Kommunikation mit nicht organisierten und/oder räumlich entfernten Waldbesitzern, forstlichen Unternehmen sowie anderen am Wald Interessierten unterstützt bzw. erst möglich wird. So können Informationen durch einen Bottom-up-Prozess u. a. auch direkt aus der Fläche generiert, Fachinhalte verbreitet und vorhandenes Fach- und Erfahrungswissen ergänzt werden.

WALD-WIKI soll im Ergebnis ein Werkzeug zum Aufbau von Prozessen und zur Etablierung eines Systems für die Erfassung, Generierung, den Austausch von Informationen sowie eine Anwendung zur Verbreitung und kontinuierlichen Ergänzung von Fach- und Erfahrungswissen über Klimawandel, Krisenmanagement und Transformation in Waldökosystemen zur Verfügung stellen. Im Einzelnen soll das WALD-WIKI dafür dienen:

- die FWZ und die Waldeigentümer durch Wissenstransfer professionell zu unterstützen,
- Partnerschaften zwischen FWZ zu fördern,
- Erfahrungswerte aus der täglichen Forstpraxis mit aktuellem wissenschaftlichem Fachwissen für die Praxis zu verknüpfen,
- die technische Struktur bereitzustellen und Prozesse für einen Informations- und Erfahrungsaustausch zu etablieren,
- die Kommunikation der FWZ untereinander zu optimieren,
- ein Meldesystem für den forstlichen Krisenfall (Sturmwurf, Käferkalamität, etc.) bereitzustellen,

- Best Practice-Beispiele der Forstwirtschaft vorzustellen sowie
- Möglichkeiten zur interaktiven Wissensaneignung im Sinne von E-Learning anzubieten.

Projektpartner

AGDW – DIE WALDEIGENTÜMER; Waldbesitzerverband Niedersachsen e. V.; Waldbesitzerverband Sachsen-Anhalt e. V.; Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Ansprechpartner im Geschäftsbereich Logistik- und Fabrikssysteme

Dr.-Ing. Ina Ehrhardt
Telefon +49 391 4090-811 | Fax +49 391 4090-93-811
ina.ehrhardt@iff.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Thomas Dinkel
Telefon +49 391 4090-152 | Fax +49 391 4090-93-152
thomas.dinkel@iff.fraunhofer.de

Förderung

Das Verbundprojekt »WIKI-Web2.0 für das Kompetenz-Netzwerk Klimawandel, Krisenmanagement und Transformation in Waldökosystemen« (WIKI4KoNeKKTiW) wird im Rahmen des Waldklimafonds aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestags vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

MOVE@ÖV – NEUE MOBILITÄTSDIENSTLEISTUNGEN FÜR DEN LÄNDLICHEN RAUM

Herausforderungen für die Mobilität im ländlichen Raum

Während urbane Räume einen stetigen Bevölkerungszuwachs verzeichnen, nehmen die Einwohnerzahlen in den ländlichen Gebieten Deutschlands kontinuierlich ab. Für die dort verbleibenden Menschen sind die Folgen teilweise dramatisch. Einrichtungen des täglichen Lebens wie Lebensmittelläden und Arztpraxen werden geschlossen. Dadurch werden die Wege zu solchen Versorgungseinrichtungen immer länger. Der Mobilitätsbedarf steigt. Aufgrund der immer geringer werdenden Einwohnerzahlen sinkt jedoch die Rentabilität des etablierten Mobilitätsangebots des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) immer mehr. Um einen defizitären Betrieb zu vermeiden, werden deshalb Strecken gestrichen oder Taktfrequenzen reduziert. In der Folge verschlechtert sich das Mobilitätsangebot für die Bewohner des ländlichen Raums. Die Pkw-Nutzung nimmt weiter zu, die ÖPNV-Nutzung nimmt dagegen immer weiter ab.

Infolge dieses abwärts zeigenden Trends ist absehbar, dass der ÖPNV in seiner heutigen Form mit überwiegend starren Linienformen und getakteten Verkehrsfrequenzen langfristig im ländlichen Raum kaum finanzierbar sein wird. Um der Bevölkerung im ländlichen Raum aber auch weiterhin ein ihren Bedürfnissen angepasstes Mobilitätsangebot bereitstellen zu können, sind neue Ansätze erforderlich. Neben technologischen Innovationen der fernerer Zukunft wie das autonome Fahren erscheinen vor allem Dienstleistungsinnovationen vielversprechend. Insbesondere der Vernetzung von Angeboten des klassischen ÖPNV mit öffentlichen individuell nutzbaren Verkehrsmitteln wird großes Potenzial beigemessen. Ein Konsortium aus einem ÖPNV-Aufgabenträger, einem Software-Spezialisten und zwei Forschungspartnern hat sich dieser Fragestellung angenommen.

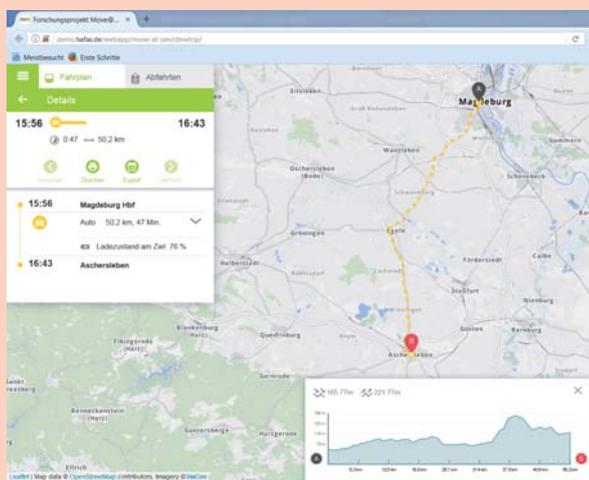
Ermittlung zukünftiger Mobilitätslösungen

Um der Komplexität der Fragen Rechnung zu tragen, wurden neben Sekundärdatenanalysen, Expertenbefragungen und Fokusgruppengesprächen auch zwei schriftliche Befragungen durchgeführt. Zudem erfolgte die Adaption eines eher für technische Dienstleistungen entwickelten Service-Engineering-Vorgehens (Modularisierung, Leistungstiefengestaltung und Systembündelung) auf Mobilitätsdienstleistungen. Dieses Vorgehen ermöglichte die Identifizierung und Ausgestaltung von drei vielversprechenden Dienstleistungsansätzen.

Um die Sicht der Unternehmen des ÖPNV bei der Methoden- und Dienstleistungsentwicklung zu berücksichtigen, wurden sie u. a. zum Einsatz flexibler Bedienformen (Anrufbus), zur Bereitschaft, mit Anbietern alternativer Mobilitätsdienstleistungen (Carsharing) zu kooperieren, und zum Einsatz von Elektrofahrzeugen befragt. Im Ergebnis ist eine vorsichtige Zurückhaltung gegenüber neuen Dienstleistungen und Fahrzeugkonzepten feststellbar. Auf die Frage, welche alternativen Mobilitätsangebote sie für das von ihnen bediente Verkehrsgebiet als geeignet bewerten, wurden lediglich die Bike & Ride- und Park & Ride-Konzepte positiv bewertet. Ehrenamtliche Bedienformen (Bürgerbus), Bike-/Carsharing oder organisierte Mitnahmedienste (Mitfahrzentralen) fanden bei den Unternehmen des ÖPNV kaum Zustimmung. Ähnlich verhält es sich mit der Elektromobilität. Sie schätzen die Hemmnisse, die gegen den Einsatz von E-Fahrzeugen sprechen, durchschnittlich höher ein als zu erwartende Chancen. Insbesondere die Investitionskosten, die Ladestellenverfügbarkeit und die Reichweite der Fahrzeuge konnten als besonders starke Hemmnisse identifiziert werden. Immerhin setzen bereits 70 Prozent der befragten Unternehmen flexible Bedienformen ein. Dabei dominiert das Konzept »Anrufbus auf Bedarfslinie«.



Streckensuche mit einem Elektrofahrzeug.



Fraunhofer IFF

Elektromobilität als Zukunftslösung im ländlichen Raum

Wie bei den Unternehmen des ÖPNV liegt auch bei den Privatanutzern ein Haupthemmnis der Elektrofahrzeugnutzung in der sog. »Reichweitenangst«. Um diesem Hemmnis zu begegnen, wurde ein Dienstleistungsmodul entwickelt, mit dem der Nutzer seinen Reiseweg hinsichtlich dessen Elektrofahrzeugeignung prüfen kann.

Ähnlich etablierter Online-Kartendienste gibt der Nutzer seinen Start- und Zielort auf einer Web-Applikation ein. Aus einer Liste hinterlegter Elektrofahrzeuge wählt er das Elektrofahrzeug aus, das er für den Reiseweg nutzen möchte. Über ein eigens entwickeltes physikalisches Modell wird fahrzeugspezifisch der Energiebedarf des Reisewegs berechnet. Im Ergebnis wird dem Nutzer dargestellt, ob er die Strecke ohne Zwischenladung fahren kann oder nicht. Das physikalische Modell berücksichtigt neben den Fahrzeugspezifika wie Gesamtgewicht, Abmessungen, Höchstgeschwindigkeit und Batteriekapazität auch aktuelle Wetterdaten (Außentemperatur, Luftdruck, Windgeschwindig-

keit und -richtung) sowie Streckenbedingungen (Steigungen, Straßentyp). Die im Rahmen der Projektlaufzeit durchgeführten Usability-Tests stimmen optimistisch, dass das pilothaft in ein Auskunftssystem des Projektpartners NASA implementierte Dienstleistungsmodul, insbesondere bei Nutzern ohne umfangreiche Elektromobilitätserfahrung, zur Reduzierung der beschriebenen Hemmnisse beitragen und damit in Kombination mit den Angeboten des ÖPNV ein Bestandteil einer zukunftsfähigen Mobilität im ländlichen Raum sein kann.

Projektpartner

NASA GmbH, Magdeburg; HaCon Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover; Technische Universität Ilmenau

Ansprechpartner im Geschäftsbereich

Logistik- und Fabrikssysteme

Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Robert Kummer M. A.
 Telefon +49 391 4090-138 | Fax +49 391 4090-93-138
 robert.kummer@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Bastian Sander, M.Sc.
 Telefon +49 391 4090-322 | Fax +49 391 4090-432
 bastian.sander@iff.fraunhofer.de

Förderung

Das Projekt »Move@ÖV« wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert. (Förderkennzeichen 02K12A177)



ASSISTENZSYSTEME ERHÖHEN DIE ARBEITSFÄHIGKEIT DER WERKER IN DER PRODUKTION

Arbeitsfähigkeit durch Industrie 4.0-Produktion erhöhen

Die Automatisierung hält immer mehr Einzug in sowohl großen als auch kleinen produzierenden Unternehmen. Doch auch in Zukunft werden sich nicht alle Produktionsprozesse wirtschaftlich automatisieren lassen. Fachkräfte, die bereit sind, im Schichtdienst zu arbeiten, sind rar. Dieses Problem gibt es in den dünn besiedelten Regionen des Südens Sachsen-Anhalts genauso wie in dem beinahe mit Vollbeschäftigung ausgestatteten Osten Baden-Württembergs. Ziel ist es deshalb, die Arbeitsfähigkeit mithilfe von Industrie 4.0-Technologien zu erhöhen und die Attraktivität von Arbeitsplätzen im Zusammenhang mit deren Automation zu verbessern. Im Rahmen des Projekts »Prädikatsarbeit« soll dies mit Hilfe der Arbeitsfähigkeit gemessen werden.

Dr. Juhni Ilmarinen entwickelte im Jahr 2001 das sog. »Haus der Arbeitsfähigkeit« mit den vier Ebenen: Individuelle Gesundheit, Kompetenzen der Beschäftigten, Arbeitsorganisation & Führung sowie Arbeitsinhalt & -umgebung. Mit seinem Workability Index (WAI) schaffte er eine Grundlage, Arbeitsfähigkeit zu bewerten und zu vergleichen. Diese Methode lässt sich in ihrer ursprünglichen Form heutzutage nicht mehr anwenden, da sie hauptsächlich nur die subjektiv empfundene physische Gesundheit des Menschen abfragt. Die Bedeutung psychischer Belastungen hat jedoch enorm zugenommen. Dies bestätigten auch Untersuchungen im Rahmen dieses Projekts, das die Auswirkungen der Digitalisierung in der Produktion auf die Arbeitsqualität und die Beschäftigungsfähigkeit in Industriebetrieben untersuchen wollte. Über Fokusgruppeninterviews mit Mitarbeitern einer Hierarchieebene wurden dazu qualitative Erhebungen vorgenommen. Die Auswertungen ergaben zudem, dass die Digitalisierung im privaten Umfeld der Mitarbeiter häufig schon selbstverständlich ist und Inter-

esse sowie Neugier besteht, diesen Trend auf das Arbeitsleben auszuweiten. Gleichzeitig möchten die Mitarbeiter nicht »gläsern« sein. Das heißt, Angebote zu Gesprächen über private Probleme oder zu sportlichen Betätigungen werden eher genutzt, wenn es keine offizielle Auswertung dazu geben wird und das Vertrauen besteht, dass Inhalte nicht weitergegeben werden.

