



Fraunhofer

IVI

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR VERKEHRS- UND INFRASTRUKTURSYSTEME IVI

JAHRESBERICHT

2014



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR VERKEHRS- UND INFRASTRUKTURSYSTEME IVI

JAHRESBERICHT  
2014







Fraunhofer-Institut für  
Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI

Zeunerstraße 38  
01069 Dresden

Telefon +49 351 4640-800  
Fax +49 351 4640-803



# BEGEGNUNGEN

Allegorien zu finden, die den tieferen Sinn der »Begegnung« – dem diesjährigen Motto unseres Jahresberichts – durch Bilder des Arbeitsalltags intuitiv verständlich machen, fällt an einem verkehrswissenschaftlichen Institut nicht allzu schwer. Reisende, die sich während einer Bahnfahrt zufällig näher kommen, spielende Kinder am Straßenrand, die den Gefahren des Verkehrs ausgesetzt sind, aufeinandertreffende Verkehrsströme, die miteinander verschmelzen, sich wieder teilen oder gegenseitig durchdringen, Schienenstränge, auf denen sich Züge für den Bruchteil eines Augenblicks begegnen, zum Landeanflug ansetzende Flugzeuge, die sich in dichter Abfolge dem Flugfeld nähern, oder auch Menschen, die in den Begegnungen an unserem Institut Inspiration suchen, mit uns gemeinsam Neues zu schaffen.

Mag sein, manchem, was das Leben an Enttäuschung, Ungerechtigkeit und Schicksal bereithält, wäre man im Jahr 2014 lieber nicht begegnet, anderes, was inständig herbeigesehnt wurde, hat sich letztendlich nicht ereignet.

Sich nicht nur im Arbeitsprozess gut zu verstehen, als Einzelner und in der Gemeinschaft kreativ zu sein oder sich unbeirrt für den Erfolg einzusetzen, sondern auch mitfühlendes Verständnis für die Sorgen und persönlichen Probleme des Anderen aufzubringen, das charakterisiert die aufgeschlossene Arbeitsatmosphäre an unserem Institut und dafür bin ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern außerordentlich dankbar.

Eine Begegnung findet immer dann statt, wenn sich die räumliche Distanz zwischen bewegten Objekten auf ein Minimum reduziert oder, im weiteren Sinn, wenn Menschen ein Gefühl emotionaler Nähe vermittelt wird. Schenkt man Maupassant Glauben, dann sind es diese emotional geprägten Begegnungen, die das menschliche Leben überhaupt lebenswert machen. In sehr abstrakter Form können wir in den Kunstwerken der verschiedenen Epochen und nicht zuletzt in der Musik den höchst unterschiedlichen Emotionen begegnen, die die Menschen der jeweiligen Zeit bewegt haben.

Natürlich verläuft der Forschungsalltag an einem Fraunhofer-Institut nicht immer nur wohlklingend harmonisch wie Modulationen einer Kadenz im Quintenzirkel der Harmonielehre. Aber sind es nicht gerade die leicht dissonanten Septakkorde, die in der Musik den markanten Leitton in sich tragen, der Spannungen aufbaut und schließlich zur Auflösung der Kadenz in der Grundtonart führt?

Wenn wir als Fraunhofer IVI die vergangenen Monate Revue passieren lassen, dann war 2014 ein Jahr voller spannender Herausforderungen und großer gemeinsamer Anstrengung, aber auch ein Jahr mit vielen öffentlichkeitswirksamen Highlights, gewachsener wirtschaftlicher Stabilität und wissenschaftlicher Profilierung.



Über zweihundert zumeist parallel laufende Projekte haben die polyphone Vielfalt am Institut deutlich erhöht, wobei als dominante Leittöne des Jahres die fast ausschließlich von Industrieunternehmen oder Landesbehörden getragenen Forschungsprojekte zu zivilem Schutz und Sicherheit, zur Entwicklung neuer Fahrzeugtechnologien sowie zu elektronischem Ticketing und Bezahlssystemen herausragende Akzente gesetzt haben. Interessante Projekte in Südamerika oder China unterstreichen, dass nicht nur die Fraunhofer-Gesellschaft als Ganzes, sondern mittlerweile auch unser Dresdner Institut auf einen weit über die Grenzen Deutschlands reichenden Bekanntheitsgrad verweisen kann. Bei allem Interesse, solche internationalen Kontakte zu pflegen, unterschiedliche Mentalitäten in den fernen Regionen kennenzulernen und zu einer nachhaltigen Entwicklung in der Welt beizutragen, ist vor allem der Wertschöpfungsanteil der deutschen Industrie für uns von primärer Bedeutung. So liegt der Ertragsanteil aus den direkt durch Industrieunternehmen beauftragten Projekten am Institut derzeit bei über 30 Prozent.

Hervorzuheben ist auch das überdurchschnittlich erfolgreiche Engagement des Instituts in europäischen Verbundprojekten. Knapp zwanzig Prozent des Jahresetats 2014 wurden durch Mittel der EU-Forschungsförderung gedeckt, wobei die erreichte Bewilligungsrate von 46 Prozent der unter Beteiligung des Fraunhofer IVI im 7. Forschungsrahmenprogramm eingereichten Projekte durchaus bemerkenswert ist. Den Dreiklang des Fraunhofer-typischen Finanzierungsmodells komplettieren zahlreiche zum Teil langfristige Forschungsvorhaben, die über Bundes- oder sächsische Landesministerien finanziert wurden.

Und doch mischen sich in die freundlichen Dur-Akkorde gedämpfte Moll-Töne, denn es ist nicht zu übersehen, dass die Zeiten rauer geworden und die Krisen in der Welt bei weitem nicht überwunden sind.

Die Insolvenz der erst im vergangenen Jahr von der russischen Kirov Group übernommenen Göppel Bus GmbH, mit der wir unsere interessantesten Fahrzeugentwicklungen, wie die AutoTram® Extra Grand, den ersten schnellladefähigen EDDA-Batteriebus oder ein aktiv gelenktes Anhängersystem umsetzen konnten, hat uns vor Augen geführt, welche Auswirkungen die vielen weltpolitischen Auseinandersetzungen mittlerweile selbst auf unsere Arbeit haben.

Auch zeichnet sich ab, dass sich die Rahmenbedingungen für Wissenschaft und Forschung dem schwierigen volkswirtschaftlichen Umfeld anpassen werden. Umso erfreulicher ist es, dass wir mit den guten Bilanzen der vergangenen Jahre sowohl ein solides wirtschaftliches, aber auch wissenschaftliches Fundament geschaffen haben, das uns sehr zuversichtlich und hochmotiviert in die Zukunft blicken lässt.

»Mein heutiger Tag hat fantastisch begonnen«, frohlockte kürzlich ein in den Morgenstunden ansonsten eher wenig gesprächiger Kollege, »ich bin unserem EDDA-Batteriebus im Dresdner Linienbetrieb begegnet«. Viele Begegnungen dieser Art wünsche ich mir auch für das kommende Jahr, dass unsere Visionen den Alltag praktisch bereichern, dass wir das unserer Arbeit entgegengebrachte Vertrauen jederzeit rechtfertigen und dass die engagierte Arbeitsatmosphäre am Institut erhalten bleibt.

Mit einem herzlichen Dank an all jene, die uns so wohlwollend im Jahr 2014 begleitet, und an all meine Mitarbeiter und Studenten, die in ihren ganz unterschiedlichen Verantwortungsbereichen letztendlich gemeinsam zu den Erfolgen beigetragen haben, darf ich nun zu einer Begegnung einladen, die gut gestaltet und reich illustriert die wichtigsten Ereignisse des Jahres 2014 am Fraunhofer IVI reflektiert.

*Karlheinz Klitzner*





# INHALT

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT	8
FRAUNHOFER IVI IM IUK-VERBUND	10
FRAUNHOFER IVI IN ALLIANZEN	12
DAS INSTITUT IM PROFIL	14
KURATORIUM DES FRAUNHOFER IVI	16
DAS INSTITUT IN ZAHLEN	18
KOMPETENZEN UND PROJEKTE	20
EINRICHTUNGEN UND GROSSGERÄTE	24
VERKEHR, ENERGIE UND UMWELT	26
»VeloCité« – ELEKTROLEICHTRAD FÜR DEN INNERSTÄDTISCHEN INDIVIDUALVERKEHR	30
INTELLIGENTE VERKEHRSSYSTEME	32
TARIFE ELEKTRONISCH ABBILDEN – DER NEUE BRANCHENSTANDARD IM ÖPNV	36
STRATEGIE UND OPTIMIERUNG	38
PRÄSKRIPTIVE ANALYTIK UND BIG DATA: TECHNOLOGIEN UND METHODEN ZUR ABLEITUNG VON ENTSCHEIDUNGEN	42
FAHRZEUG- UND VERKEHRSSYSTEMTECHNIK	44
ELEKTROMOBILITÄTS-DEMONSTRATION DOCKING-ANWENDUNG (EDDA)	48
ORTUNG, INFORMATION UND KOMMUNIKATION	50
INTERFERENZ-UNTERSUCHUNGEN FÜR EIN PHASENBASIERTES Distanzmessverfahren	54
ENERGIESYSTEMTECHNIK	56
LASTENPEDELECS ALS ALTERNATIVE ZUM PKW	58
NACHWUCHSFORSCHUNG	60
NACHWUCHSGEWINNUNG	66
BESONDERE EREIGNISSE	68
MITGLIEDSCHAFTEN UND SCHUTZRECHTE	84
PUBLIKATIONEN UND LEHRTÄTIGKEITEN	86
INSTITUTSLEBEN	94
SO FINDEN SIE UNS	96
IMPRESSUM	98



# FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT



Nutzbringende Innovationen zu generieren ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation arbeitet anwendungsorientiert für die Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 66 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden. Internationale Niederlassungen sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

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

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

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





# FRAUNHOFER IVI IM IUK-VERBUND

Der Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie ist als Teil der Fraunhofer-Gesellschaft die größte IT-Forschungsorganisation in Europa.