Einführung eines Assistenzsystems in einem Unternehmen

Die Attraktivität von Arbeitsplätzen in der Kranproduktion der Liebherr-Werke Biberach soll sukzessive durch den Einsatz digitaler Assistenzsysteme gesteigert werden. Junge Mitarbeiter erwarten, dass Tablets und Datenbrillen auch in der Produktion Einzug halten. Darüber hinaus bietet der Austausch über Bilder oder sogar 3D-Modelle die Chance, Sprachbarrieren zu mildern und das Anlernen von neuen Mitarbeitern zu erleichtern. Daher arbeiten die Fa. Liebherr und das Fraunhofer IFF eng zusammen, um Informationen aus verschiedenen Bereichen dem Werker in der Halle stets aktuell zur Verfügung stellen zu können. Das dazu nötige Assistenzsystem soll über ein Tablet oder einen großen Bildschirm bedienbar sein.

Die Fa. Liebherr ist ein großes Unternehmen mit zahlreichen Softwaresystemen, die teilweise starr und schwer durch neue ersetzbar sind. Das Unternehmen war sich dessen bewusst und erneuerte deshalb nach und nach die Systeme. Parallel wurden große Teile der Daten in eine webfähige Datenbank portiert. So ist es unabhängig von dem System, das die Daten

Das Tablet als Medium für ein Assistenzsystem in der Produktion.



Fraunhofer IFF

erzeugt und verändert, möglich, diese abzugreifen und den Mitarbeitern in der Produktion zur Verfügung zu stellen. Um die Wirkung des Systems nachweisen zu können, wurden Informationen zu einem Produkt zur Verfügung gestellt, das sehr häufig produziert wird. Der erste Arbeitsplatz, der das virtuelle Werkerinformationssystem (ViWIS) testen wird, ist einer mit wenig Varianzen des produzierten Kran-Modells. Daher kennt der Werker seine Arbeitsschritte gut und wird nur wenig die Assistenz benötigen. Deshalb wird der Einsatz des ViWIS zusätzlich an einem komplizierteren Arbeitsplatz getestet. Hier werden dem Werker auftrags- und arbeitsfolgespezifisch Informationen angezeigt, z. B. welche Teile im aktuellen Schritt benötigt werden, eine 2D-Zeichnung oder ein 3D-Modell des Zwischenprodukts, die Auftragsdaten aber auch zugehörige Normen und zu berücksichtigende Qualitätsanforderungen. So stehen dem Werker alle wichtigen Informationen auf einen Blick zur Verfügung. Zukünftig wird er auch Zugriff auf das Mitarbeiterportal haben, das ihm Einblick in den aktuellen Speiseplan, auf Stellenausschreibungen und Neueinstellungen ermöglicht aber auch Einblick in seine Urlaubsplanung bietet.

Methoden zur Einführung des Assistenzsystems

Um die Wirkung des Assistenzsystems ViWIS wissenschaftlich zu prüfen, werden mehrere Mitarbeitergruppen befragt. Eine Gruppe umfasst die Mitarbeiter, die das System testen, und die zweite Gruppe ist eine Kontrollgruppe, die keinen Umgang mit dem System hat. Den Fragebogen entwickelte die SRH Fernhochschule im Rahmen des Projekts, wobei der Work-Life-Balance-Ansatz um den Aspekt der physischen und psychischen Gesundheit erweitert wird.

Der Fragebogen wurde bei der Fa. Zorn Instruments erprobt und soll zur Ausrichtung einer Unternehmensstrategie herangezogen werden. Etwa sechs Monate wird das Assistenzsystem ViWIS in der Produktion eingesetzt werden, um dann nach diesem Zeitraum die Befragung der beiden Gruppen zu wiederholen.

Parallel dazu entwickelt die DEKRA ein Konzept zur Schulung und Integration des Assistenzsystems in der Produktion. Dies soll mit Hilfe eines Mentorenprogramms erfolgen. Das bedeutet, dass in jeder Abteilung ein bis zwei Mitarbeiter eine intensivere Schulung erhalten werden. Diese Mentoren sind dann die erste Anlaufstelle für Fragen im Umgang mit dem System für die Mitarbeiter aus der selben Abteilung. Dies soll die Akzeptanz von ViWIS weiter stärken. Bereits in der Konzeptphase wurden die Mitarbeiter aktiv einbezogen und an die neue Technologie herangeführt.

Projektpartner

DEKRA Akademie GmbH, Stuttgart; Zorn Instruments, Stendal; Liebherr-Werk Biberach GmbH, Biberach an der Riß; SRH Fern-Hochschule, Riedlingen

Ansprechpartner im Geschäftsbereich Logistik- und Fabrikssysteme

Dipl.-Math. Stefanie Kabelitz
Telefon +49 391 4090-124 | Fax +49 391 4090-93-124
stefanie.kabelitz@iff.fraunhofer.de

Förderung

Das Projekt »Prädikatsarbeit« wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (Förderkennzeichen O2L14A094).



AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGSFELDS

KONVERGENTE INFRASTRUKTUREN

Die Zukunft der Energieversorgung wird nachhaltig und ökologisch sein und darauf beruhen, fossile Brennstoffe und die Kernkraft langfristig vollständig als Energielieferanten abzulösen. An ihre Stelle treten regenerative Energieträger wie Sonne, Wind und Wasserkraft aber auch Reststoffe aus der Produktion, Recyclingmaterial und vieles mehr. Damit gehen die Entwicklung neuer Speichertechnologien und immer effizienterer Anlagen für die Energiegewinnung sowie der Aufbau neuer, dezentraler und intelligenter Energieversorgungsnetze einher. Die Auswirkungen dieses Wandels auf produzierende Unternehmen sind groß. Um die neuen, komplexen Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen in und zwischen Unternehmen sowie deren Umfeld aufzubauen, bündelt das Fraunhofer IFF seine Kompetenzen in den Bereichen Produktion, Logistik, Energie sowie Informations- und Kommunikationstechnologien. Seine Forscher entwickeln intelligente Systeme für das Energiemanagement und entwerfen integrierte Produktions- und Logistiknetze, um die sichere Nutzung volatiler Energien möglich zu machen. Und mit der Entwicklung und dem Einsatz innovativer VR-Technologien unterstützen sie den Planungs- und Entwicklungsprozess von Großprojekten im industriellen und urbanen Umfeld und machen diese schon im Vorfeld für alle Beteiligten sichtbar.

Fraunhofer IFF





VORAUSSCHAUENDE INSTANDHALTUNG IN ANLAGEN DER PROZESSINDUSTRIE

Instandhaltung an Anlagen

Instandhaltung dient der Sicherung geplanter Funktionen verschiedenster Komponenten in Anlagen. Neben der Wartung und Inspektion der einzelnen Komponenten werden Funktionseinschränkungen und Fehlerzustände mittels Instandsetzung oder auch Verbesserung behoben und im Betrieb erkannte Schwachstellen werden zeitnah beseitigt. Im Rahmen dieser Betriebsmittelpflege werden häufig Maßnahmen nach Schadensfall, aktuellem Zustand oder geleisteter Betriebszeit, also intervallorientiert, durchgeführt. Durch Weiterentwicklung werden Anlagen zunehmend komplexer, wodurch allerdings auch die Ursachen von Funktionseinschränkungen schwieriger zu detektieren sind und eine Instandhaltungsplanung umzusetzen ist.

Vorausschauende Instandhaltung in der Prozessindustrie

Das Ziel des Projekts »VIPro – Vorausschauende Instandhaltung bei Bestandsanlagen der Prozessindustrie« bestand darin, Anlagenbetreibern eine Methodik bereitzustellen, die eine vorausschauende Instandhaltung ermöglicht, ohne sich in eine zu große Abhängigkeit der einzelnen Komponentenhersteller begeben zu müssen. Dadurch sollen Störungen weitestgehend vermieden, Anlagenausfälle und Funktionsbeeinträchtigungen frühzeitig erkannt, Wartungsintervalle optimal ausgelegt sowie eine höhere Anlagenverfügbarkeit und auch Wirtschaftlichkeit erreicht werden.

Den Ausgangspunkt für eine vorausschauende Instandhaltung bildet jeweils ein Bewertungsmodell für verschiedene Betriebszustände von Anlagenkomponenten. Dafür wird aus historischen Anlagendaten (z. B. Drücke, Temperaturen, Durchflüsse,

Leistungsaufnahmen, etc.) mittels Maschinellen Lernens ein Modell zur Beurteilung des Zustands der jeweils betrachteten Anlagekomponenten erzeugt und auf den aktuellen Anlagenbetrieb angewandt. So können mit den aufgezeichneten Daten bereits Tendenzen ermittelt und Abweichungen im laufenden Betrieb erkannt sowie im Idealfall Prognosen über das zukünftige Verhalten der Anlage aufgestellt werden.

Testanlage

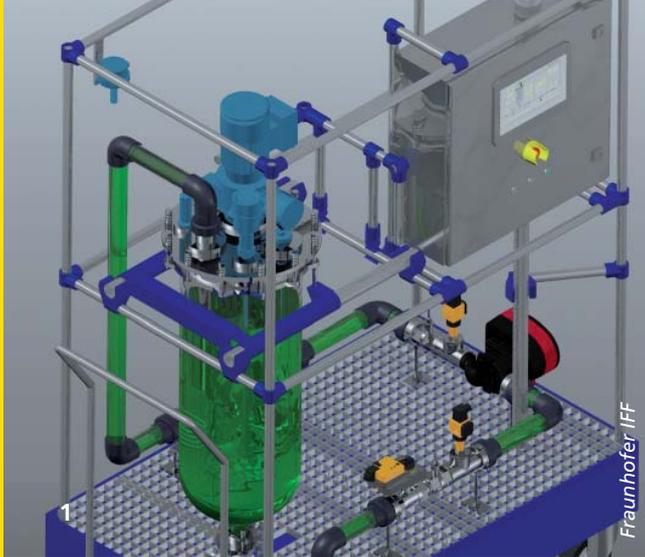
Im Rahmen des Projekts wurde eine Testanlage konzipiert und errichtet. Diese besteht im Wesentlichen aus einem Rührbehälter zur Konditionierung von Wasser und einer Pumpe, dem Herzstück und Untersuchungsobjekt, sowie aus mehreren Sensoren, Aktoren und Rohrleitungen. Durch umfangreiche Messungen verschiedener Anlagenbetriebspunkte und -betriebszustände konnte eine geeignete Datengrundlage erarbeitet und auf einem Server gespeichert werden. Als zu klassifizierende Betriebszustände der Komponente »Pumpe« wurden ein Gut- und drei Schlecht-Zustände definiert.

Maschinelles Lernen

Zum Maschinellen Lernen wurden künstliche neuronale Netze, die im mathematischen Sinne die Verknüpfung verschiedener Zustandsgrößen untereinander ermöglichen, eingesetzt. Jede Verbindung zwischen einzelnen Größen ist mit einer Gewichtung belegt, die eine Aussage über einen definierten

1 *3D-Bild der Konstruktion der VIPro-Testanlage.*

2 *Reale VIPro-Testanlage.*



Fraunhofer IFF



Fraunhofer IFF

Zustand erlaubt. Dabei kommt es zu diversen Verknüpfungen der Daten untereinander. Die Anzahl dieser Verknüpfungen kann durch die Menge und Größe der Vernetzungsschichten variieren und wird aufgabenspezifisch festgelegt.

Ein Teil der erfassten Datenmenge wird zur Erstellung des mathematischen Bewertungsmodells verwendet, um so aus einer nach Möglichkeit geringen Anzahl von Sensordaten den Betriebszustand der Komponente »Pumpe« zu berechnen. Der andere Teil der Anlagenbetriebsdaten wird für die Validierung des generierten Modells benutzt. Das resultierende Modell lässt bei der Bestimmung des aktuellen Betriebszustands der Pumpe eine Genauigkeit von ca. 99 Prozent zu.

Assistenzsystem

Um Anlagenbetreiber und -instandhalter bei ihrer Arbeit zu unterstützen, ist das Ergebnis des Bewertungsmodells in ein mobiles Assistenzsystem eingebettet. Durch eine Ampelanzeige wird hierüber der aktuelle Belastungszustand der Pumpe angezeigt. Neben dieser Zustandserkennung bietet das Assistenzsystem folgende weitere Vorteile für den Anwender und fasst diese in einer Anwendung zusammen:

- Zugriff auf ein Dokumentenmanagementsystem mit technischen Informationen, Daten und Dokumentationen der Anlage,
- Visualisierung aktueller Sensordaten der Anlage,
- Anzeige des aktuellen Abnutzungsvorrats der Komponente Pumpe und
- interaktive Anweisungen zur Behebung von Fehlerzuständen.

Das Assistenzsystem greift dabei über einen Standard-Browser auf den Server zu und stellt die Daten zur Verfügung. Dafür kann ein beliebiges internetfähiges Bedienelement (z. B. Tablet, Smartphone, etc.) verwendet werden, ohne Verwendung einer speziellen App eines Komponentenherstellers.

Projektpartner

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; Dr. Weigel Anlagenbau GmbH, Magdeburg; Kieback & Peter GmbH & Co. KG, Magdeburg; ITB – Industrietechnik Barleben GmbH, Barleben; Symacon GmbH, Barleben

Ansprechpartner im Geschäftsbereich

Prozessindustrie 4.0, Konvergente Infrastrukturen

Dipl.-Ing. Andreas Lehwald
 Telefon +49 391 4090-340 | Fax +49 391 4090-93-340
 andreas.lehwald@iff.fraunhofer.de

Michael Opitz B. Eng.
 Telefon +49 391 4090-359 | Fax +49 391 4090-93-359
 michael.opitz@iff.fraunhofer.de

Biosystems Engineering

Dr.-Ing. Andreas Herzog
 Telefon +49 391 4090-767 | Fax +49 391 4090-93-767
 andreas.herzog@iff.fraunhofer.de

Förderung

Das Projekt »VIPro – Vorausschauende Instandhaltung bei Bestandsanlagen der Prozessindustrie« wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) und des Landes Sachsen-Anhalt finanziert (Projektnummer 1504/00017).



HIER INVESTIERT EUROPA
 IN DIE ZUKUNFT UNSERES LANDES.
www.europa.sachsen-anhalt.de

ENERGETISCHE BERATUNG IM ENERGIEEFFIZIENZ-NETZWERK EINES CHEMIEPARKS

Erfahrungsaustausch von Fachexperten zum optimalen Ergebnis

Die besten Ideen entstehen im Team. Wenn es um Themen wie Wärmerückgewinnung, Optimierung von Energieflüssen oder Einsatz hocheffizienter Querschnittstechnologien geht, bieten Energieeffizienz-Netzwerke den richtigen Rahmen.

Eine fortlaufende Optimierung des Energieeinsatzes in Industrieunternehmen, deren Energieverbrauch rund ein Drittel des Primärenergieträgereinsatzes in Deutschland erfordert, führt zu einer geringeren Umweltbelastung, ist ressourcenschonend und senkt über kurz oder lang auch die Energiekosten am Standort.

Ziel der Energieeffizienz-Netzwerke ist der Erfahrungsaustausch von Energieexperten untereinander, die Nutzung von Synergieeffekten und der Wissensaufbau für das eigene Energiemanagementsystem. Parallel dazu wird für jedes Unternehmen eine Initialberatung zusammen mit dem Energieberater-Team des jeweiligen Netzwerks durchgeführt, um neue Effizienzpotenziale zu identifizieren und im Nachgang umzusetzen. Den Anstoß dafür hat der Nationale Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) der Bundesregierung gegeben, der u. a. die Gründung von bundesweit 500 Effizienz-Netzwerken bis 2020 und eine Gesamteinsparung von 75 Mio. PJ Primärenergie vorsieht.

Das Energieeffizienz-Netzwerk des Chemieparks Bitterfeld-Wolfen

Das Energieeffizienz-Netzwerk des Chemieparks Bitterfeld-Wolfen startete am 23. Mai 2016 mit neun Netzwerkpartnern und der enviaTHERM GmbH, dem Energieversorger und Netzbetreiber des Chemieparks als Konsortialführer. Als energietechnische Berater unterstützen die Experten des Fraunhofer IFF die Partner im Rahmen der Netzwerkarbeit. Die Beratungstätigkeit verfolgt dabei das Ziel, Effizienzpotenziale in den unterschiedlichen Produktions- und Energiewandlungsprozessen, die für die Unternehmen der Prozessindustrie charakteristisch sind, zu identifizieren.

Um diese Energieeinsparungs- und Effizienzpotenziale ermitteln zu können, werden einzelne Maßnahmen auch hinsichtlich der technischen und ökonomischen Umsetzung mit Machbarkeitsstudien und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen untersucht. In der Folge ergeben sich dann auch weitere Planungs- und Unterstützungsschritte für das Fraunhofer IFF im Rahmen der Maßnahmenrealisierung.

Gemeinsam hat sich das Netzwerk das Ziel gesetzt, insgesamt 6,4 GWh während der Netzwerklaufzeit durch Umsetzung unterschiedlichster Maßnahmen einzusparen und somit einen wichtigen Beitrag zu den Klimazielen der Bundesregierung Deutschland zu leisten.

*4. Netzwerktreffen bei dem
Projektpartner Akzo Nobel
Industrial Chemicals GmbH in
Bitterfeld-Wolfen.*



Netzwerkphasen auf der Basis von LEEN-Netzwerken

Das Energieeffizienz-Netzwerk des Chemieparks Bitterfeld-Wolfen verwendet die Vorgehensweise bzw. die Struktur für Lernende Energieeffizienz-Netzwerke (LEEN-Netzwerke). Einen Schwerpunkt bilden hierbei die regelmäßigen Netzwerktreffen, die an unterschiedlichen Standorten stattfinden.

Jedes Netzwerktreffen beinhaltet eine kurze Vorstellung des Energiemanagementsystems des gastgebenden Unternehmens, eine Betriebsbegehung, den Erfahrungsaustausch im Netzwerkteam und ein bis zwei Fachvorträgen durch externe Referenten.

Zur besseren Vorbereitung der Netzwerktreffen ist ein mehrseitiger Themenkatalog entstanden, der unterschiedliche Fachthemen beinhaltet und durch die Interessen der Netzwerkpartner priorisiert wird. Neue Themen können jederzeit hinzukommen bzw. konkretisiert werden.

Die generelle Vorgehensweise für jeden Netzwerkpartner beinhaltet die Maßnahmenidentifikation durch den Berater, die Bewertung des Einsparungspotenzials und gegebenenfalls eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, auf deren Grundlage dann gemeinsam mit dem jeweiligen Netzwerkpartner eine Priorisierung der Maßnahmen erfolgt.

Wenn vom Netzwerkpartner beauftragt, erfolgt dann eine Unterstützung bei der Planung der Maßnahmenrealisierung, ggf. auch mit einer wissenschaftlichen Begleitung bei der Umsetzung der jeweiligen Maßnahme über die Inbetriebnahme hinaus, um auch die entsprechende Auswirkung der Effizienzmaßnahme belegen zu können.

Projektpartner

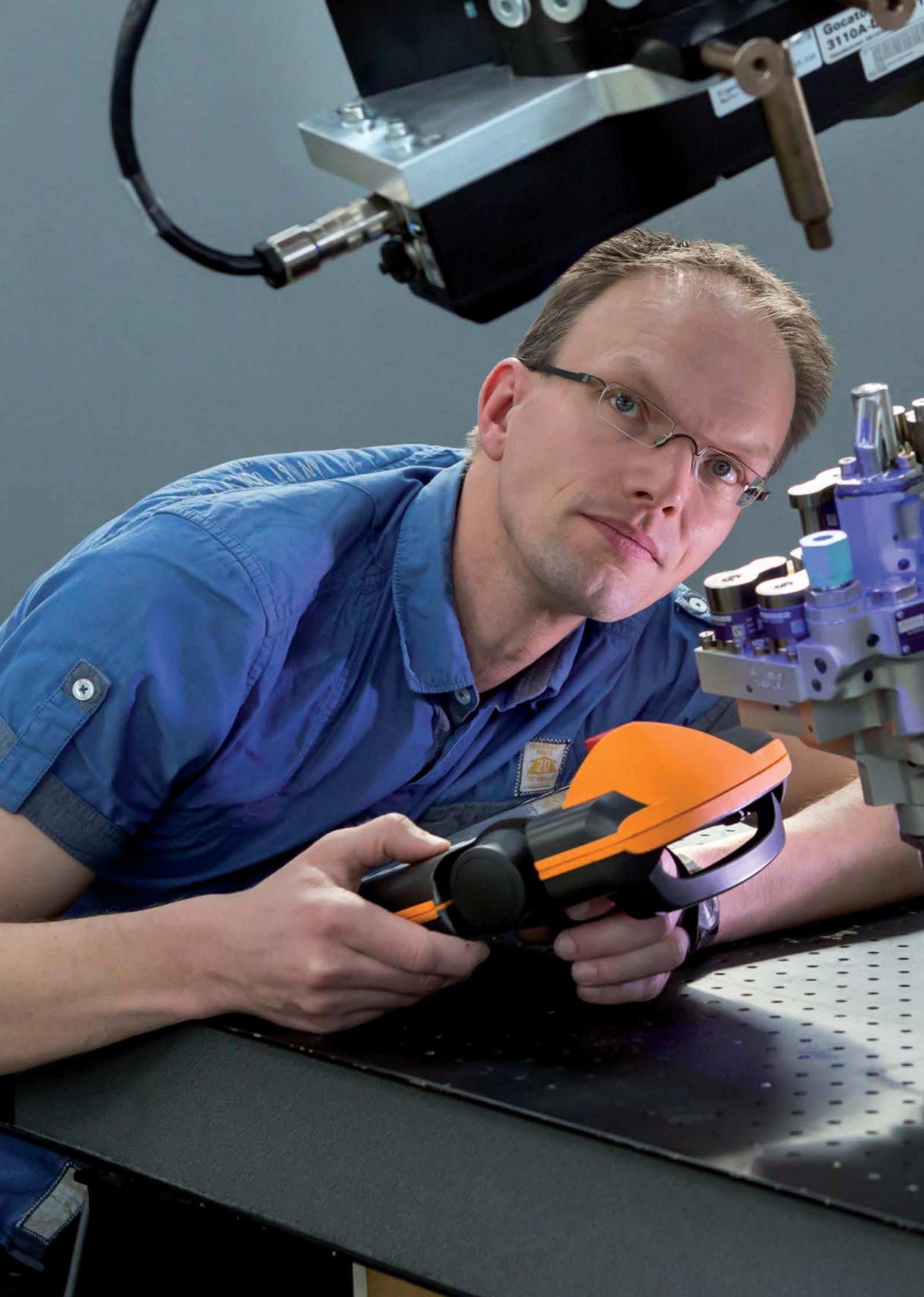


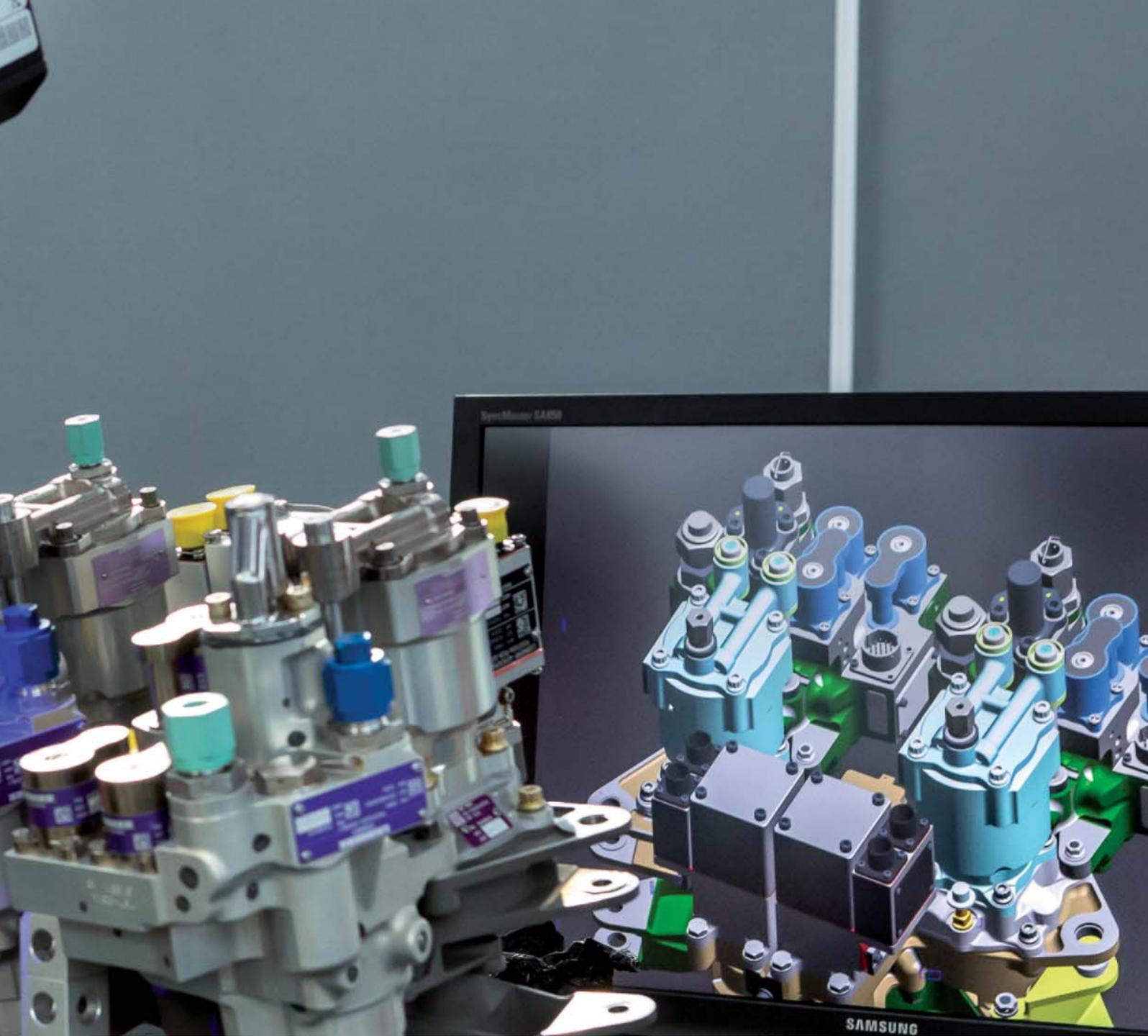
envia THERM GmbH, Akzo Nobel Industrial Chemicals GmbH, Bayer Bitterfeld GmbH, Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG, Island Polymer Industries GmbH, Allnex Resins GmbH, ORGA-NICA Feinchemie GmbH Wolfen, EVIP GmbH, alle Bitterfeld-Wolfen; Trevira GmbH, Guben