Etwa 5000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Verbundes liefern branchenspezifische, ganzheitliche und maßgeschneiderte IT-Lösungen aus einer Hand und bieten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie kompetente Technologieberatung in folgenden Geschäftsfeldern:

- Digitale Medien
- E-Business
- E-Government
- Informations- und Kommunikationstechnologien
- Energie und Nachhaltigkeit
- Produktion
- Medizin
- Sicherheit
- Finanzdienstleistungen
- Automotive

Vertreten sind damit nahezu alle Bereiche der Informationstechnologie.

## **Vorsitzender des Verbundes**

Prof. Dr. Matthias Jarke  
Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT  
Telefon +49 2241 14-2925  
matthias.jarke@fit.fraunhofer.de

## **Geschäftsführer**

Dipl.-Inform. Thomas Bendig  
Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie  
Telefon +49 30 7261566-0  
thomas.bendig@iuk.fraunhofer.de

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

Zu den derzeit 19 Mitgliedern gehören die Fraunhofer-Institute für

- Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI
- Angewandte Informationstechnik FIT
- Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC
- Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
- Bildgestützte Medizin MEVIS
- Digitale Medientechnologie IDMT
- Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK
- Experimentelles Software Engineering IESE
- Graphische Datenverarbeitung IGD
- Integrierte Schaltungen IIS (Gast)
- Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS
- Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE
- Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut HHI (Gast)
- Offene Kommunikationssysteme FOKUS
- Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB
- Sichere Informationstechnologie SIT
- Software- und Systemtechnik ISST
- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

sowie seit 1. Januar 2014 auch das Fraunhofer IVI.

## **Kontakt**

Prof. Dr. Matthias Klingner  
Telefon +49 351 4640-800  
matthias.klingner@ivi.fraunhofer.de





## FRAUNHOFER-ALLIANZ VERKEHR

Ihr spezifisches Fach- und Branchenwissen zur verkehrsrelevanten Forschung bündeln derzeit 15 Fraunhofer-Institute in der Fraunhofer-Allianz Verkehr zu einer umfassenden Systemkompetenz. Öffentlichen und industriellen Auftraggebern können somit interdisziplinäre technische und konzeptionelle Lösungen angeboten werden. Die Allianz ist in acht Marktfeldern aktiv:

- Komfort- und Designkonzepte
- Aktive und passive Sicherheitssysteme
- Intelligente Leichtbautechnik
- Logistikstrukturen und -prozesse
- Nachhaltige Antriebskonzepte
- Mobilitäts- und Verkehrsstrategien
- Intelligente Verkehrsmanagementsysteme
- Innovative Verkehrssysteme

Das Fraunhofer IVI als Verkehrsforschungsinstitut verstärkt die Allianz auf den Gebieten der intelligenten Verkehrssysteme, Verkehrsdaten, Fahrzeug- und Verkehrstechnik sowie Verkehrsinformation und -management.

### Sprecher der Allianz

Prof. Dr. Uwe Clausen

### Kontakt am Fraunhofer IVI

Dr. Torsten Gründel

Telefon +49 351 4640-664

torsten.gruendel@ivi.fraunhofer.de

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

## FRAUNHOFER-ALLIANZ ENERGIE

Die Fraunhofer-Allianz Energie gehört zu den größten Energieforschungsorganisationen Europas. Die 19 Mitgliedsinstitute bringen ihre Kompetenzen auf den Gebieten der erneuerbaren Energien, der Energieeffizienztechnologien, intelligenter Energienetze, Energiespeicher sowie Gebäude und Komponenten ein.

Fokussiert auf die Bedürfnisse der Industrie, insbesondere der kleinen und mittelständischen Unternehmen, aber auch der Politik, kann somit die technologische Vorreiterrolle Deutschlands bei der effizienten Nutzung von Energie und bei der Erschließung erneuerbarer Energieträger weiter ausgebaut werden. Das Leistungsspektrum umfasst:

- Technologien für erneuerbare Energien: Solarenergie, Photovoltaik, Windkraft, Biomasse
- Effizienztechnologien: Energiewandler, Speichersysteme, Brennstoffzellen
- Gebäude und Komponenten: Niedrigstenergiehäuser, Dämmung, Wärme- und Kältespeicher, Wärmepumpen
- Intelligente Netze: Integration verteilter Netzakteure, Verteilungssteuerung, Konzeptstudien
- Gutachten und Beratung zu Themen der Energiewirtschaft, -wende und -effizienz in der Produktion

Im Mittelpunkt steht immer das Ziel einer nachhaltigen, sicheren, wirtschaftlichen und sozial gerechten Energieversorgung.

### Sprecher der Allianz

Prof. Dr. Eicke R. Weber

### Kontakt am Fraunhofer IVI

Claudius Jehle

Telefon +49 351 4640-698

claudius.jehle@ivi.fraunhofer.de

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

# FRAUNHOFER IVI IN ALLIANZEN

## FRAUNHOFER-ALLIANZ BIG DATA

In der neu gegründeten Allianz Big Data bieten 25 Institute Lösungen und Unterstützung bei der effizienten Nutzung großer und heterogener Datenmengen in den Bereichen

- Logistik und Mobilität,
- Produktion und Industrie 4.0,
- Life Sciences und Health Care,
- Sicherheit,
- Energie und Umwelt sowie
- Business und Finance

an. Die Institute vereinen Kerntechnologien wie Datenmanagement, maschinelle Lernverfahren, Data Mining, Visual Computing sowie Sicherheits- und Datenschutztechnologien mit speziellem Anwendungswissen und Big-Data-Erfahrung.

Das Fraunhofer IVI bringt über das verkehrsbezogene Fach- und Branchenwissen hinaus vielfältige Kompetenzen zu Geschäftsanwendungen und -prozessen ein. Es besitzt eine ausgezeichnete Methodenkompetenz im Bereich Big Data. Dem Institut stehen eine eigene IT-Infrastruktur für Big-Data-Anwendungen sowie ergänzend – in Kooperation mit dem Zentrum für Hochleistungsrechnen der TU Dresden – eine extrem leistungsfähige Rechen- und Speicherkapazität zur Verfügung.

### Sprecher der Allianz

Prof. Dr. Stefan Wrobel

### Kontakt am Fraunhofer IVI

Dr. Sunna Torge  
Telefon +49 351 4640-663  
sunna.torge@ivi.fraunhofer.de

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

## FRAUNHOFER-ALLIANZ BATTERIEN

Aus dem Kreis der 19 beteiligten Allianz-Institute haben sich vier Partner zusammengeschlossen, um im Rahmen einer Fraunhofer-Vorlaufforschung (MAVO) zyklenstabile und intrinsisch sichere Hochenergiespeicherzellen auf Lithium-Schwefel-Basis mit Energiedichten bis 400 Wh/kg und mit sehr großem Anwendungspotential zu entwickeln. »(Sich) abheben mit Lithium-Schwefel« als Leitmotiv gilt für LiScell demnach gleich zweifach: im internationalen Forschungswettbewerb mit einer hochperformanten Lithium-Schwefel-Zelle sowie durch öffentlichkeitswirksame Anwendung in der Fraunhofer-IVI-Sensorplattform HORUS im wörtlichsten Sinne.

Das Fraunhofer IVI verfügt außerdem über einen Prüfstand für Hochleistungsenergiespeicher wie Lithium-Ionen-Batterien und Doppelschichtkondensatoren für

- die Erprobung von Energiespeichern/Leistungselektronik,
- Langzeittests zu Lebensdauer und Ausfallerscheinungen,
- die Simulation unterschiedlicher Umgebungsbedingungen sowie
- Untersuchungen von Strategien zum Energiemanagement.

Das Institut kann auf langjährige Kompetenzen aus eigener Batterieforschung und Praxistests auf der AutoTram® verweisen.

### Sprecher der Allianz

Dr. Jens Tübke

### Kontakt am Fraunhofer IVI

Dr. Ulrich Potthoff  
Telefon +49 351 4640-638  
ulrich.potthoff@ivi.fraunhofer.de

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



### **Institutsleiter**

**Prof. Dr. Matthias Klingner**

### **Verwaltungsleitung**

**Kornelia Brüggert**

Das Fraunhofer IVI in Dresden – hervorgegangen aus der damaligen Außenstelle für Prozesssteuerung des Fraunhofer IITB in Karlsruhe – wurde 1999 gegründet. In vier Abteilungen und zwei gemeinsamen Forschungsgruppen mit der TU Dresden sowie der TU Bergakademie Freiberg beschäftigt das Institut mehr als 80 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.

Das Spektrum der verkehrsbezogenen Forschung und Entwicklung am Fraunhofer IVI erstreckt sich über die Bereiche Elektromobilität, Verkehrsplanung und Verkehrsökologie, intelligente Verkehrssysteme, Fahrzeug-, Antriebs- und Sensortechnik sowie Information und Kommunikation bis hin zu den Gebieten Disposition und Logistik.

Das Institut ist Mitglied im Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie sowie der Fraunhofer-Allianzen Verkehr, Energie, Batterien und Big Data, engagiert sich aber auch aktiv in den Fraunhofer-Netzwerken International Business Development, EU, Social Media und Public Relations.

Besonderen Bekanntheitsgrad erreichte das Institut mit der AutoTram® Extra Grand, dem elektronischen Ticketing, der mobilen ÖPNV-Navigation SMART-WAY sowie einem System für den grenzüberschreitenden Katastrophenschutz. In jüngster Zeit stand vor allem ein schnellladefähiger Elektrobus im Zentrum des Interesses.

Das Institut verfügt über leistungsfähige Laborausstattungen, innovative Versuchsplattformen und -fahrzeuge sowie modernste IT-Strukturen. Seit 2013 zählt auch ein neues Technikum mit Fahrzeughalle und angrenzendem Testoval zur Forschungsinfrastruktur des Fraunhofer IVI.