Ansprechpartner im Geschäftsbereich Konvergente Infrastrukturen

Dr. Matthias Gohla
Telefon +49 391 4090-361 | Fax +49 391 4090-93-361
matthias.gohla@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing.-Inf. Alexander Pelzer
Telefon +49 391 4090-356 | Fax +49 391 4090-93-356
alexander.pelzer@iff.fraunhofer.de





AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE DES FORSCHUNGSFELDS DIGITAL ENGINEERING UND INDUSTRIE 4.0

Die Digitalisierung und die Industrie 4.0 gelten als das Zukunftsmodell der deutschen Wirtschaft. Tatsächlich wären Entwicklung und Produktion in der Industrie schon heute ohne die Verwendung digitaler Technologien kaum mehr wettbewerbsfähig. Mit Hilfe des Digital Engineering können die digitalen Konstruktionsdaten eines Produkts auf allen Stufen seines Entwicklungs- und Produktionsprozesses genutzt werden. So führt es zu besseren und sicheren Produkten, einer Beschleunigung der Abläufe, der Schonung von Ressourcen und nachhaltigen Kostensenkungen. Doch jedes Unternehmen ist einzigartig. Deswegen braucht es auch stets einzigartige Lösungen für eine Digitalisierung seiner Prozesse und die Einbindung in unternehmensübergreifende Netzwerke.

Branchenunabhängig erarbeitet das Fraunhofer IFF Lösungen, die bei der interdisziplinären Zusammenarbeit neue Formen und Ausprägungen der organisatorischen, semantischen und technischen Interoperabilität bieten. Diese Forschungen und Entwicklungen sind stets anwendungsspezifisch und individuell auf den Kunden zugeschnitten. Sie bieten dem Unternehmen damit einen entscheidenden Wettbewerbs- und Wissensvorsprung.



MODULARES ASSISTENZSYSTEM FÜR DEN BETRIEB KOMPLEXER MASCHINEN UND ANLAGEN

Herausforderungen aufgrund zunehmender Digitalisierung in der Produktion

Maschinen und Anlagen sollen möglichst flexibel sein, um sowohl tolerant gegenüber Qualitätsschwankungen bei Rohstoffen als auch schnell auf neue Produkte umrüstbar zu sein. Durch die Datenbereitstellung von Maschinen und Anlagen und die zunehmende Datenverarbeitung sollen diese Ziele erreicht werden.

Klassisch erfolgt die Datenverarbeitung durch die Maschinensteuerung. Sie nimmt Sensordaten auf und steuert die Anlage so, dass möglichst ein ideales Fertigungsergebnis erzielt wird. Den Unternehmen wird zunehmend bewusst, dass die Daten einer Anlage ebenfalls Teil ihres Fertigungsergebnisses sind. Deren Aus- und Verwertung ermöglicht u. a. die Optimierung der Produktion, die Unterstützung der geforderten Flexibilität, neue Geschäftsmodelle oder auch die gezieltere Betriebsführung einer Anlage.

Bei einer Störung im Betrieb ist Eile geboten. Das Finden der Störungsursache erfordert Detailwissen und Erfahrung der Instandhalter. Der direkte Zugriff auf relevante Informationen vor Ort in einer solchen Situation spart Zeit und Geld. Der Instandhalter benötigt Zugriff auf relevante Dokumente der Anlagenkomponenten, Erfahrungswissen früherer Störungen und Zustandsinformationen der Anlage. Der gezielte Zugriff erfolgt über Assistenzsysteme. Die generelle Verfügbarkeit digitaler Informationen hängt jedoch davon ab, inwieweit Firmenprozesse digital erfolgen. Digitale Assistenzsysteme waren daher bisher häufig firmenspezifische Sonderlösungen.

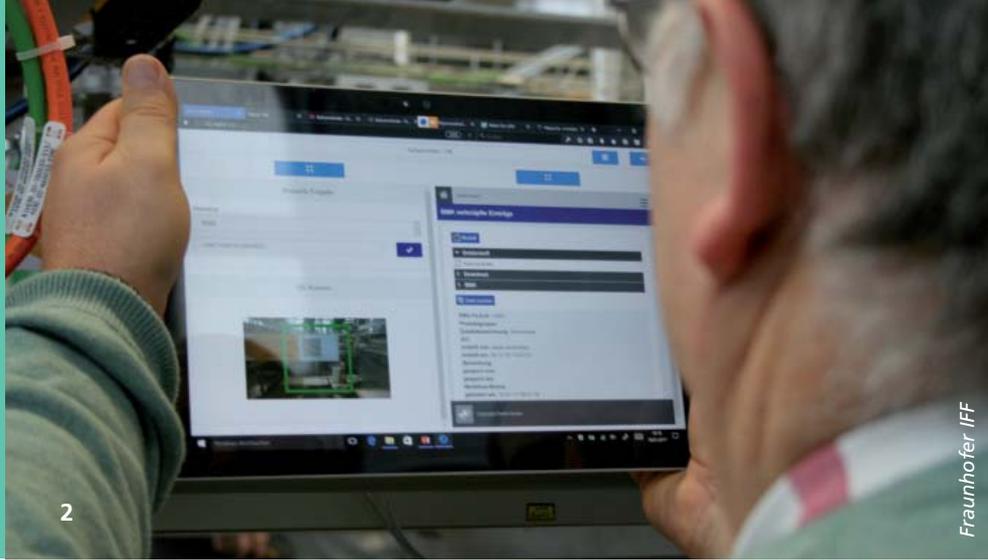
Entwicklung eines modularen Assistenzsystems

Im Projekt »ASSIST« wurde ein modulares Assistenzsystem zur Unterstützung des Anlagenbetriebs entwickelt. Durch diese Lösung kann das Assistenzsystem flexibel aus Modulen zusammengestellt und flexibel an den Digitalisierungsgrad der Unternehmen angepasst werden.

V-ASSIST besteht aus einem Server- und einem Anwendungssystem. Das Serversystem verbindet vorhandene Informationssysteme. Eine wesentliche Informationsquelle sind die Sensordaten der Anlage, die über deren Steuerung bereitgestellt werden. Aus Sicherheitsgründen ist eine strikte Trennung der Anlagen von anderen Netzwerken häufig erforderlich. Für das Serversystem besteht daher kein Cloudzwang. Es ist vorgesehen, dass das Serversystem primär an einem anlagennahen PC ohne weiteren Internetzugriff betrieben werden kann.

Das Anwendungssystem wurde mit Web-Technologien entwickelt. Es ist geräteunabhängig und kann vom Instandhalter mit jedem Web-Browser genutzt werden. Server- und Anwendungssystem bestehen aus voneinander unabhängigen Modulen. Die Informationsbereitstellung erfolgt datengetrieben. Tritt beispielsweise eine Störung an der Anlage auf, wird diese Störung vom Serversystem in ein neutrales Zwischenformat übersetzt und an das Anwendungssystem übermittelt. Das Anwendungssystem erfragt eine geeignete Web-Oberfläche zur Darstellung der Daten. Oberflächenmodul und Information werden im Moment der Anzeige zusammengeführt.

- 1 V-ASSIST mit einer Auswahl von Modulen.
- 2 Informationen zu Anlagenteilen bequem über ein elektronisches Typenschild beziehen.

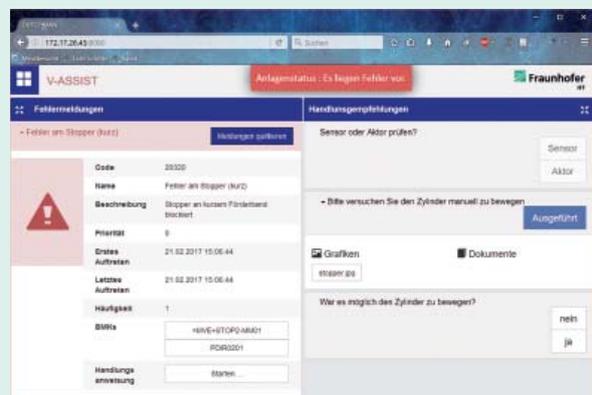


Nutzungsmöglichkeiten des Assistenzsystems in der Produktion und Sicherheitsaspekte

Aufgrund der agentenorientierten Architektur kann V-ASSIST flexibel um zusätzliche Module erweitert werden. So können serverseitig z. B. neue Informationssysteme integriert werden und anwenderseitig können neue Oberflächenmodule mit Grundkenntnissen der Web-Entwicklung selbstständig bereitgestellt werden. Bei integrierten Informationsmodulen ermöglicht das neutrale Zwischenformat den direkten Zugriff auf Informationen verschiedener Datenquellen. V-ASSIST ist gekennzeichnet durch eine schnelle Bereitstellung von Assistenzfunktionen, es ist auf einen Anlagenbetrieb ausgerichtet. Hierbei werden zahlreiche verschiedene Module für die Anlagenanbindung, z. B. zur Erfassung von Erfahrungswissen, zur Bereitstellung von Checklisten und Handlungsanweisungen sowie die Abfrage anlagenteilbezogener Sensordaten genutzt. Für die Bereitstellung von Sensordaten besteht die Möglichkeit, die Sensordaten anlagennah in einer Datenbank zu speichern. Dies erlaubt den Zugriff über das Assistenzsystem auch auf historische Anlagen und die Analyse der Daten zur Betriebsoptimierung. Da es möglich ist, die Sensordaten in Echtzeit zu bewerten, können diese als Softsensoren aus einfachen Regelwerten, die mehrere Sensor- und Schwellenwerte nutzen, oder aus komplexen maschinellen Verfahren stammen, genutzt werden.

Die Lösung berücksichtigt viele Sicherheitsbedenken von Unternehmen. Zum einen besteht kein Cloudzwang, sodass das System lokal im Anlagenbereich betrieben werden kann. Des Weiteren werden Informationen und die zur Anzeige benötigten Oberflächen bedarfsbezogen zur Verfügung gestellt. Auf den verwendeten Ausgabegeräten werden somit keine Daten gespeichert und sie sind funktionslos ohne die Verbindung zum Serversystem, sodass das Know-how der Unternehmen geschützt bleibt, wenn das Ausgabegerät aus dem Firmenumfeld entfernt wird.

Bei Störungen werden alle Informationen inkl. bekannter Lösungsschritte angezeigt.



Ansprechpartner im Geschäftsbereich Virtual Engineering

Dr. Simon Adler
 Telefon +49 391 4090-776 | Fax +49 391 4090-93-776
 simon.adler@iff.fraunhofer.de

Förderung

Dieses Vorhaben wurde im Rahmen der Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Einzel-, Gemeinschafts- und Verbundprojekten im Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsbereich (FuE-Projekt ASSIST, Zuwendungsbescheid-Nr. 1504/00010) vom Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes und dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert und von der Investitionsbank Sachsen-Anhalt betreut.



MODELLBASIERTE AUTOMATISIERUNG VON PROZESSANLAGEN

Entwurf, Planung und Inbetriebnahme von Prozessanlagen

Grundlage für die Automatisierung von Prozessanlagen sind Rohrleitungs- und Instrumenten (R&I)-Schemas. Diese enthalten alle relevanten Informationen über geplante Komponenten, deren Verrohrung und Kennzeichnung sowie über spätere Abläufe. Jedoch obliegt die Interpretation von Zugehörigkeiten und Abhängigkeiten dem Betrachter des R&I-Schemas. Aufgrund der unzureichenden Formalisierung, insbesondere bei Steuerungsfunktionen, kann das zu Mehrdeutigkeiten und Missverständnissen führen.

Eine typische Herangehensweise bei einer simulationsbasierten Steuerungsinbetriebnahme ist dagegen die Beschreibung der physikalischen Effekte des Anlagenverhaltens als »virtuelle Anlage« in Form von Differenzialgleichungen sowie die Implementierung der Steuerungslogik als Steuerungscode. Die echte Steuerung wird an das Modell angekoppelt. In der Interaktion von Modell und Controller entsteht ein virtuelles Abbild des Anlagenverhaltens, ein sog. »Digitaler Zwilling«. Diese Methode allein eignet sich jedoch während der Entwurfsphase nur sehr begrenzt für den Entwurf und die Planung von Funktionen.

Entwicklung einer Methode zur schnellen und zielgerichteten Umsetzung von Projekten in der Prozessindustrie

Am Fraunhofer IFF sollte eine neuartige Methodik inklusive der dafür nötigen Softwareschnittstellen entwickelt werden, die Automatisieren einer Prozessanlage zur Verfügung gestellt wird, um mit Auftraggebern Soll-Funktionen der Anlage zu diskutieren, strukturiert digital festzuhalten und zu verwalten.

Voraussetzungen für die neue Methode

Da es zum Transfer der benötigten Informationen aus den üblichen Engineering-Systemen kein ausreichend offenes Übergabeformat gibt, wird hierfür die Programmierschnittstelle der Planungssysteme genutzt. Als Referenzimplementierung dient ein Exporter aus EngineeringBase der Aucotec AG. Diese Export-Schnittstelle erlaubt es, Eigenschaften wie physikalische Kennwerte aber auch Orts- und Funktionsbeziehungen der Betriebsmittel direkt abzurufen und eindeutig den Elementen der R&I-Zeichnung zuzuordnen.

Grundlage der Ablaufspezifikation ist das R&I-Schema, an dem die Aktionen und deren Effekte direkt beschrieben werden. Die Verwaltung der Aktionen erfolgt in Form von Sequenzen, die jeweils verschiedene Module, Betriebszustände (z. B. startend, aktiv, etc.) adressieren. Jede Sequenz und die darin befindlichen Aktionen sind kommentierbar, damit ihre Rolle im späteren Gesamtsystem beschreibend festgehalten werden kann.

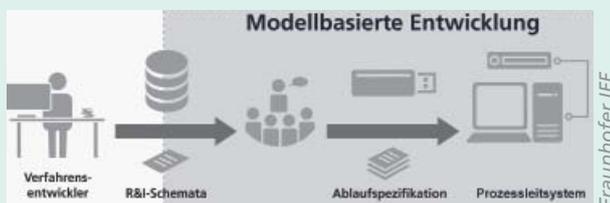
Modellierung des Anlagenverhaltens

Die Beschreibung von Anlagenverhalten kann in Form von Modellen in einer der vielen auf dem Markt verfügbaren Simulationsumgebungen erfolgen. Die Modellierung von Verhalten in Simulationsprogrammen ist typischerweise die Festlegung von Bilanzgleichungen und erfolgt damit sehr nah an dem eigentli-

Prozessanlagen können modellbasiert effizient entwickelt werden.



Workflow bei der modellbasierten Planung von Schrittketten für Prozessleitsysteme.



chen physikalischen Wirkmechanismus. Für Automatisierung von Prozessanlagen stellt diese Aufgabe jedoch aufgrund fehlenden Detailwissens eine sehr große, meist unüberwindbare Herausforderung dar. Eine Lösung dafür bietet die Beschreibung von Anlagenverhalten durch Modellfunktionen.

Bei der Modellfunktionsbeschreibung werden die durch Struktur und Aufbau der Anlage hervorgerufenen physikalischen Effekte gemeinsam mit der Steuerungssequenz zeitorientiert hinterlegt. Grundlage für die Spezifikation ist eine Hypothese für die Startwerte, d. h., für alle Sensoren und Aktoren werden die Ausgangsbedingungen der Sequenz manuell festgelegt (z. B. Temperatur erhöht sich über die Abschaltgrenze). Wird nun der Wert eines Aktors innerhalb der Sequenz verändert, muss zu jeder Aktion eine Liste der zeitlichen Verläufe der beeinflussten Sensorwerte beschrieben werden (= Effekte). Dies kann sehr einfach durch Mausklick auf einem X-t-Diagramm erfolgen.

Mit solchen Modellfunktionen werden auf der Grundlage von Erfahrungswissen die Prozessabläufe so weit hinterlegt, dass das Verhalten der Sequenz direkt am R&I-Schema dargestellt werden kann.

Anwendbarkeit der Methode

Durch die Methode der Ablaufspezifikation und die Anlagenmodellierung auf Basis von Modellfunktionen können sowohl das anvisierte Verhalten der Steuerung (Sequenz) als auch die physikalischen Effekte der Prozessanlage direkt am R&I-Schema einfach eingegeben und in das Steuerungssystem übernommen werden. Das System ist für beliebige Prozessleitsystem (PLS)- bzw. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)-Umgebungen offen, was die vielfache Nutzung der Software bei mittelständischen Anwendern möglich macht.

Ansprechpartner im Geschäftsbereich Virtual Engineering

Dipl.-Inform. (FH) Matthias Kennel
 Telefon +49 391 4090-104 | Fax +49 391 4090-93-104
 matthias.kennel@iff.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Tamás Juhász
 Telefon +49 391 4090-206 | Fax +49 391 4090-93-206
 tamas.juhasz@iff.fraunhofer.de

Förderung

Die Forschungsarbeiten wurden im Rahmen der FuE-Richtlinien (FuE-Projekt ErSiAn, Zuwendungsbescheid-Nr. 1504/00016) vom Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt und des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert und von der Investitionsbank Sachsen-Anhalt betreut.





AKTIVE ORTHESE ZUR REHABILITATION NACH KNIEGELENKOPERATIONEN

Methoden zur Rehabilitation von Kniegelenken

In Deutschland treten laut Statistischem Bundesamt ca. 100 000 Knieverletzungen pro Jahr auf. Eine Kreuzbandruptur beeinträchtigt die berufliche Leistungsfähigkeit, die Lebensqualität und die Sozioökonomie der betroffenen Person. Weitere Schäden, die bei einer Nichtbehandlung entstehen können, sind Meniskus- und Knorpelschäden sowie eine Degenerierung des Kniegelenks.

Derzeit finden unterschiedliche Behandlungsmöglichkeiten Anwendung: eine konservative, bestehend aus einer Physiotherapie kombiniert mit dem Tragen einer stützenden Knieorthese, sowie eine operative, bei der die körpereigenen Sehnen transplantiert werden.

Aktive Orthesen stellen in diesem Zusammenhang eine neue Entwicklung dar, um die Rehabilitation möglicherweise »automatisieren« zu können. Vergleichbare Prinzipien werden z. B. für die Bewegung der unteren Extremitäten in Exoskeletten und zweibeinigen Robotern eingesetzt.

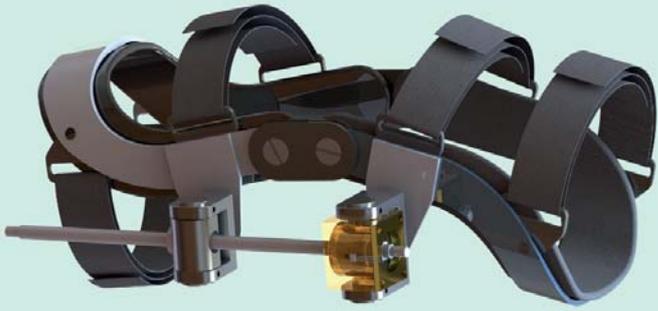
Aktive Orthesen können den physischen Trainingsaufwand eines Therapeuten verringern, indem intensive, repetitive Bewegungen übernommen werden und so die Kosten für die Therapie verringert werden können. Zudem kann die motorische Erholung der Muskeln durch Messung von Kraft und Bewegung des Knies abgeschätzt werden und potenziell im täglichen Leben Aktivitäten unterstützen. Das bedeutet, dass die Exoskelette und aktiven Orthesen die erforderliche Kraft für die Bewegungsausführung anwenden können. Diese Eigenschaft erlaubt es dem Patienten, in der Rehabilitation aktiv teilzunehmen und in diesem Prozess bessere Ergebnisse zu erzielen.

Beschleunigung des Rehabilitationsprozesses

Ziel des Projekts war es, neue effizientere und gleichzeitig preiswerte Technologien bzw. Rehabilitationsmethoden auf Basis von aktiven Orthesen zu erforschen und prototypisch umzusetzen. Diese sollten möglichst kompakt und mobil sein, damit sie in häuslichen Umgebungen eingesetzt und die sich daraus ergebenden Vorteile (häufige Anwendung, Patient bestimmt Zeit und Intensität selbst) optimal ausgeschöpft werden können. Damit sollte für die betroffenen Personen die schnelle Wiedererlangung und Unterstützung ihrer aktiven Lebensweise sowie die zeitnahe Wiedereingliederung in den Beruf ermöglicht werden.

Im Rahmen dieses Projektes sollte eine neuartige, universelle, aktiv betriebene Orthese entwickelt werden, die zur Unterstützung von Maßnahmen der Rehabilitation und zur alltagstauglichen funktionalen Kompensation von Bewegungsstörungen eingesetzt werden kann.

- 1 CAD-Modell des menschlichen Kniegelenks.
- 2 Prototyp der aktiven Knieorthese.
- 3 Kraftgeregelter linearer Antrieb für eine aktive Knieorthese.



2

Fraunhofer IFF



3

Fraunhofer IFF

Adaption eines Kraftreglers aus der Robotik

Heutzutage ist der »Series Elastic Actuator (SEA)« weit verbreitet und gilt als Standardlösung in der Robotik sowie für Systeme, die auf eine Kraftregelung fokussiert sind. Die Verwendung von SEA in aktiven Orthesen bedeutet jedoch, zusätzliche Bedingungen für die Sicherheit und die dynamischen Eigenschaften zu berücksichtigen. Der verwendete SEA sollte die folgenden Funktionen besitzen:

- leichte aber gleichzeitig robuste und stabile Konstruktion
- großer Kraftbereich
- hoher Dynamikbereich
- Gewährleistung menschlicher Bewegungen
- sichere Betriebsweise

Die Empfindlichkeit und die Genauigkeit eines Aktuators sind die Schlüsselfaktoren für einen Prototyp einer aktiven Knieorthese. In einer Rehabilitation sind diese Qualitäten notwendig, um die Effektivität der Behandlung zu gewährleisten. Die Experten des Fraunhofer IFF haben deshalb einen neuen Prototyp eines linearen Antriebs entwickelt, der aus einem Elektromotor, einer flexiblen Welle und einem Kugelgewindetrieb besteht. Die Regelung des Systems erlaubt eine Durchführung von aktiven und passiven Therapiemaßnahmen.

Qualifizierung von passiven Orthesen und Ergänzung mit einem Kommunikationssystem

Im Rahmen des Projekts »ReAktiv« wurde ein neuartiger kraft geregelter Aktor für den Einsatz in bisher passiven Orthesen mit Erfolg entwickelt und untersucht. Der lineare Aktor wurde in die passive Knie-Orthetik entsprechend der Therapiebedingungen integriert. Die Informationstechnologien wurden im Kontext aktiver Knieorthesen untersucht und integriert sowie mit dem Reha-Prozess gekoppelt. Hierzu wurden Technologien zur Beobachtung und Kontrolle des Patientenzustands (EMG, Kniewinkel) und des Therapie- bzw. Rehabilitationsverlaufs in

Echtzeit sowie offline konzipiert und in einem Datenlogger umgesetzt. Das Kommunikationssystem ermöglicht einen Zugang zu den Therapiedaten von Patienten, um den Rehabilitationsprozess bewerten zu können.

Ansprechpartner im Geschäftsfeld Virtual Engineering

Dr.-Ing. Andriy Telesh
 Telefon +49 391 4090-230 | Fax +49 391 4090-93-250
 andriy.telesh@iff.fraunhofer.de

Förderung

Diesem Beitrag zu Grunde liegenden Arbeiten wurden im Rahmen der FuE-Richtlinien (FuE-Projekt ReAktiv, Zuwendungsbescheid-Nr. 1504/00012) vom Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes und des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert und von der Investitionsbank Sachsen-Anhalt betreut.



AUSGEWÄHLTE PROJEKTBERICHTE

FRAUNHOFER IFF INTERNATIONAL

Das Fraunhofer IFF ist eine international agierende Forschungseinrichtung. Seine Mitarbeiter sind beratend tätig und entwickeln und betreiben gemeinsam mit in den jeweiligen Ländern ansässigen Unternehmen und Institutionen Entwicklungs- und Forschungsprojekte im Rahmen der Themenfelder des Fraunhofer IFF.

Für seine Aktivitäten in Asien unterhält das Institut eine eigene Außenstelle in Bangkok, Thailand. Sie ist Anlaufstelle für potenzielle Kunden vor Ort und zugleich eine feste Brücke zu den lokalen asiatischen Märkten.