# DAS INSTITUT IM PROFIL

## Verkehr, Energie und Umwelt

Dr. Ulrich Potthoff

Systemmodelle und Prozesssteuerung

*Dr. Ralf Bartholomäus*

Speicher- und Wandlertechnologien

*Richard Kratzing*

## Intelligente Verkehrssysteme

Dr. Torsten Gründel

Mobilität und Assistenz

*Dr. Sunna Torge*

Ticketing und Tarife

*Dr. Torsten Gründel*

## Strategie und Optimierung

Dr. Kamen Danowski

Disposition

*Dr. Kamen Danowski*

Geschäftsprozesse

*André Rauschert*

Logistik

*Axel Simroth*

## Fahrzeug- und Verkehrssystemtechnik

Dr. Thoralf Knotz

Antriebstechnik

*Dr. Frank Steinert*

Verkehrssysteme/Fahrer-Fahrzeug-Interaktion

*Dr. Thoralf Knotz*

Sensor- und Aktorsysteme

*Dr. Stephan Zipser*

Fahrzeugtechnologien

*Dr. Holger Fichtl*

## Forschungsgruppe der TU Dresden

Prof. Dr. Oliver Michler

Ortung, Information und Kommunikation

*Dr. Georg Förster*

## Forschungsgruppe der TU Bergakademie Freiberg

Prof. Dr. Jana Kertzsch

Energiesystemtechnik

*Prof. Dr. Jana Kertzsch*







### **Vorsitzender**

*Prof. Dr.-Ing. Christian Lippold,  
Geschäftsführender Direktor,  
Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr,  
Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,  
TU Dresden*

### **Mitglieder**

*Dr. Annerose Beck,  
Referatsleiterin, Sächsisches Staatsministerium für  
Wissenschaft und Kunst (SMWK)*

*Burkhard Ehlen,  
Geschäftsführer, Verkehrsverbund Oberelbe (VVO)*

*Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus,  
Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft,  
Hochschule Ruhr West*

*Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. Dr. h.c. Werner Hufenbach,  
Direktor, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik,  
Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden*

*Prof. Dr. techn. Klaus Janschek,  
Geschäftsführender Direktor,  
Institut für Automatisierungstechnik,  
Lehrstuhl für Automatisierungstechnik,  
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, TU Dresden*

*Dr. Siegfried Meuresch,  
Referatsleiter, Bundesministerium für  
Wirtschaft und Energie (BMWi)*

*Prof. Dr. Dirk C. Meyer,  
Prorektor für Strukturentwicklung,  
TU Bergakademie Freiberg*

*Peter G. Nothnagel,  
Geschäftsführer, Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH*

*Dirk Schillings,  
Senior Director Engineering, Bombardier Transportation GmbH*

*Bernhard Schmidt,  
Betriebsleiter, Sileo GmbH*

*Reiner Zieschank,  
Vorstand Finanzen und Technik, Dresdner Verkehrsbetriebe AG*

# KURATORIUM DES FRAUNHOFER IVI

Nach der gelungenen Vorabendveranstaltung mit einer Führung durch das Dresdner Energie-Museum »KraftWerk« fand am 26. März 2014 die offizielle Sitzung des Kuratoriums des Fraunhofer IVI statt. Professor Dr. Dirk C. Meyer, Prorektor für Strukturentwicklung der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, wurde als neues Mitglied im Kreise der Kuratoren des Instituts vorgestellt.

Professor Dr. Alfred Gossner, Fraunhofer-Vorstandsmitglied für Finanzen, Controlling und IT, vermittelte den anwesenden Kuratoren einen umfassenden Einblick in die Strategie und Lage der Fraunhofer-Gesellschaft im Kontext der gegenwärtigen weltwirtschaftlichen Entwicklungen.

Auf eine äußerst positive Institutsbilanz 2013 konnte Professor Dr. Matthias Klingner in seiner Präsentation verweisen. So berichtete er über die erfolgreiche universitäre Anbindung, die Schaffung weiterer strategischer Kooperationen sowie den kontinuierlichen Ausbau der Wirtschaftserträge. Zusätzliche Schwerpunktthemen bildeten die aktuelle Ertrags- und Personalentwicklung, die Akquisition neuer Projekte und der damit verbundene Ausbau der Kompetenzen und Geschäftsfelder. Nach Abschluss des Strategieprozesses im Frühjahr 2013 lag der Fokus der Diskussion auf der Weiterverfolgung der im Vorjahr gesteckten Ziele.

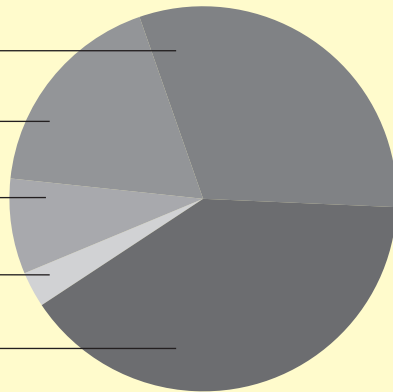
Bevor Gunter Nitzsche das EU-Projekt »TRANSFORMERS – Configurable and Adaptable Trucks and Trailers for Optimal Transport Efficiency« präsentierte, hob Dr. Thoralf Knotte in seinem Vortrag die internationalen Aktivitäten des Instituts, vor allem im Hinblick auf die erfolgreiche Beantragung von Projekten im 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Kommission, hervor.

Abschließend bot sich den Kuratoren die Gelegenheit, das im Laufe des vorherigen Jahres eröffnete neue Testoval zu besichtigen und sich bei einer Fahrt mit der AutoTram® Extra Grand die Vorzüge dieses Verkehrsmittels anschaulich erläutern zu lassen.



### FINANZIERUNG

Wirtschaftsunternehmen	31 %
EU	19 %
Grundfinanzierung	8 %
übrige Auftraggeber	3 %
Bund / Länder	39 %

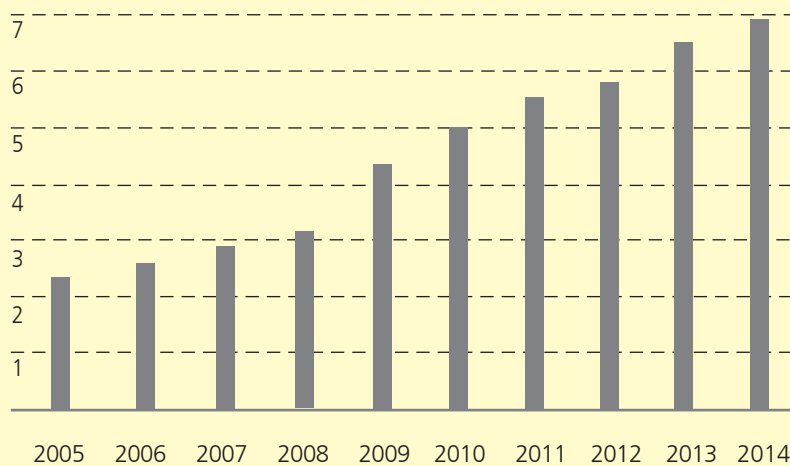


### MITARBEITER 2014

Wissenschaftler	89
wissenschaftliche Hilfskräfte	61
Auszubildende	3
nichtwissenschaftliche Mitarbeiter	14
gesamt	167

### PROJEKTERTRAGSENTWICKLUNG

Ertrag in Mio Euro



# DAS INSTITUT IN ZAHLEN

Im gesamten Auftragsvolumen des Instituts waren Forschungsvorhaben des Bundes und der Länder auch im vergangenen Jahr mit fast 40 Prozent am stärksten vertreten. Der Wertschöpfungsertrag wurde mit knapp 31 Prozent auf einem angemessenen hohen Niveau weiter stabilisiert. Abschließende Arbeiten innerhalb mehrerer europäischer Projekte aus dem 7. Forschungsrahmenprogramm führten im Vergleich zum Vorjahr zu mehr als einer Verdopplung des EU-Anteils auf 19 Prozent.

Insgesamt erreichte das Fraunhofer IVI einen Projektertrag von 6,9 Millionen Euro und setzt damit seinen in den letzten Jahren kontinuierlich vollzogenen moderaten Wachstumskurs fort.

Langjährige Kooperationen konnten ausgebaut und neue Netzwerke geknüpft werden. So ist das Institut seit Januar 2014 Mitglied im Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie, seit Mai 2014 in der Fraunhofer-Allianz Energie. Beide Netzwerke zählen nicht nur innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft, sondern europaweit zu den größten Institutsverbänden ihrer Art und genießen hohe fachliche Reputation. Das Fraunhofer IVI ist assoziierter Partner im 2014 gegründeten »Competence Center for Scalable Data Services and Solutions« (ScaDS), einem der beiden vom BMBF geförderten nationalen Big-Data-Kompetenzzentren, sowie Mitglied der Fraunhofer-Allianz »Big Data«. Darüber hinaus wird durch gemeinsame Arbeitsgruppen mit der TU Dresden und der TU Bergakademie Freiberg eine wichtige Brücke zur universitären Grundlagenforschung und zum wissenschaftlichen Nachwuchs geschlagen.

Fachlich will sich das Institut breiter aufstellen und die bestehenden Geschäftsfelder kundenorientiert weiterentwickeln. Hierzu widmen sich zunächst kleine Teams den aktuellen Themenstellungen Industriedesign und Verkehrssystemdaten. Darüber hinaus bilden jahrzehntelange Kompetenzen in der regionalen und überregionalen Strom-, Gas- und Wasserversorgung eine solide Grundlage für den Ausbau des Bereichs Infrastruktursysteme.