Fraunhofer IFF







FORSCHUNGSKOOPERATION ELEKTROMOBILITÄT ELECTRIC VEHICLE INITIATIVE THAILAND

Strategische Planung von E-Mobilität in Thailand

Der Aufbau der Automobilindustrie in Thailand begann in den 1960er Jahren. Unterstützt durch diverse Regierungsprogramme (Förderung der ausländischen Direktinvestitionen, Exportförderung, Steueranreize etc.) hat sich Thailand zum größten Automobilproduzenten der ASEAN-Region entwickelt.

Im Ergebnis der Überarbeitung der Investitionsstrategie des »Board of Investments/BOI« sowie des »Foreign Business Act« liegt der heutige Fokus stärker auf der Förderung von High-tech-Investitionen, der Erhöhung der Wertschöpfung sowie dem Ausbau des FuE-Anteils. Zentrales Ziel ist es, Thailand aus der sog. »Middle Income Trap« herauszuführen.

Auch der Elektromobilität wird eine besondere Bedeutung beigemessen. Bereits im Jahr 2015 hat die thailändische Regierung ein strategisches Entwicklungsprogramm zur Förderung der E-Mobilität initiiert und vorgestellt. Langfristiges Ziel ist es, Thailand als regionalen Hub für die Produktion von Elektrofahrzeugen in der ASEAN-Region zu etablieren. Laut des nationalen »Energy Efficiency Plans (2015 – 2036)« sollen im Jahr 2036 rd. 1,2 Mio. Elektrofahrzeuge auf Thailands Straßen rollen.

Vor diesem Hintergrund hat sich die thailändische Regierung, vertreten durch die National Science Technology and Innovation Policy Office (STI), entschlossen, die Expertise, Erfahrung und Kompetenz der Fraunhofer-Gesellschaft auf dem Sektor der E-Mobilität für die Umsetzung der nationalen EV-Transformationsstrategie zu nutzen und auf Basis von gemeinsamen Kooperationsvorhaben langfristig umzusetzen. Forschungspartner ist hierbei neben dem Fraunhofer IFF auch das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte

Materialforschung (IFAM) aus Bremen, das auch als Koordinator des Fraunhofer-Verbundvorhabens »Systemforschung Elektromobilität« fungiert.

Zielstellung und Projektphasen

Im Auftrag des STI wurde eine »Fraunhofer Technology Advisory Group/Electric Vehicles Thailand«, repräsentiert durch Fachexperten aus dem Fraunhofer IFF sowie dem Fraunhofer IFAM etabliert. Ziel der Fraunhofer Technology Advisory Group ist es, auf Basis der breiten Expertise sowie der herausragenden FuE- und Technologiekompetenz auf dem Gebiet der E-Mobilität, die Umsetzung der nationalen EV-Initiative in Thailand aktiv zu unterstützen. Im Fokus stehen nicht nur das Fahrzeug und dessen Komponenten, sondern auch Fragen des Aufbaus einer geeigneten Infrastruktur, die im Einklang mit den Planungen zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieversorgung stehen muss, sowie innovative Service- und Mobilitätskonzepte sowie Geschäftsmodelle. Geplant ist, eine nachhaltige und langfristige Zusammenarbeit zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft und ausgewählten thailändischen Partnern auf dem Sektor der E-Mobilität zu initiieren und auszubauen. Der Aufbau der strategischen Kooperation wird seitens der Fraunhofer Technology Advisory Group auf Basis eines Phasenmodells realisiert.

- 1 Teammitglieder des Thailand EV der Fraunhofer-Gesellschaft Deutschland und des STI Thailand.
- 2 Dr. Naumann, Fraunhofer IFF, präsentiert das EV-Kompetenzportfolio des Magdeburger Fraunhofer.
- 3 Electric Vehicle Workshop in Bangkok, April 2017.



3

Innerhalb der Projektphase 1 wurden in Thailand Präsenzveranstaltungen realisiert, wie z. B. Besuche von themenrelevanten Fachinstitutionen (z.B. Electric Vehicle Association, Thailand Automotive Institute), Fachgespräche mit Vertretern des EV-Projektteams und verschiedener Key-Stakeholder durchgeführt (z.B. King Mongkut's University of Technology Thonburi) sowie eine 2-tägige Tagung zum Thema »Next Generation Vehicles« veranstaltet. Im Mittelpunkt standen hierbei Themen wie Fahrzeuginnovation, Batterietechnologie, Versorgungsinfrastruktur, Energiesystemanalyse, Energiemanagement sowie Mobilitätskonzepte. Hintergrund dieser Aktivitäten war die Analyse der Bedarfe und Handlungsschwerpunkte zur Definition von Themenschwerpunkten für die perspektivische Zusammenarbeit der Fraunhofer-Gesellschaft mit den thailändischen Partnerorganisationen der E-Mobilität. Die Ergebnisse der Phase 1 fließen somit auch in die Gestaltung der nationalen EV-Roadmap Thailands ein. Insbesondere die in thailändischen Großstädten vorherrschenden Gegebenheiten des dichten Individualverkehrs bilden einen attraktiven Ansatzpunkt, die Potenziale der E-Mobilität zu nutzen.

In der Projektphase 2 sollen erste Kooperationsvorhaben initiiert und umgesetzt werden. Zudem ist mittelfristig der Aufbau eines deutsch-thailändischen Exzellenzzentrums für E-Mobilität in Thailand geplant. Interdisziplinäre, internationale Teams sollen innovative Konzepte und Lösungen auf den Gebieten Elektrofahrzeuge, Infrastruktur sowie Services entwickeln und pilothaft umsetzen. Die Integration des in Thailand bereits verfügbaren Know-hows und der Produktionskapazitäten sollen gebündelt und vernetzt werden, um innovative Lösungen der E-Mobilität insbesondere für die ASEAN-Region zu schaffen.

Chancen für deutsche Unternehmen der E-Mobilität

Das Interesse der thailändischen Regierung, Forschungsinstitute und Universitäten, Industrievereinigungen sowie der Automobil-/Zulieferindustrie an einer strategischen

Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Gesellschaft im Bereich »Elektromobilität/Next Generation Vehicles« ist groß. Die »Nationale Electric Vehicle Initiative Thailand« bietet eine vielversprechende Basis für die Entwicklung von nachhaltigen Partnerschaften im Bereich Forschung und Entwicklung sowie Technologiekooperationen sowohl für thailändische als auch für Unternehmen der deutschen Wirtschaft.

Interessenten können sich gern an das Fraunhofer IFF ASEAN-Regionalbüro in Bangkok wenden, das für die Koordination der »Fraunhofer Technology Advisory Group/Electric Vehicle Initiative« vor Ort in Thailand zuständig ist.

Projektpartner

National Science Technology and Innovation Policy Office (STI), Thailand; Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) Bremen

Ansprechpartner im

Fraunhofer IFF ASEAN-Regionalbüro

Ralf Opierzynski
 Telefon +49 172 319 8506 | Telefon (TH) +66 812 855 465
 Telefon +66 2630-8644 | Fax +66 2630-8645
 ralf.opierzynski@iff.fraunhofer.de

Geschäftsbereich Konvergente Infrastrukturen

Dr. Andre Naumann
 Telefon +49 391 4090-784 | Fax +49 391 4090-93-784
 andre.naumann@iff.fraunhofer.de



ENTWICKLUNG UND AUSGESTALTUNG EINER INDUSTRIE-4.0-STRATEGIE FÜR KASACHSTAN

Entwicklung von einer rohstoffintensiven zu einer modernen verarbeitenden Industrie

Die Wirtschaft der Republik Kasachstan ist geprägt durch eine rohstoffintensive Industrie. Vor allem die Exporte werden dominiert von Produkten aus dem Öl- und Gassektor und metallischen Rohstoffen. Dieses Ungleichgewicht zugunsten der extraktiven Industrien stellt das Land vor signifikante Herausforderungen, insbesondere wenn, wie in den letzten Jahren, die Weltmarktpreise für Öl und andere Rohstoffe unter Druck geraten. Aus diesem Grund verfolgt die Regierung eine Strategie der industriellen Erneuerung und Modernisierung, die auch darauf abzielt, die grundlegende Wirtschaftsbasis zu verbreitern und gezielt die verarbeitende Industrie zu stärken.

Das Fraunhofer IFF ist seit mehreren Jahren in Kasachstan aktiv und etabliert als erfahrener Akteur im Bereich angewandter Produktionsforschung. Dieses Engagement führte im letzten Jahr dazu, dass Fraunhofer als primärer ausländischer Partner für die Vorbereitung und den strategischen Aufbau einer nationalen Industrie-4.0-Strategie für die verarbeitende Industrie herangezogen wurde.

Um diese Aufgabe zu erfüllen und die kasachische Regierung kompetent, ganzheitlich und nachhaltig zu unterstützen, arbeitete das Fraunhofer IFF zusammen mit dem Fraunhofer ISI aus Karlsruhe. Durch diese Kooperation konnten komplementäre Kompetenzen der Fraunhofer-Gesellschaft – im Bereich sozioökonomischer Studien und Strategieentwicklung des Fraunhofer ISI sowie Produktionstechnologie und Industrie 4.0 des Fraunhofer IFF – kombiniert werden.

Aktuelle Lage der kasachischen Wirtschaft

Um zu entscheiden, wohin sich eine Wirtschaft entwickeln kann und soll, muss diese zuerst analysiert werden. Darauf aufbauend ist es möglich, Richtungen und Wege für eine strategische Entwicklung aufzuzeigen. Zu diesem Zweck erarbeitete das Fraunhofer-Projektteam einen umfangreichen Fragebogen, der sich an kasachische Unternehmen richtete. Mit Hilfe dieser Umfrage sollte insbesondere der aktuelle Stand der Durchdringung moderner Produktionsmethoden und -technologien in der verarbeitenden Industrie erhoben werden. Im Ergebnis wurde ein Indikator für die Bereitschaft (Readiness) der Industrie abgeleitet, die grundlegenden Prinzipien einer Industrie 4.0-basierten Produktion anzunehmen. Die Umfrage zeigte, dass nur etwa 20 Prozent der befragten Unternehmen in der Lage sind, Technologien im aktuellen Stand der Technik einzusetzen und deshalb als Industrie 4.0-ready eingestuft werden können.

Des Weiteren führte das Projektteam Interviews mit Stakeholdern aus Politik und Wirtschaft durch und besuchte mehr als 30 ausgewählte Unternehmen im Land, um sich ein konkretes Bild zur Lage der Wirtschaft vor Ort zu machen. Diese sogenannten Scoping Missions gaben den Wissenschaftlern den nötigen Kontext, die Ergebnisse der Studie zu hinter-

- 1 Die Expo in Kasachstan im Zeichen der kasachischen Energiewende.
- 2 Vor-Ort-Interview zur digitalen Transformation.
- 3 Digitales Testzentrum für Produkt- und Datenqualität in Kasachstan.
- 4 Projektarbeit bei Alageum Electric in Shymkent Kasachstan.



fragen und konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten. In einem gemeinsamen Workshop wurden mittels verschiedener Kreativtechniken, kombiniert mit Methoden klassischer Strategieentwicklung wie SWOT, die Ergebnisse der Missions und der Befragung ausgewertet, um die Industrie-4.0-Strategie für Kasachstan abzuleiten und nötige Maßnahmen zur Umsetzung zu definieren.

Von der Politik zur Industrie

Das Hauptaugenmerk im Projekt lag auf der Entwicklung von Strategien für die Regierung, die digitale Transformation der kasachischen Wirtschaft hin zu einer Industrie 4.0 voranzubringen und Maßnahmen zu definieren, wie in Kasachstan die erforderlichen Strukturen und Bedingungen geschaffen werden können, um Unternehmen bei dem strukturellen industriellen Wandel zu unterstützen. In diesem Kontext wurden Maßnahmen abgeleitet, die z. B. speziell auf die Themen Bewusstseinsbildung und Qualifikation ausgerichtet sind. Darüber hinaus wurden Maßnahmen definiert, die das Innovationssystem, die Integration von Wertschöpfungsketten, die Koordination von politischen Initiativen und die Schaffung der nötigen technischen Infrastruktur ansprechen.

Zudem gingen die Analysen auf das Unternehmenslevel näher ein. Auch in Vorbereitung auf eine bereits geplante weitere Zusammenarbeit wurden aus der Stichprobe der befragten Unternehmen zehn Unternehmen ausgesucht, die für weitere Umsetzungsprojekte im Kontext von »Modellfabriken für Industrie 4.0« infrage kommen. Neben den technischen und organisatorischen Voraussetzungen war hier auch die Überzeugung und das Commitment der Unternehmensführung ein ausschlaggebendes Bewertungskriterium.

Diese zehn Unternehmen wurden daraufhin noch einmal intensiver, teilweise unterstützt durch Unternehmensbesuche betrachtet und mithilfe des am Fraunhofer IFF entwickelten Industrie 4.0 Quick-Check evaluiert. Der Quick-Check diente

für eine grobe Einschätzung des aktuellen Stands der Unternehmen innerhalb des vom Fraunhofer IFF pilotierten Reifegradmodells Industrie 4.0. Die Ergebnisse wurden genutzt, um den Unternehmen erste Entwicklungsperspektiven und mögliche Projekte aufzuzeigen. Der Quick-Check zeigte auch, dass die identifizierten Projekte unterschiedliche Themenbereiche abdecken können, die von der besseren Nutzung vorhandener Daten über eine bessere Integration von Entwicklung und Fertigung bis hin zur Ausgestaltung digitaler Geschäftsmodelle und Ökosysteme reichen.

Weitere Vorgehensweise

Die im Projekt erreichten Ergebnisse sollen genutzt werden, um insbesondere die zuvor ausgewählten Unternehmen weiter zu begleiten. Mit Hilfe von individuellen Umsetzungsprojekten sollen diese als Best Practice-Beispiele für Industrie 4.0 in Kasachstan etabliert werden.

Projektpartner

KIDI – Kazakhstan Industry Development Institute, Astana, Kasachstan; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe

Ansprechpartner im Geschäftsbereich

International Business Development

Dipl.-Vw. Christian Blobner
Telefon +49 391 4090-371 | Fax +49 (0) 391 4090-93-371
christian.blobner@iff.fraunhofer.de

Logistik- und Fabrikssysteme

Dipl.-Wirt.-Ing. Marc Kujath
Telefon +49 391 4090-328 | Fax +49 (0) 391 4090-93-328
marc.kujath@iff.fraunhofer.de

KURZ & KNAPP AUS DEM INSTITUT (AUSWAHL)



JUBILÄUM: 20 JAHRE GASTVORTRAGSREIHE LOGISTIK IN MAGDEBURG



Podiumsdiskussion im Fraunhofer IFF in Magdeburg zur Jubiläumsveranstaltung »20 Jahre Gastvortragsreihe Logistik«. V.l.: Prof. Michael Schenk, Dr. Gabriele Reich, Holger Seidel (Moderation), Dr. Sebastian Putz und Prof. Thomas Wimmer.

Seit 1997 veranstalten das Fraunhofer IFF und die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg gemeinsam die Gastvortragsreihe Logistik. Viele erfolgreiche Unternehmen haben in den vergangenen zwanzig Jahren hier ihre zum Teil bahnbrechenden Entwicklungen für die Logistik-Branche persönlich vorgestellt. Mit Gästen wie Prof. Thomas Wimmer, Vorsitzender der Bundesvereinigung Logistik (BVL) und Dr. Sebastian Putz, Staatssekretär im Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt, beging das Fraunhofer IFF am 20. Juni 2017 ein würdiges Jubiläum.

»Die GVR-Logistik ist auch dank ihrer hohen Praxisorientierung ein jahrelang erfolgreiches Format, mit dem Magdeburg ein starkes Zeichen auf der Logistiklandkarte setzt. Ihr Erfolg ist

ein Indikator dafür, welche Bedeutung die Logistik für diese Region hat, welch wichtiger Wirtschaftsfaktor sie ist«, urteilte Professor Michael Schenk, Leiter des Magdeburger Fraunhofer IFF. Zusammen mit Professor Thomas Wimmer, Vorsitzender der Geschäftsführung der Bundesvereinigung Logistik (BVL), Dr. Sebastian Putz, Staatssekretär im Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt, und Frau Dr. Gabriele Reich von Lufthansa Industry Solutions, diskutierte er auf der Jubiläumsveranstaltung vor etwa 160 Gästen die Herausforderungen der Logistikbranche in den kommenden 20 Jahren.



20. IFF-WISSENSCHAFTSTAGE DES FRAUNHOFER IFF IN MAGDEBURG ZWEITÄGIGE FORSCHUNGSKONFERENZ ZUR DIGITALEN ZUKUNFT DER PRODUKTION

Ob »Industrie 4.0«, »Internet der Dinge« oder »Industrial Internet« - die Digitalisierung ist die Zukunft der Produktion. Der globale Wettbewerb um die Führungsrolle bei der Entwicklung und Nutzung der neuen Technologien hat längst Fahrt aufgenommen. Zugleich ist der Weg hin zu einer digitalisierten, intelligenten Produktion nicht klar vorgezeichnet und voller Herausforderungen. Welche Strategien müssen produzierende Unternehmen im Detail verfolgen, um den Wandel zu bewältigen? Und wie können etwa intelligente Roboter den Men-

schen künftig als interaktive Assistenten unterstützen? Darüber diskutierten vom 21. bis 22. Juni 2017 hunderte Experten aus Wirtschaft und Forschung auf den IFF-Wissenschaftstagen in Magdeburg.

Die IFF-Wissenschaftstage des Fraunhofer IFF in Magdeburg sind ein etabliertes Forum für Fachleute aus Forschung und unternehmerischer Praxis. Seit nunmehr 20 Jahren versammeln sich im Fraunhofer IFF Spezialisten, Anwender und Entscheider,



Auf der Tagung »Assistenzrobotik und Mensch-Roboter-Kollaboration« diskutierten die versammelten Fachexperten über die Zukunft der Robotik in der Produktion und zu den Einsatzchancen von Assistenzrobotern.



Durchgängiges Engineering – Auf der Fachtagung »Digital Engineering Technischer Systeme« stellten die Forscher des Fraunhofer IFF auch ihre Softwareumgebung Vincent vor, mit der Maschinen und Anlagen entwickelt, programmiert, getestet und optimiert werden können, noch bevor sie gebaut werden.

um sich miteinander in wechselnden Fachtagungen, Workshops und Industrieseminaren zu den Themen Digital Engineering und Industrie 4.0, Logistik, Robotik und Maschinen- und Anlagenbau auszutauschen.

2017 bildeten die beiden Fachtagungen »Digital Engineering Technischer Systeme« sowie »Assistenzrobotik und Mensch-Roboter-Kollaboration« den Kern der IFF-Wissenschaftstage. Erstere stellte die Fragen nach der konkreten Umsetzung nachhaltiger Digitalisierungsstrategien, Methoden und Technologien sowie potenziellen Geschäftsideen für den produzierenden Mittelstand in den Fokus. Auf der Tagung »Assistenzrobotik und Mensch-Roboter-Kollaboration« diskutierten die versammelten Fachexperten vornehmlich über die Zukunft der Robotik in der Produktion, reale Einsatzchancen von Assistenzrobotern und den aktuellen Stand der Technik in Fragen der Sicherheit bei der Zusammenarbeit von Mensch und Roboter.



MITTELSTAND 4.0-KOMPETENZZENTRUM MAGDEBURG GEGRÜNDET

2017 hat in Magdeburg das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum »vernetzt wachsen« seine Arbeit aufgenommen. Die Aufgabe des Zentrums und der hier versammelten Fachleute ist es, Unternehmen bei der Integration und dem Einsatz digitaler Lösungen zur Optimierung ihrer betrieblichen Prozesse, bei der Vernetzung und der Entwicklung neuer Geschäftsfelder zu begleiten und zu unterstützen. Es hat besonders die für Sachsen-Anhalt bedeutsamen Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Mobilität und Logistik, Chemie und Bioökonomie, Gesundheit und Medizin sowie Ernährung und Land-

wirtschaft im Blick. Die Unternehmen finden hier kompetente und erfahrene Ansprechpartner, die ihnen bei vielen Fragen zur Digitalisierung im Unternehmenskontext zur Seite stehen. Vor allem zu den Schwerpunkten Digitale Geschäftsmodelle, Digitale Vernetzung & Standardisierung, Safety & Security sowie Nutzerfreundlichkeit & Akzeptanz gibt es umfassende Unterstützung.

Unter anderem bietet das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Magdeburg kostenlose Informationsangebote wie Vorträge, Workshops, Leitfäden und eine mobile Unternehmenssprechstunde an. Hinzu kommen spannende neue Formate wie Konvoi-Begleitungen oder ein Digitalisierungs-Escape-Room. Das Wichtige daran: Alles ist auf den individuellen Digitalisierungsgrad der Unternehmen abgestimmt.

Große Nachfrage

Das Angebot wird sehr gut angenommen. »Die Nachfrage ist riesig und kommt aus allen Teilen Sachsen-Anhalts. Das freut uns sehr!« sagt Prof. Thomas Leich, der Leiter des Kompetenzzentrums. »Wir hoffen deshalb, unsere Leistungen weiter ausbauen zu können und schnellstmöglich auf alle Anfragen reagieren zu können.«

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Magdeburg wird vom Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF unterstützt, sowie von der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, dem ifak - Institut für Automation und Kommunikation e.V. und dem Zentrum für Sozialforschung Halle e.V. an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Zudem arbeitet es eng mit dem Partnernetzwerk „Wirtschaft 4.0“ Sachsen-Anhalt zusammen.



Gemeinsamer Start 2017 (v. r.): Dr. Jürgen Ude, Staatssekretär im Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt, Iris Gleicke, Parlamentarische Staatssekretärin bei der Bundesministerin für Wirtschaft und Energie, Prof. Dr. Thomas Leich, Leiter des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Magdeburg, Dr. Stefan Voigt, stellv. Leiter des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Magdeburg.



Podiumsdiskussion zum Wirken des Fraunhofer IFF anlässlich der 25-Jahr-Feier des Instituts. V.l.: Winfried Bettecken, Moderation, Prof. Dr. Armin Willingmann, Minister für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung Sachsen-Anhalt, Jean-Marc Vesselle, Lanxess Deutschland GmbH, Dr.-Ing. Ling He, Umweltbundesamt, Dr.-Ing. Daniel Reh, Volkswagen AG, Dr. Frank Büchner, Siemens AG.

25 JAHRE INNOVATIONEN: FRAUNHOFER IFF FEIERT JUBILÄUM

Mit einem Festakt beging das Magdeburger Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF am Donnerstag, den 14. September 2017, sein 25-jähriges Jubiläum. 250 Gäste aus dem In- und Ausland, unter ihnen Sachsen-Anhalts Wirtschaftsminister Armin Willingmann und Fraunhofer-Vorstand Prof. Dr. Georg Rosenfeld, folgten der Einladung des Instituts und erlebten einen Abend, der ganz im Zeichen von »25 Jahren Innovationen« stand.

Das Fraunhofer IFF wurde 1992 aus der damaligen Technischen Universität Otto-von-Guericke heraus in Magdeburg gegründet. Trotz der schwierigen Bedingungen der Nachwendezeit und dem tiefgreifenden Wandel der ostdeutschen Wirtschaft entwickelte es sich schnell zu einer der wichtigsten industrienahen Forschungseinrichtungen Sachsens-Anhalts. Heute arbeitet das Institut mit Unternehmen und Forschungspartnern auf der ganzen Welt zusammen, ist Innovations- und Impulsgeber für die heimische Wirtschaft und unterstützt die

Unternehmen insbesondere auf ihrem Weg in die Digitalisierung.

Der Leiter des Fraunhofer IFF, Professor Michael Schenk, zeigt sich denn auch dankbar für das dafür notwendige Vertrauen, das Politik und Wirtschaft dem Institut von Anfang an entgegengebracht haben und blickt optimistisch in die Zukunft: »25 Jahre Innovation! Da kann ich mich nur herzlich bedanken, bei allen Projektpartnern, die uns mit ihren Vorhaben herausgefordert und mit uns gemeinsam unkonventionelle Ideen umgesetzt haben. Ganz klar ist für uns: Mehr denn je benötigen Unternehmen smarte Technologien für eine effiziente, nachhaltige und vernetzte Produktion. Wir am Fraunhofer IFF werden deshalb auch weiterhin verlässlicher Partner sein und unsere Auftraggeber auf dem Weg zur intelligenten Produktion begleiten. Wir werden weiter Spitzenforschung betreiben und maßgeschneiderte Lösungen für die Wirtschaft entwickeln.«



ANSPRECHPARTNER



Organisation

Institutsleiter

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult.
Michael Schenk
Telefon +49 391 4090-470 | Fax +49 4090-93-470
michael.schenk@iff.fraunhofer.de

Büroleiterin

Dipl.-Päd. Ines Trübe
Telefon +49 391 4090-471 | Fax +49 391 4090-93-471
ines.truebe@iff.fraunhofer.de

Sekretariat im Fraunhofer IFF

Dipl.-Gesundheitswirtin (FH) Nadine Joensson
Telefon +49 391 4090-472 | Fax +49 391 4090-93-472
nadine.joensson@iff.fraunhofer.de

Sekretariat im Virtual Development and Training Centre VDTC

Yvonne Bühlig
Telefon +49 391 4090-701 | Fax +49 391 4090-93-701
yvonne.buehlig@iff.fraunhofer.de

Verwaltungsleitung

Dipl.-Betriebsw. (FH) Karla Zorn
Telefon +49 391 4090-598 | Fax +49 391 4090-93-598
karla.zorn@iff.fraunhofer.de

Andreas Knittel M. A.