---

Kornelia Brüggert  
Telefon +49 351 4640-670  
kornelia.brueggert@ivi.fraunhofer.de





# KOMPETENZEN UND PROJEKTE

## VERKEHR, ENERGIE UND UMWELT

- Elektrochemische, elektromechanische und elektrisch-thermische Energiewandler
- In-situ-Verfahren zur Alterungs- und Fehlerdiagnose von Hochleistungsenergiespeichern
- Modellbasierte Ladezustandsbestimmung unter Unbestimmtheiten von Lithium-Ionen-Batterien
- Beobachterbasiertes Batteriemanagementsystem
- Luft- und flüssigkeitsgekühlte Hochleistungs-Lithium-Ionen-Speicher
- Multimodale Analyse und Optimierung elektrischer Zellkontaktierungen
- Optimierte Betriebsstrategien und Auslegung von Dualspeichern (kombinierte Supercap-Lithium-Ionen-Speicher)
- Laderegler für Traktionsenergiespeicher
- Modellbasierte Fehleranalyse für Brennstoffzellensysteme
- Prädiktives Energiemanagement für hybride Straßen- und Schienenfahrzeuge
- Latentwärmespeicher zur thermischen Lastspitzendämpfung
- Prädiktives lastsynchrones Thermomanagement
- Machbarkeitsstudien zu innovativen Fahrzeugklimatisierungskonzepten
- Modellgestütztes Screening von Umweltdaten
- Wirkanalyse zu Umweltzonen
- Mikroelektromobilität im innerstädtischen Individualverkehr
- Netzintegration der Ladeprozesse für Elektrofahrzeugflotten
- Intelligente Betriebsführung und Netzanbindung zur Regelennergiebereitstellung
- Designstudien technisch-funktionaler Bauteile des Fahrzeuginterieurs
- Innovative Oberflächenbeschichtungen für Fahrzeuginnenraumelemente
- Energieeffizienzbewertung von Wasserkraftanlagen
- Energetische Autarkie im Gebäude

## FAHRZEUG- UND VERKEHRSSYSTEMTECHNIK

- Fahrzeugkonzepte für Busse und intermediäre Fahrzeuge
- Elektrische und hybride Antriebstechnik
- Einführungskonzepte für elektrische Busse in Nahverkehrsunternehmen
- Kraftstoff- und Energieeffizienzuntersuchungen von Hybridfahrzeugen inklusive Messungen
- Ergonomische Beurteilung von Bedien- und Anzeigekonzepten in der Fahrzeugtechnik
- Engineering von Mehrachslenksystemen (modellbasierter Entwurf, Simulation und Fahrversuche; Steer-by-wire-Lenkungen)
- Lenkassistenzsysteme speziell für Nutzfahrzeuge
- Lebenszykluskostenanalysen und Nutzen-Kosten-Untersuchungen zu neuen Verkehrstechnologien im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV)
- Simulation von Verkehrssituationen im Fahr Simulator
- Schnellladung der Traktionsenergiespeicher von Linienbussen (Docking)
- Elektronische und optische Spurerfassungssysteme für Fahrzeuge und Sonderfahrzeuge
- Kamerabasierte Mess- und Prüfsysteme für technische Prozesse und medizinische Forschung
- Mess- und Prüfsysteme mit Sicht- und Infrarotkameras
- Dynamische Stabilisierung von Nutzfahrzeugen durch Lenkeingriffe
- Optimale Routen- bzw. Pfadplanung für Schwerlasttransporte
- Masseoptimierung und Strukturberechnungen von Bussen und Schienenfahrzeugen
- Oktokopter HORUS (HOVering Remote controlled Ultralight Sensor platform) für Thermoaufnahmen, Foto- und Videoflüge, Stereofotografie, Fotogrammetrie, Vermessung und Erkundung
- Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität II

1 *Besuch bei CarboFibretec,  
Partner im Projekt VeloCité.*

## INTELLIGENTE VERKEHRSSYSTEME

- Intermodale ÖPNV- und City-Informationssysteme
- Elektronisches Fahrgeldmanagement mit automatischer Fahrpreisermittlung
- Ticketserver für HandyTicket Deutschland
- PKM – Branchenstandard für Produkt- und Kontrollmodule im ÖPNV
- PED-Editor für ÖPNV-Tarife
- TKV-Tarifkalkulationssoftware
- SMS-Auskunftsdienste für Fahrplan- und Stadtinformationen
- SMART-WAY – Mobile ÖPNV-Navigation
- NADINE – Fahrpreissensitive Navigation im öffentlichen Verkehr mit modularer Dienstplattform
- Georeferenziertes Datenbanksystem für verkehrliche Anwendungen
- GeMo – Gemeinschaftlich-e-Mobilität: Fahrzeuge, Daten und Infrastruktur
- Guide2Wear – Wearable Devices für den öffentlichen Verkehr
- DELFI+ – Standardisierung von Tarifhaltestellen im ÖPNV
- CPTI – Automatisierte Anwesenheitserfassung in Fahrzeugen des ÖPNV
- EmiD – Elektromobilität für öffentliche und private Fahrzeugflotten
- Preisrechner für ÖPNV-Tarife
- IPSI – Interoperable Produktschnittstelle für HandyTicket-Systeme
- Trend- und Technologiestudien zum hochautomatisierten Fahren
- Smart-Ticket – Funkbasierte Anwesenheitserfassung in ÖPNV-Fahrzeugen

## STRATEGIE UND OPTIMIERUNG

- MobiKat – Technologie für die strategische Planung und operativ-taktische Einsatzführung in der Gefahrenabwehr
- IDIRA – Interoperability of Data and Procedures in Large-Scale Multinational Disaster Response Actions
- Brandschutzbedarfsplanung, Rettungsdienstbereichsplanung und Standortoptimierung
- Konzepte für die primäre Luftrettung in strukturschwachen Gebieten
- Chemlog – Tracking und Tracing von Gefahrguttransporten
- Dynamische Tourenplanung für Transportunternehmen
- Instandhaltungsmanagement für Infrastrukturbetreiber
- Echtzeitfähige Optimierung von innerbetrieblichen Lager- und Transportvorgängen
- OptiCap – Optimale Synchronisation von Produktions- und Logistikkapazitäten
- PLUSS – Operative Fertigungsplanung unter Ungewissheit
- TOTARI – Tourenplanung mit tageszeitabhängigen Routing-Informationen
- Trendanalyse spezifischer Märkte
- iTESA – intelligent Traveller Early Situation Awareness
- Konzepte für die Verknüpfung von Dienstleistungen und Verkehr
- Big-Data-Analyse mittels Hadoop-Clustering





## ORTUNG, INFORMATION UND KOMMUNIKATION

- Umfeldsimulation von aufgezeichneten und generierten Signalen auf Hochfrequenzebene (GPS, Glonass, Galileo, SBAS, GBAS, DAB, DVB-T, TPEG etc.)
- Vergleichende informationstechnische Bewertung von Telematikkomponenten (z. B. Antennen, Empfänger, Navigationsgeräte)
- Fahrzeugautarke Ortung im Schienen- und Straßenverkehr auf Basis globaler Satellitenortungssysteme, Multisensordatenfusion, Map Matching und bodengebundenen Funksensornetzwerken
- Gleis- und spurselektive Ortung von Fahrzeugen
- Funkbasierte, leitungsgebundene und hybride Fahrzeug- und Infrastrukturkommunikation
- Multivariate Methoden, Filtertechniken und Zustandsschätzer zur Datenanalyse und Datenfusion
- Verifikation und Validierung von Ortungs- und Kommunikationssystemen für Fahrzeuge

## ENERGIESYSTEMTECHNIK

- Analytischer Entwurf elektrischer Maschinen
- Numerische Feldberechnung elektrischer Maschinen in 2D und 3D
- Wissenschaftliche Auftragsstudien zur elektrischen Antriebsregelung und Energieflusssteuerung
- Experimentelle Untersuchungen an elektrischen Antriebsprüfständen sowie mechatronischen, elektrischen und thermischen Testständen

**1** *Multinationale Katastrophenschutzübung im EU-Projekt IDIRA.*





# EINRICHTUNGEN UND GROSSGERÄTE

## VERSUCHSFAHRZEUGE

- AutoTram® zur Erprobung von Antriebs- und Spurführungstechniken sowie automatischer Lenkregelung
- Testfahrzeuge für Fahrerassistenz, Fahrerinformation, automatisches Fahren und Elektromobilität
- Einsatzleitwagen ELW MB Sprinter als Testfahrzeug für Leit- und Rettungstechnik
- ELENA, Plattform zur Erprobung von Lenkstrategien
- Schnellladefähiger Elektrobus (EDDA-Bus)

## SOFTWAREAUSSTATTUNG

- Matlab/Simulink
- DSpace Rapid Prototyping Control
- CATIA V5 (Konstruktion)
- ANSYS (Finite Elemente Simulation)
- COMSOL (Multiphysics Simulation)
- Dymola (interdisziplinäre Simulation physikalischer Systeme)
- SIMPACK (Simulation von Mehrkörpersystemen)
- LabView (Entwicklungsumgebung für Mess-, Prüf- und Steuersysteme)
- Dewesoft (Messwerterfassung und Auswertung)
- Halcon (Bildverarbeitung)
- ArcGIS 10.1 (Geoinformationssystem)
- Apache Hadoop, Map/Reduce, HDFS, HBase, Hive, Mahout (Big-Data-Komponenten)

## LABORRÄUME

- Sensorik und Bildverarbeitung
- Kommunikations- und Funktechnik
- Demonstrationslabor für Verkehrstelematik
- Batterielabor
- Elektroniklabor

## TECHNIKAUSSTATTUNG

- Fahrzeughalle mit Krananlage
- Testoval zur Erprobung von Fahrzeug- und Antriebstechnik
- Motorenprüfstand
- Nebenaggregateprüfstand
- Prüfstand für Hochstromkontakte
- Fahrsimulator für Straßenfahrzeuge
- Entwicklungs- und Testumgebung für Sensor-, Aktor- und Auswertesysteme
- Mobile Wasserstoffherzeugung und Tankstelle (HyTra)
- Teststand und Datenerfassungssysteme für Batterie- und Kondensatorspeicher auf Zell- und Systemebene
- Test- und Entwicklungsumgebung für eingebettete Mikrocontrollersysteme verschiedener Leistungsklassen
- Funktionsmuster und Steuerungsentwicklungsumgebung für DC/DC-Wandler
- Klima- und Temperaturmesskammern
- Satellitengestütztes Inertialmesssystem (ADMA)
- Mobiles Messdatenerfassungssystem (DEWETRON)
- Entwicklungssteuergerät für mobile Anwendungen (AutoBox)
- Lenk- und Gaspedalroboter
- Universal Receiver Tester (URT) mit zwei Kanälen (250 kHz bis 2,7 GHz) bei 20 MHz Bandbreite
- Universal Receiver Tester (URT) mit drei Kanälen (85 MHz bis 2,7 GHz) bei 50 MHz Bandbreite
- National Instruments USRP-2920 für Software Defined Radio (50 MHz bis 2,2 GHz)
- National Instruments CompactRIO Steuerungs- und Überwachungssysteme mit diversen IO-Modulen
- Toolkit zur Prüfung Elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV)
- Oktokopter HORUS für Foto-, Video- und Thermoaufnahmen
- Kalibrierte Infrarotmesstechnik
- Mobile Kameras zur Lageüberwachung bei Katastrophensituationen

# **VERKEHR, ENERGIE UND UMWELT**





Dr. Ulrich Potthoff  
Telefon +49 351 4640-638  
ulrich.potthoff@ivi.fraunhofer.de

Im Spannungsfeld zwischen Verkehr und Umwelt ist dem effizienten Energieeinsatz eine besondere Bedeutung beizumessen. Global verteilte Arbeitsprozesse, internationaler Handel, boomende Tourismusbranchen sowie gestiegene Lebensstandards bedingen überproportional wachsende Verkehrsströme mit einem Ressourcenverbrauch von etwa einem Drittel des weltweiten Primärenergieaufkommens.

Mobilität nachhaltiger zu gestalten, den Traktionsenergiebedarf zu minimieren und zunehmend durch erneuerbare Energien zu decken, die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Energieversorgungssysteme zu erfassen, Klimatisierungsprozesse in Fahrzeugen umweltverträglicher zu gestalten oder auch Hochtechnologien aus dem Fahrzeugbereich in stationären Anwendungen vorteilhaft zum Einsatz zu bringen, all das umreißt die vielschichtigen Forschungsgebiete der Abteilung »Verkehr, Energie und Umwelt«.

Entwicklungen zu elektrischen und thermischen Hochleistungsspeichern dominieren derzeit die Projektarbeit. Dabei stehen weniger die elektrochemischen oder materialwissenschaftlichen Grundlagenprobleme, sondern vielmehr der Aufbau großer Energiespeicher mit leistungsfähigen Wandlersystemen, integrierten Diagnose- und Steuerungsfunktionen sowie Kühltechnologien zur Nutzung der Abwärme im Mittelpunkt der Forschung.

Das Themenspektrum zu »Verkehr, Energie und Umwelt« ist außerordentlich weit gefächert und in hohem Maße interdisziplinär geprägt. Fraunhofer-Allianzen, Netzwerke und interne Vorlaufforschungsprogramme bieten hierfür hervorragende Möglichkeiten, Kompetenzen aus verschiedenen Fraunhofer-Instituten zu bündeln und in der interdisziplinären Zusammenarbeit Synergien zur Lösung komplexer Themenstellungen zu erschließen. Und so sind auch verschiedene Forschungsthemen der Abteilung, beispielsweise zur Modellierung der Batteriesicherheit und -zuverlässigkeit, zur Entwicklung von Lithium-Schwefel-Speichersystemen oder zu Zeolith-Wärmespeichern, in leistungsfähige Fraunhofer-Netzwerke eingebunden.

Die Abteilung ist darüber hinaus in mehrere europäische Verbundprojekte zu Entwicklungsschwerpunkten der Elektromobilität und in umfangreiche Forschungsvorhaben des Bundes zu weitgehend autarken Gebäudeversorgungssystemen und überregionalen Wasserstoffapplikationen involviert.

Langjährige Auftragsforschung für namhafte Industrieunternehmen belegen die wissenschaftliche Originalität und praktische Relevanz der Ergebnisse insbesondere auf dem Gebiet der Batterieentwicklung, aber auch der thermischen Modellierung zur Effizienzbewertung von Klimatisierungsanlagen im Nutzfahrzeugbereich.



## Energiespeicher- und Wandlertechnologien

Aktuelle Fragestellungen rund um Energiegestehung, -wandlung und -speicherung bilden die Schwerpunkte der Gruppe und umfassen so globale Themen wie die gesamtgesellschaftliche Herausforderung zur Integration erneuerbarer Energieformen in das Stromnetz, Bewertungen von Netz- und Energiepolitik ebenso wie neuartige Ansätze zu Lastausgleich und Regelernergie als Systemdienstleistungen im Stromnetz.

Als die Schlüsselkomponente der Elektromobilität gilt nach wie vor der elektrochemische Energiespeicher, der durch Kapazität und Leistungsvermögen die Attraktivität eines Elektrofahrzeugs entscheidend beeinflusst. So arbeiten die Wissenschaftler an der Entwicklung und Integration intelligenter Energiespeicherlösungen. Dabei handelt es sich um modulare, kompakte und hochintegrierte Systeme, die über neuartige und wartungsarme Mess- und Steuerungshardware verfügen.

Schwerpunkte der Forschungsarbeiten bilden zudem ganzheitliche Heiz- und Klimatisierungskonzepte für Hybrid- und Elektrofahrzeuge, die neu entwickelte Komponenten einschließen und den Energiebedarf deutlich reduzieren. Zur Steuerung der Energieflüsse dient ein modellprädiktives Thermomanagement. Dessen Einfluss auf den Gesamtenergieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen ist mit Hilfe eigens erstellter Simulationswerkzeuge ermittelbar und lässt sich am Versuchsträger AutoTram® praktisch validieren.

Eine Herausforderung für Ingenieure stellt die lokale versorgungstechnische Autarkie im Gebäudebereich dar. Entworfen, simuliert und validiert werden energietechnische Komponenten anhand thermischer, elektrischer und wasserwirtschaftlicher Spezifikationen. Machbarkeitsuntersuchungen auf der Grundlage erhobener Daten liefern Antworten auf umweltrelevante Fragen.

## Systemmodelle und Prozesssteuerung

Die Gruppe »Systemmodelle und Prozesssteuerung« beschäftigt sich mit Anwendungen moderner regelungstechnischer Methoden vorrangig im Bereich der Fahrzeugtechnik. Kernthemen der Arbeit sind das prädiktive Energiemanagement in Elektro- und Hybridantrieben sowie die Modellierung und Steuerung von elektrischen Energiespeichern zur Gewährleistung einer hohen Systemeffizienz und -lebensdauer.

Zahlreiche FuE-Bestrebungen manifestieren sich in der Initiierung, Gestaltung und Bearbeitung von nationalen wie auch europäischen Forschungsprojekten. So bringen sich die Ingenieure mit ihren speziellen Kenntnissen und Fähigkeiten rund um energetische Fragestellungen in zahlreiche institutsübergreifende Forschungsk Kooperationen ein. Als Beispiele seien neuartige Energiespeicher auf Lithium-Schwefel-Basis ebenso wie die spezielle Komponentenentwicklung für eine autarke Energie- und Medienversorgung angeführt.

Neu entwickelte Konzepte zur Online-Zustandsbestimmung und Alterungsdiagnose in Lithium-Ionen-Energiespeichern sowie zur Steuerung von elektrischen Energiewandlern in hochdynamischen Anwendungen ermöglichen es, bei gleicher Systemhardware eine neue Produktqualität zu erreichen.



## PARTNER

- ads-tec GmbH
- AIB Architekten Ingenieure Bautzen GmbH
- AVL Deutschland GmbH
- Bombardier Transportation GmbH
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
- BBSR Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
- B & O Gebäudetechnik GmbH & Co. KG
- CarboFibretec GmbH
- Carmeq GmbH
- Continental AG
- CWA Constructions SA/Corp
- DEKRA Automobil GmbH
- DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH
- DREWAG NETZ GmbH
- driveXpert GmbH
- DVB Dresdner Verkehrsbetriebe AG
- ElringKlinger AG
- ENSO Energie Sachsen Ost AG
- Euracom GmbH
- EvoBus GmbH
- Flanders Drive
- FRAMO electric transportation GmbH
- GEDES e. V.
- Heliatek GmbH
- Hochschule Lausitz
- Hochschule Mittweida
- HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
- HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG
- Hutchinson
- IAV GmbH, Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr
- ifN-group
- Infineon Technologies
- INNIUS DÖ GmbH
- IRIZAR
- Iveco France
- JTI Jenaer Technologie- und Innovationsberatung
- Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH
- Li-Tec Battery GmbH & Co. KG
- Lotus Engineering
- LZS Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH
- MAN Bus & Truck AG
- Maxwell Technologies SA
- Neue WMS Flocktechnik GmbH
- NXP
- Pneumatik Berlin GmbH
- Prisma Ecotech
- SAENA Sächsische Energieagentur GmbH
- Scania AB
- Siemens AG
- Škoda
- Spheros GmbH
- ThyssenKrupp System Engineering
- Volvo Bus Corporation
- Wilde Metallbau GmbH
- WSB Neue Energien GmbH
- ZeoSys GmbH Zeolithsysteme

1 Workshop bei CarboFibretec.

# »VeloCité« – ELEKTROLEICHTRAD FÜR DEN INNERSTÄDTISCHEN INDIVIDUALVERKEHR

Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ist das Fahrrad unbestritten das mit Abstand attraktivste Verkehrsmittel. Fahrradverkehr ist bis auf den minimalen Flächenverbrauch der Radwege frei von ökologischen Rückwirkungen, ermöglicht in Ballungszentren eine kostengünstige Mobilität bei hoher Flexibilität und wirkt gleichzeitig dem zunehmenden Bewegungsmangel in der Gesellschaft entgegen. Auch im Kontext der Mikroelektromobilität bilden innovative, oftmals mit Muskelkraft unterstützte elektrische Antriebssysteme für Zweiräder entscheidende Migrationspfade für einen Paradigmenwechsel künftiger Mobilitätskonzepte.