Telefon +49 391 4090-721 | Fax +49 391 4090-93-721
andreas.knittel@iff.fraunhofer.de

Stellvertretender Institutsleiter

Prof. E. h. Dr.-Ing. Gerhard Müller
Telefon +49 391 4090-401 | Fax +49 391 4090-93-401
gerhard.mueller@iff.fraunhofer.de

Sekretariat des stellvertretenden Institutsleiters

Sabine Görner
Telefon +49 391 4090-444 | Fax +49 391 4090-93-444
sabine.goerner@iff.fraunhofer.de

Organisation und Kommunikation

Dipl.-Ing. Sabine Conert
Telefon +49 391 4090-481 | Fax +49 391 4090-93-481
sabine.conert@iff.fraunhofer.de

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

René Maresch M. A.
Telefon +49 391 4090-446 | Fax +49 391 4090-93-446
rene.maresch@iff.fraunhofer.de
presse@iff.fraunhofer.de

Geschäftsbereiche

Robotersysteme RS

Prof. Dr. techn. Norbert Elkmann
Telefon +49 391 4090-222 | Fax +49 391 4090-93-222
norbert.elkmann@iff.fraunhofer.de

Mess- und Prüftechnik MPT

Dr.-Ing. Dirk Berndt
Telefon +49 391 4090-224 | Fax +49 391 4090-93-224
dirk.berndt@iff.fraunhofer.de

Virtual Engineering VE

Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Schmucker
Telefon +49 391 4090-201 | Fax +49 391 4090-93-201
ulrich.schmucker@iff.fraunhofer.de

Logistik- und Fabrikssysteme LFS

Dipl.-Ing. Holger Seidel
Telefon +49 391 4090-123 | Fax +49 391 4090-93-123
holger.seidel@iff.fraunhofer.de

Materialflusstechnik und -systeme MFT

Prof. Dr.-Ing. Klaus Richter
Telefon +49 391 4090-420 | Fax +49 391 4090-93-420
klaus.richter@iff.fraunhofer.de

Biosystems Engineering BIO

Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert
Telefon +49 391 4090-107 | Fax +49 391 4090-93-107
udo.seiffert@iff.fraunhofer.de

Konvergente Infrastrukturen KIS

Prof. Dr.-Ing. Przemyslaw Komarnicki (Sprecher)
Telefon +49 391 4090-373 | Fax +49 391 4090-370
przemyslaw.komarnicki@iff.fraunhofer.de

Effiziente Prozesse und Anlagen EPA

Dr.-Ing. Matthias Gohla
Telefon +49 391 4090-361 | Fax +49 391 4090-366
matthias.gohla@iff.fraunhofer.de

Prozessindustrie 4.0 Pi4

Dr.-Ing. Nico Zobel
Telefon +49 391 4090-363 | Fax +49 391 4090-366
nico.zobel@iff.fraunhofer.de

Energiesysteme und Infrastrukturen EES

Prof. Dr.-Ing. Przemyslaw Komarnicki
Telefon +49 391 4090-373 | Fax +49 391 4090-370
przemyslaw.komarnicki@iff.fraunhofer.de

Virtuelle Raum- und Strukturentwicklung VRS

Andreas Höpfner M. Sc.
Telefon +49 391 4090-116 | Fax +49 391 4090-774
andreas.hoepfner@iff.fraunhofer.de

Geschäftsstellen

Geschäftsstelle

Elbedom 2.0 ED2

Dipl.-Ing. Steffen Masik

Telefon +49 391 4090-127 | Fax +49 391 4090-93-127

steffen.masik@iff.fraunhofer.de

Geschäftsstelle

Fraunhofer-Verbund Produktion FhVP

Prof. Dr.-Ing. Fabian Behrendt

Telefon +49 391 4090-411 | Fax +49 391 4090-93-411

fabian.behrendt@iff.fraunhofer.de

International

Fraunhofer International Business Development IBD

Dipl.-Vw. Christian Blobner

Telefon +49 391 4090-371 | Fax +49 391 4090-93-371

christian.blobner@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Vw. Kay Matzner

Telefon +49 391 4090-159 | Fax +49 391 4090-432

kay.matzner@iff.fraunhofer.de

Fraunhofer IFF ASEAN Office

State Tower (RCK Tower), 1055/550 Silom Road, Floor 29th

Khwaeng Silom, Khet Bangrak

Bangkok 10500, Thailand

Dipl.-Ing. Ralf Opierzynski

Telefon (Germany) +49 172 319 8506

Telefon (Thailand) +66 812 855 465

Telefon (Thailand) +66 2630-8644 | Fax +66 2630-8645

ralf.opierzynski@iff.fraunhofer.de

**Institut für Logistik und Materialflusstechnik an der
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg**

Geschäftsführender Institutsleiter

Lehr- und Forschungsbereich für Logistische Systeme

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult.

Michael Schenk

Telefon +49 391 67-58601 | Fax +49 391 67-48074

michael.schenk@ovgu.de

Lehr- und Forschungsbereich für Logistik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek

Telefon +49 391 67-58604 | Fax +49 391 67-42646

hartmut.zadek@ovgu.de

Lehr- und Forschungsbereich für Fördertechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld

Telefon +49 391 67-58603 | Fax +49 391 67-42646

andre.katterfeld@ovgu.de

Lehr- und Forschungsbereich für Materialflusstechnik

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Richter

Telefon +49 391 4090-420 | Fax +49 391 4090-93-420

klaus.richter@ovgu.de

**Lehrstuhl für Logistische Systeme an der
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg**

Logistikprozessanalyse

Dr.-Ing. Elke Glistau

Telefon +49 391 67-58898 | Fax +49 391 67-48074

elke.glistau@ovgu.de

Rohstoff- und Biomasselogistik

Dr.-Ing. Sebastian Trojahn

Telefon: +49 391 67-52645 | Fax: +49 391 67-48074

sebastian.trojahn@ovgu.de

Modellierung und Simulation logistischer Prozesse

Dr.-Ing. Tobias Reggelin

Telefon +49 391 4090-259 | Fax +49 391 4090-93-259

tobias.reggelin@ovgu.de

Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt

Dipl.-Geogr. Andreas Müller

Telefon +49 391 67-52126 | Fax +49 391 67-48074

mueller.gate@ovgu.de

Analyse und Bewertung verkehrslogistischer Systeme

Prof. Dr.-Ing. Fabian Behrendt

Telefon: +49 391 4090-411 | Fax: +49 391 4090-93-411

fabian.behrendt@ovgu.de

Kompetenzzentren mit der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Technischen Universität Hamburg-Harburg, Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg

Visualisierungstechniken

Chief Scientist Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Preim
Telefon +49 391 67-58512 | Fax +49 391 67-11164
bernhard@isg.cs.uni-magdeburg.de

Training und Technologie

Chief Scientist Prof. Dr. paed. Klaus Jenewein
Telefon +49 391 67-56602 | Fax +49 391 67-16550
klaus.jenewein@ovgu.de

Virtual Engineering

Chief Scientist Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote
Telefon +49 391 67-58521 | Fax +49 391 67-12595
karl.grote@ovgu.de

Chief Scientist Prof. Dr.-Ing. Roland Kasper
Telefon +49 391 67-58607 | Fax +49 391 67-12656
roland.kasper@ovgu.de

Chief Scientist Univ.-Prof. Dr. Frank Ortmeier
Telefon +49 391 67-52804 | Fax 0391 67-12810
frank.ortmeier@ovgu.de

Simulationstechnik

Chief Scientist apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Schulze
Telefon +49 391 67-52825 | Fax +49 391 67-11216
thomas.schulze@ovgu.de

Energienetze und Regenerative Energien

Chief Scientist Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Telefon +49 391 67-58784 | Fax +49 391 67-11160
evangelos.tsotsas@ovgu.de

Chief Scientist Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wolter
Telefon +49 391 67-57012 | Fax +49 391 67-42408
martin.wolter@ovgu.de

Robotik und Eingebettete Systeme

Chief Scientist Jun.-Prof. Dr. Sebastian Zug
Telefon +49 391 67-52632 | Fax +49 391 67-11161
zug@ivs.cs.uni-magdeburg.de

RobotsLab

Chief Scientist Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich
Telefon +49 391 67-18499 | Fax +49 391 67-11186
christian.diedrich@ovgu.de

Solids Process Engineering and Particle Technology

Chief Scientist Prof. Dr. Stefan Heinrich
Telefon +49 40 42878-3750 | Fax +49 40 42878-2678
stefan.heinrich@tu-harburg.de

Smart Factory

Chief Scientist Prof. Dr. Ulrich Berger
Telefon +49 355 69-4111 | Fax +49 355 69-2387
ulrich-berger@t-online.de

**Center for Digital Engineering, Management and
Operation CeDEMO**

**Sprecher des Center for Digital Engineering,
Management and Operation CeDEMO
Institut für Technische und Betriebliche
Informationssysteme**

Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Gunter Saake
Telefon +49 391 67-58800 | Fax +49 391 67-12020
saake@iti.cs.uni-magdeburg.de

**Sprecher des Center for Digital Engineering,
Management and Operation CeDEMO
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb
und -automatisierung IFF**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult.
Michael Schenk
Telefon +49 391 4090-470 | Fax +49 391 4090-93-470
michael.schenk@iff.fraunhofer.de

**Sprecher des Center for Digital Engineering,
Management and Operation CeDEMO
Fakultät Informatik**

Univ.-Prof. Dr. Frank Ortmeier
Telefon +49 391 67-52804 | Fax +49 391 67-12810
frank.ortmeier@ovgu.de

Forschungscampus STIMULATE
Solution Centre for Image Guided Local Therapies

Vorstandsmitglied STIMULATE – Solution Centre
for Image Guided Local Therapies

Prof. Dr. Georg Rose
Telefon +49 391 67-18862 | Fax +49 391 67-11230
georg.rose@ovgu.de

Direktoriumsmitglied STIMULATE – Solution Centre
for Image Guided Local Therapies

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult.
Michael Schenk
Telefon +49 391 4090-470 | Fax +49 391 4090-93-470
michael.schenk@iff.fraunhofer.de

Themenfeldverantwortlicher Robotik

Prof. Dr. techn. Norbert Elkmann
Telefon +49 391 4090-222 | Fax +49 391 4090-93-222
norbert.elkmann@iff.fraunhofer.de



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

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

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

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

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

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

www.fraunhofer.de

IMPRESSUM

Leistungen und Ergebnisse

Jahresbericht 2017

des Fraunhofer-Instituts für

Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg

Herausgeber

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk
Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg
Telefon +49 391 4090-0 | Fax +49 391 4090-596
ideen@iff.fraunhofer.de
www.iff.fraunhofer.de

Redaktion

René Maresch M. A., Presse und Öffentlichkeitsarbeit
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
Dipl.-Ing. (FH) Barbara Schmidt, Ingenieurbüro Schmidt

Satz/Layout

Dipl.-Ing. (FH) Barbara Schmidt, Ingenieurbüro Schmidt
Ina Dähre und Bettina Rohrschneider, Fraunhofer IFF

Herstellung

xyz

Gleichstellung/Gender

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit haben wir teilweise in unseren Formulierungen auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten natürlich gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle Rechte vorbehalten

Für den Inhalt der Vorträge zeichnen die Autoren verantwortlich.
Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

ISSN 2192-1768

© Fraunhofer IFF, 2018



Quellen

Soweit nicht anders angegeben © Fraunhofer IFF

Fotos

Seite 5, 14, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60: Fraunhofer IFF/Viktoria Kühne

Seite 6: Fraunhofer IFF/Armin Okulla

Seite 7: MW/Andreas Lander

Seite 16-17, 20, 21 (3), 40-41: Fraunhofer IFF/Uwe Völkner

Seite 18: Fraunhofer IFF/Steffen Sauer

Seite 21 (2): Fraunhofer IFF/Magnus Hanses

Seite 22, 23 (2, 3, 4): Fraunhofer IFF/Stefan Deutsch

Seite 24: Fraunhofer IFF/Andreas Süß

Seite 26: Fraunhofer IFF/Udo Seiffert

Seite 27 (2, 3): Fraunhofer IFF/Sebastian Warnemünde

Seite 28: Günther Haas/pixelio.de

Seite 29: Holzindustrie Templin GmbH

Seite 31: spq/Fotolia.de

Seite 33: Fraunhofer IFF/Dirk Mahler

Seite 37 (2): Fraunhofer IFF/Nico Zobel

Seite 39: enviaTHERM/Sebastian Seidel

Seite 45: Cobalt/Fotolia.de

Seite 46, 47 (2, 3): Fraunhofer IFF/Myroslav Shysh

Seite 50 (1, 2), 51 (3): Fraunhofer IFF/Mashuriati Binti Abdul Rahim

Seite 52 (1, 2), 53 (3): Fraunhofer IFF/Marc Kujath

Seite 53 (4): Fraunhofer IFF/Christian Blobner

Seite 71: Fraunhofer IFF/Martin Stiller

Bilder und Grafiken

Titelbild: Fraunhofer IFF/Bettina Rohrschneider

Seite 19: Fraunhofer IFF/Steffen Sauer

Seite 31: Fraunhofer IFF/Bastian Sander

Seite 37 (1): Fraunhofer IFF/Michael Opitz

Seite 68, 69: Fraunhofer-Gesellschaft