Im Rahmen der Förderinitiative »Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität (STROM)« des BMBF wurde durch ein Konsortium aus kleinen und mittelständischen Firmen, Ingenieurunternehmen sowie universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen unter Leitung der CarboFibretec GmbH ein neuartiges Elektrozweirad in Leichtbauweise entwickelt. Es zeichnet sich gegenüber e-Bikes und Pedelecs durch die Synergie mehrerer technischer Innovationen in den Bereichen Rahmen und Laufrad, Antrieb, Leistungssteuerung sowie Batterie aus und setzt als Folge der Funktionsintegration auch hinsichtlich Formgestaltung und Design neuartige Akzente.

## Formoptimierte Leichtbaustrukturen

Die Add-on-Ausführung von elektrischen Antriebssystemen, bei denen das klassische Fahrrad typischerweise um einen Nabenmotor, einen angebauten Akkupack und das Bedienteil ergänzt wird, führen partiell zu einer Verdopplung des Gesamtfahrradgewichtes und zu einer Verschlechterung des optischen Erscheinungsbildes. In einem ganzheitlichen Ansatz wurde die Verwendung von hochwertigen karbonfaserverstärkten Kunststoffen für leistungsfähige, leichte und ästhetische Rahmen- und Laufräder erforscht. Deren Konzeption und Auslegung erfolgte unmittelbar unter Berücksichtigung der Antriebsintegration, um:

- eine größtmögliche Funktionsintegration der Trägerstruktur- und Antriebskomponenten zu erreichen,
- das notwendige Gewicht auf ein Minimum zu reduzieren (Rahmen und Gabel  $\leq 1,8$  bzw.  $3,5$  Kilogramm; Laufrad mit Magneten  $\leq 3,0$  bzw.  $4,0$  Kilogramm in CFK- bzw. CFK/Metall-Hybrid-Bauweise),
- eine hohe Seitensteifigkeit zu realisieren (Hinterrad  $\geq 200$  bzw.  $100$  N/mm; Vorderrad  $\geq 250$  bzw.  $130$  N/mm),
- ein ansprechendes optisches Erscheinungsbild als augenfälliges Alleinstellungsmerkmal zu ermöglichen und so die Identifikation des Nutzers als fortschrittlich und umweltbewusst handelnder, dynamischer Stadtbewohner mit einem einzigartigen Mobilitätsprodukt zu fördern.

## Langlebiger, sicherer und robuster Batteriespeicher

Der erwartete Durchbruch bei allen Elektromobilitätskonzepten, sei es im Pkw- bzw. Nutzfahrzeugbereich oder wie beim hier verfolgten Elektroleichtfahrrad, ist eng gekoppelt an die Lösung der Energiespeicherproblematik. Nur wenn es gelingt, derzeitige Schwachpunkte wie die

- geringe Leistungs- und Energiedichte,
- hohen Kosten,
- unzureichende Sicherheit und
- verminderte Lebensdauer

erheblich zu verbessern, werden sich Elektrofahrzeuge am Markt durchsetzen.

Das vom Fraunhofer IVI konzipierte Batteriespeichersystem basiert auf einem Energiespeicher bestehend aus LiFePO<sub>4</sub>-Zellen im Standardformat 26650, der sowohl eine Schnelllade- als auch Rekuperationsfähigkeit bietet. Sämtliche Algorithmen des Zellmonitorings sowie des Batterie- und Energiemanagements befinden sich auf einer Batteriemangementelektronik, die sich auszeichnet durch



- die Verwendung eines leistungsfähigen Mikrocontrollers,
- die Überwachung des Batteriestroms sowie der Spannung und Temperatur auf Zellebene, wobei letztere aufgrund der Buskommunikation mit einem geringfügigen Verkabelungsaufwand auskommt,
- ein passives Zellbalancing und
- einen minimalen Energieverbrauch ohne dauerhaften Standby-Betrieb.

Bei den entwickelten Algorithmen stand die präzise Zellzustandsschätzung im Fokus. Bisher im Einsatz befindliche Batteriemangementsysteme berechnen den Ladezustand (SOC) der Batterie zumeist auf Basis der Leerlaufspannung (OCV) oder durch Integration des Stroms. Diese Verfahren weisen jedoch bei hochdynamischen Anwendungen, unvermeidbaren Messfehlern und der verwendeten Zellchemie LiFePO4 mit sehr flacher SOC-OCV-Kennlinie große Ungenauigkeiten auf. Zudem können Veränderungen der Batterieeigenschaften durch Alterungsvorgänge nur unzureichend berücksichtigt werden. Folglich sind in herkömmlichen Systemen oft große Reserven zu den Betriebsgrenzen der Batterie vorzuhalten, was den nutzbaren Energieinhalt beträchtlich einschränkt.

Im vorgestellten Projekt wurde auf der Grundlage beobachterbasierter Algorithmen eine Methode entwickelt, die eine Online-Bestimmung des internen Zellzustands aus den verfügbaren Messgrößen ermöglicht. Diese nutzt Informationen zur Genauigkeit der Messgrößen

- Zellstrom  $I_{\text{meas}}$  (Berechnung des SOC mittels Stromintegration  $\text{SOC} = \int I_{\text{meas}} dt$ )
- Zellspannung  $U_{\text{meas}}$  (Berechnung des SOC via SOC-OCV-Kennlinie  $\text{SOC} = \text{OCV}^{-1}(U_{\text{meas}} - \sum_k \eta_k)$ ).

In Kombination mit einer dynamischen Berechnung der Modellgenauigkeit werden Aussagen über die Varianz des geschätzten SOC getroffen. Das Ergebnis ist eine robustere SOC-Schätzung, die sich als Basis für weitere Algorithmen des Batterie- und Energiemanagements eignet.

### Neuartiger, felgennaher elektrischer Antrieb

Die Last- und Geschwindigkeitsprofile beim Radfahren im Stadtverkehr sind gekennzeichnet durch geringe Durchschnittsgeschwindigkeiten und häufige Brems- und Beschleunigungsvorgänge. Aufgrund der im Vergleich zu anderen Fahrzeugen sehr großen Räder, die ein besseres Rollverhalten aufweisen, sind die Raddrehzahlen und damit die Motordrehzahlen bei einem Direktantrieb eher gering. Dies steht im Widerspruch zum technologischen Ansatz und Wirkungsgrad derzeit üblicher Radnaben- oder tretlagernahen Motoren. Begegnet wird diesem Nachteil durch den Einsatz von Getrieben mit hoher Übersetzung, was wiederum zu technisch aufwendigen und schweren Antrieben führt.

Im Rahmen von VeloCité entstand ein neuartiger felgennaher Antrieb nach dem Prinzip des Transversalfeldmotors, der die klassische Laufradkonstruktion (Nabenelektromotor, Speichen, Felge) auflöst. Dabei dient die mit Permanentmagneten versehene Felge des Hinterrades als Rotor. Der Stator ist beidseitig der Felgenflanke im Rahmen integriert. Vorteile dieses Antriebs sind:

- ein deutlich erhöhter Wirkungsgrad (ca. 20 Prozent) im Vergleich zu aktuellen Radnabenmotoren,
- eine bessere Regelbarkeit,
- ein reduzierter Verschleiß sowie
- eine verlängerte Lebensdauer (> 10 Jahre).



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Henning Wittig  
Telefon +49 351 4640-671  
henning.wittig@ivi.fraunhofer.de



# **INTELLIGENTE VERKEHRSSYSTEME**



Dr. Torsten Gründel  
Telefon +49 351 4640-664  
torsten.gruendel@ivi.fraunhofer.de

Digitalisierung und Vernetzung in komplexen Verkehrssystemen nehmen rasant zu. Informations- und Kommunikationstechnologien durchdringen alle Lebensbereiche. Sie ermöglichen es, den Verkehr besser zu organisieren, neue Mobilitätsangebote zu etablieren und die Verkehrsteilnehmer aktiver einzubeziehen. Die Abteilung »Intelligente Verkehrssysteme« greift diese Entwicklungen auf und macht sie nutzbar. Im Mittelpunkt stehen dabei der öffentliche und der Individualverkehr – von der ganzheitlichen Sicht auf diese Verkehrssysteme bis hin zur Fokussierung auf ausgewählte Entwicklungsschwerpunkte wie Information und Navigation, Verkehrsautomatisierung und Verkehrsmanagement, Ticketing und Tarife.

Informations- und Navigationssysteme sind heute eine wichtige Hilfe für viele Verkehrsteilnehmer und – insbesondere für den ÖPNV – seit langem ein thematischer Schwerpunkt der Abteilung. Hierzu gehört die Integration von Smartphones und Wearable Devices ebenso wie die Vernetzung mit alternativen Mobilitätsangeboten, auch im Umfeld der Elektromobilität.

Die Automatisierung des Verkehrs schreitet voran. Selbstfahrende Autos werden Realität. Aktuelle Studien der Abteilung für zwei Bundesländer bestätigen dies eindrucksvoll. Die Wissenschaftler der Abteilung zeigen entsprechende Trends auf, untersuchen relevante Technologien und forcieren die Entwicklung hin zum automatisierten Verkehr mit eigenen Aktivitäten.

Elektronisches Ticketing über Chipkarten und Smartphones bis hin zu einer automatisierten Anwesenheitserfassung in Bus und Bahn wird die Zukunft des ÖPNV prägen. Die Abteilung verfügt hier über eine herausragende Kompetenz, die von vielen Verkehrsunternehmen und -verbänden sowie von Geräte- bzw. Systemherstellern nachgefragt wird.

In allen Themen spielt die Verarbeitung großer Datenmengen eine wichtige Rolle. Das Fraunhofer IVI ist für den Verkehrsbereich assoziierter Partner am nationalen Big-Data-Kompetenzzentrum ScaDS. Im institutseigenen Verkehrs- und Mobilitätsdatenzentrum sowie im Zentrum für Hochleistungsrechnen der TU Dresden steht den Mitarbeitern der Abteilung eine hervorragend ausgebaute IT-Infrastruktur für Big-Data-Anwendungen zur Verfügung.

Innerhalb von Kooperationsprojekten sowie Forschungs- und Entwicklungsaufträgen entstehen Lösungen, die bis zur praktischen Erprobung oder dauerhaft im Produktivbetrieb begleitet werden. Studien und Lastenhefte im Auftrag der Wirtschaft oder der öffentlichen Hand profitieren vom wettbewerbsneutralen technologischen Wissen und der vorhandenen Branchenkenntnis. Kompetenzen in den Bereichen Informatik, Informations- und Automatisierungstechnik, Softwaretechnologie, Mathematik, Verkehrswissenschaft und -wirtschaft, verbunden mit dem Know-how aus Anwendungsprojekten, sind die Basis für den weiteren Erfolg der Abteilung.

## Mobilität und Assistenz

Das Forschungsspektrum der Arbeitsgruppe umfasst die Themen Verkehrsinformation, Verkehrsbeobachtung und -management, Navigation und Routing – sowohl für den Individualverkehr als auch für den öffentlichen Verkehr.

Ein Schwerpunkt ist die echtzeitbasierte Information und intermodale Navigation in öffentlichen Nahverkehrsnetzen. Die individuelle Leitung eines Fahrgastes zu seinem Ziel berücksichtigt Umstiege, vorhandene Fahrausweise sowie persönliche Präferenzen und schafft Vertrauen auch beim Abweichen vom geplanten Reiseverlauf oder bei Verkehrsstörungen. Die Einbindung von Wearable Devices spielt dabei eine wachsende Rolle. Von der Navigationstechnologie profitieren nicht nur eigens entwickelte mobile Applikationen, sondern auch zunehmend mit anderen Verkehrsträgern vernetzte Mobilitätsangebote wie Car-Sharing und Bike-Sharing.

Die Forschungsgruppe entwickelt Verfahren zur Bewertung und Validierung der Datenqualität im Umfeld von Datendreh-scheiben und Auskunftssystemen im ÖPNV. Die echtzeitbasierte Verarbeitung heterogener Daten, semantische Matching- und Mappingverfahren, das Management von Metadaten, die Integration und Bereitstellung von Open Data sowie eine durchgängige Geodatenpflege steigern die Qualität und Wirtschaftlichkeit von Auskunfts- und Navigationsanwendungen.

Auf dem Gebiet der Verkehrsbeobachtung erfolgt die Untersuchung existierender Verkehrsströme einer Region mit Hilfe von Kameras und Sensoren, die verschiedene Daten wie Verkehrsstärke, Geschwindigkeit, Rückstaulänge oder den räumlichen Belegungsgrad, z. B. auf Parkplätzen, erfassen. Im Kontext der Elektromobilität werden u. a. bedarfsorientierte Auslastungsstrategien von Fahrzeugflotten unter Berücksichtigung spezieller Einsatzbedingungen von Elektrofahrzeugen entworfen. Zwei hauseigene BMW i3 sowie eine größere Zahl externer Elektrofahrzeuge gestatten den Test der entwickelten Verfahren und Systeme im täglichen Einsatz.

## Ticketing und Tarife

Umfangreiches Know-how und langjährige Erfahrung zum elektronischen und mobilen Ticketing sowie zu Tarifen im Nahverkehr bilden die Arbeitsgrundlage der Forschungsgruppe. Zu ihrem Selbstverständnis gehört die Nutzbar-machung innovativer Konzepte aus Mathematik, Informatik und Softwaretechnologie für tarifbezogene Anwendungen.

Ein thematischer Schwerpunkt sind flexible Ticketserver und weitere Komponenten des elektronischen Fahrgeldmanagements. Entwickelt wurden beispielsweise der Tarifservers für das bundesweite HandyTicket-System sowie Spezialsoftware, wie der bereits von mehreren Verkehrsverbänden und Unternehmen lizenzierte Produkteditor zur Tarifierstellung im ÖPNV. Dieser lässt sich z. B. zur Erstellung komplexer Fahrpreisalgorithmen und hochoptimierter, XML-basierter Tarifmodule für eingebettete Systeme sowie Backend-Systeme nutzen. Dank vieler Querschnittsthemen – wie der Integration regionaler Tarifdatenbanken und Fahrplanauskünfte bis hin zur Entwicklung attraktiver Webapplikationen und interaktiver Karten – entstehen anwendungsorientierte und benutzerfreundliche Lösungen.

Die Wissenschaftler erarbeiteten erstmals einen bundesweiten Branchenstandard im Rahmen des eTicket Deutschland zur einheitlichen Datenversorgung von mobilen sowie stationären Verkaufs- und Kontrollgeräten im ÖPNV. Sie unterstützen Geräte- und Systemhersteller bei dessen Umsetzung und beraten Verkehrsunternehmen und -verbände bei der Anwendung.

Die vielfältigen Aspekte der automatisierten Fahrpreisermittlung im ÖPNV bilden einen weiteren wichtigen Schwerpunkt – von der Analyse und Visualisierung innovativer Tarife in komplexen Nachfrageszenarien bis hin zur Entwicklung hochleistungsfähiger Software zur Tarifsimulation.



## PARTNER

- Bernmobil – Städtische Verkehrsbetriebe Bern
- BODO Bodensee-Oberschwaben Verkehrsverbund-gesellschaft mbh
- CERTH-HIT Zentrum für Forschung und Technologie Hellas
- DB Vertrieb GmbH
- DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- Dresden elektronik ingenieurtechnik gmbh
- DVB Dresdner Verkehrsbetriebe AG
- e-mobil BW GmbH
- EVAG Erfurter Verkehrsbetriebe AG
- HanseCom GmbH
- IFSTTAR French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks
- InnoTec21 GmbH
- InnoZ Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel GmbH
- Landeshauptstadt Dresden
- Map and Route GmbH & Co. KG
- momatec GmbH
- MVG Münchner Verkehrsgesellschaft mbH
- NVBW Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg mbH
- POLITO Polytechnische Universität Turin
- Prognos AG
- RVD Regionalverkehr Dresden GmbH
- RMV Rhein-Main-Verkehrsverbund GmbH
- TAF mobile GmbH
- Technische Universität Dresden
- TOI Institute of Transport Economics, Norwegen
- TÜV Rheinland Consulting GmbH
- Universität Regensburg
- UPM Universidad Politécnica de Madrid
- VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg
- VDV eTicket Service GmbH & Co. KG
- VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
- VGN Verkehrsverbund Großraum Nürnberg GmbH
- VMT Verkehrsgemeinschaft Mittelthüringen GmbH
- VRR Verkehrsverbund Rhein-Ruhr AöR
- VRS Verkehrsverbund Rhein-Sieg GmbH
- VTI Schwedisches Nationales Institut für Straßen- und Verkehrsforschung
- VTT Technical Research Centre of Finland
- VVO Verkehrsverbund Oberrhein GmbH
- VVS Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH
- webit! Gesellschaft für neue Medien mbH
- WFS Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH
- WWI Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH
- ZIGPOS GmbH

**1** *Diskussionsrunde zu intelligenten Verkehrssystemen in Sachsen.*



# TARIFE ELEKTRONISCH ABBILDEN – DER NEUE BRANCHENSTANDARD IM ÖPNV

Der Ticketerwerb im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) erfolgt heute noch weitgehend über Servicestellen, Fahrerverkaufssysteme, Automaten an Haltestellen oder in Fahrzeugen sowie über tragbare Geräte des Servicepersonals. Dennoch werden immer mehr Tickets auch über Smartphones und Webshops angeboten. Seit langem besteht bei Verkehrsverbänden und -unternehmen der Wunsch, die Versorgung dieser unterschiedlichen Geräte und Systeme mit Tarifinformationen auf eine einheitliche und verlässliche Weise vorzunehmen, um Updates künftig deutlich zu vereinfachen. Bisher sind bei Tarifanpassungen in einer Region oft über eintausend Geräte mit unterschiedlichen Ausprägungen und von mehreren Herstellern zu aktualisieren. Mit der Einführung elektronischer Kontrollen von Tickets, die auf Chipkarten gespeichert oder mit 2D-Barcodes bedruckt sind, müssen auch die jeweiligen Kontrollgeräte mit Tarif-Updates versorgt werden. Die in den Verkaufs- und Kontrollgeräten heute noch existierende Vielfalt proprietärer Schnittstellen, Datenformate und Verarbeitungsabläufe bietet daher ein großes Optimierungspotential. Sie behindert darüber hinaus den Verkauf bzw. die Kontrolle von neuartigen Tarifprodukten, sobald hierfür Anpassungen an eine Gerätesoftware erforderlich werden.

## Geräteunabhängige Produkt- und Kontrollmodule

Ziel der Forschungsgruppe »Ticketing und Tarife« war es daher, im Auftrag des VDV eTicket Service einen geräteunabhängigen Standard zur elektronischen Abbildung und Verarbeitung beliebiger Nahverkehrstarife zu entwickeln. Grundlage dieses Standards sind Produkt- und Kontrollmodule (PKM), in denen Tarifdaten und die entsprechende Verarbeitungslogik einheitlich und dennoch flexibel konfigurierbar sind. Es kann sich um Daten und Algorithmen zur Erzeugung von Tickets in Verkaufsgeräten (Produktmodule) oder zur Gültigkeitsprüfung von Tickets in Kontrollgeräten (Kontrollmodule) handeln. Aus technischer Sicht sind PKM hochgradig für den Lesezugriff optimierte XML-Dateien, die sich mit minimalem Ressourcenverbrauch im Gerät verarbeiten lassen.

Der Branchenstandard (eTicket Deutschland unterscheidet in den relevanten Geschäftsprozessen die Rollen Produktverantwortlicher (PV), Kundenvertragspartner (KVP) und Dienstleister (DL). Dementsprechend werden initial von einem Produktverantwortlichen, oft einem Verkehrsverbund, PV-Produktmodule erzeugt (vgl. Abbildung 1).

Ein Kundenvertragspartner, in der Regel ein Verkehrsunternehmen, verkauft Tickets gemäß dem im PV-Produktmodul konfigurierten Tarif. Er bettet hierzu ein oder mehrere PV-Produktmodule in ein KVP-Produktmodul ein. Dabei lassen sich von ihm eigene Informationen hinzufügen. Das KVP-Produktmodul als Ganzes beinhaltet somit die unternehmensspezifisch ergänzten Tarifdaten von einem oder mehreren Produktverantwortlichen, einschließlich der jeweiligen Steueranweisungen an das Verkaufsgerät zur Erzeugung von Tickets.

Analog fasst ein Dienstleister, in der Regel ebenfalls ein Verkehrsunternehmen, alle für ein Kontrollgerät relevanten Tarifinformationen (aus einem oder mehreren Tarifen) in einem DL-Kontrollmodul zusammen, einschließlich der jeweiligen Steueranweisungen an das Kontrollgerät für die Fahrausweisung.

## Innovation: XML-basierte Fachlogik

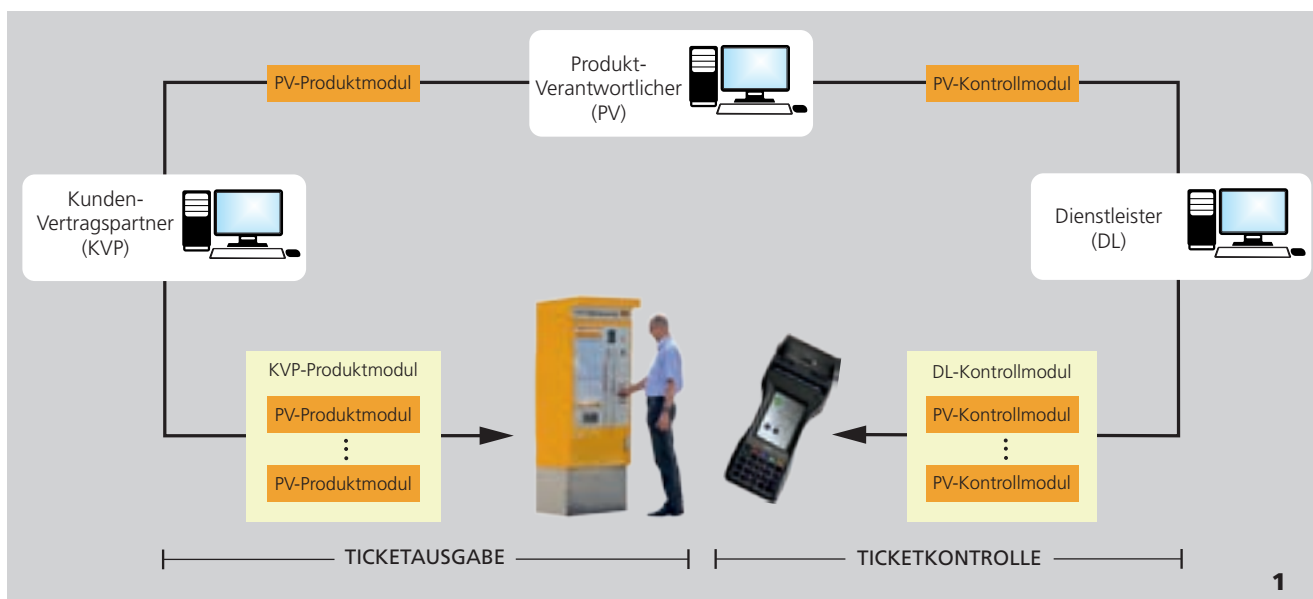
Ein Durchbruch gegenüber bisherigen erfolglosen Ansätzen gelang, weil die XML-Dateien erstmals auch die komplette fachliche Verarbeitungslogik für die Tarifdaten, d. h. die maschinenlesbaren Steueranweisungen, enthalten. Dadurch wird es möglich, beispielsweise komplexe Verkaufs- und Kontrollregeln, Algorithmen zum Erzeugen von Druck- und Anzeigetexten sowie von 2D-Barcodes bis hin zu Abläufen an den Bedienschnittstellen des Geräts in einem Produkt- bzw. Kontrollmodul abzubilden. Hierzu wurde eine spezielle, fachbezogene Konfigurationssprache auf der Basis eines abstrakten tarifbezogenen Fachmodells entwickelt.



Die so tariflich konfigurierten XML-Dateien werden von der jeweiligen Gerätesoftware, die als Interpreter wirkt, lediglich abgearbeitet. Ergänzend muss auf dem Gerät eine Softwarebibliothek mit einer standardisierten Funktionsschnittstelle vorhanden sein. Auf diese Weise lässt sich das Geräteverhalten im Wesentlichen durch die im Produkt- bzw. Kontrollmodul abgelegten Funktionsaufrufe an diese Schnittstelle («call-by-reference») in Verbindung mit den ebenfalls im Modul konfigurierten Fachdaten steuern. Die eigentliche Gerätesoftware und die Funktionsbibliothek sind grundsätzlich tarifneutral. Sie können daher vom Hersteller einmalig standardkonform implementiert und für unterschiedlichste Tarife genutzt werden. Der so minimierte geräteseitige Anpassungsaufwand einerseits und die maximale Flexibilität bei der tariflichen Konfiguration andererseits sind überzeugende Vorteile für Hersteller und Verkehrsunternehmen.

### Standardisierung und Praxiseinführung

Die am Fraunhofer IVI entwickelte Lösung entstand unter Mitwirkung des VDV eTicket Service, der DB Vertrieb, des Kompetenzzentrums EFM beim Verkehrsverbund Rhein-Ruhr sowie der Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg. Nach einer fachlichen Kommentierung durch die etwa 20 am deutschen Markt aktiven Gerätehersteller und Systemhäuser wurde die über 700 Seiten umfassende PKM-Spezifikation im Juni 2014 formal in den Branchenstandard ((e)Ticket Deutschland aufgenommen. In mehreren Nahverkehrsregionen haben Verkehrsverbünde, -unternehmen und Hersteller begonnen, den PKM-Standard einzuführen. Die vom Fraunhofer IVI geschaffene Software »Produkteditor« hat bereits viele Anwender gefunden. Sie beinhaltet alle Funktionen für ein PKM-kompatibles Tarifmanagement und ermöglicht so einen schnellen Einstieg in den PKM-Standard.



Dr. Torsten Gründel  
 Telefon +49 351 4640-664  
 torsten.gruendel@ivi.fraunhofer.de

1 Erzeugung und Verteilung von Produkt- bzw. Kontrollmodulen.

# **STRATEGIE UND OPTIMIERUNG**



Dr. Kamen Danowski  
Telefon +49 351 4640-660  
kamen.danowski@ivi.fraunhofer.de

Mit den Themenfeldern Gefahrenabwehr, Geschäftsprozessanalyse, Logistikplanung und Infrastrukturmanagement bietet die Abteilung »Strategie und Optimierung« ein breites Leistungsspektrum an. In das interdisziplinäre Team bringen Informatiker, Geowissenschaftler und Mathematiker ihre methodische Fachkompetenz und ein breites Praxiswissen ein.

Die anwendungsorientierten Forschungsprojekte dienen der Entscheidungsunterstützung bei der optimierten Planung und Steuerung von Ressourcen. Zu den Kernkompetenzen der Abteilung gehören sowohl die Entwicklung neuartiger Optimierungsverfahren und -algorithmen als auch die Konzeption und Implementierung komplexer Systeme.

Als wesentliche Bestandteile bei der Gestaltung ganzheitlicher Ansätze wurde in den einzelnen Gruppen eine Reihe von flexiblen Modulen für die algorithmische Planung und Optimierung von Abläufen, Ressourcenmanagement, Szenarien- und Trendanalyse, Bewertung von Unsicherheitsfaktoren, Integration von Infrastruktur-, Geo- und Sachdaten sowie Visualisierung entwickelt und in die praktische Anwendung überführt. Hauptauftraggeber sind Bundes- und Landesministerien, Landkreise, Kommunen, Ämter und Behörden, Industrieunternehmen sowie die Europäische Union.

Die in der Abteilung konzipierten Lösungen finden eine hohe Akzeptanz beim stetig wachsenden Kundenstamm und sichern langfristig anspruchsvolle Projekte aus der Industrie. Die umfassende Betreuung, einschließlich Aktualisierung und Weiterentwicklung der Systeme, bildet ein spezielles Aufgabenfeld, das zu einer dauerhaften Kundenbindung und -zufriedenheit geführt hat.



## Disposition

Die Gruppe befasst sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von Lösungen, die einen optimierten Ressourceneinsatz sichern. Die Wissenschaftler arbeiten dabei sehr eng mit Anwendern aus dem Bereich der Gefahrenabwehr zusammen. Neuartige Verfahren für die effektive Risikoanalyse und -bewertung, strategische Planung und operative Einsatzführung werden konzipiert, implementiert und in die dauerhafte praktische Nutzung bei der Feuerwehr, dem Katastrophenschutz, dem Rettungsdienst und der Polizei überführt. Die Vielzahl regelmäßiger publikumswirksamer Einsätze der entwickelten Module und Systeme sichert eine sehr vertrauensvolle Zusammenarbeit und eine starke Bindung zwischen Forschung und Praxis.

## Logistik

Im Vordergrund steht der Entwurf von Planungskonzepten zur operativen Optimierung logistischer Prozesse und deren Umsetzung in Systeme zur Entscheidungsunterstützung. Die neuartigen Konzepte und Systeme basieren auf Modellen und Lösungsmethoden des Operations Research. Ein besonderer Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liegt auf der Logistikplanung in Szenarien mit Ungewissheit und sich ständig ändernden Informationen. Hier sind Planungsverfahren und Algorithmen gefragt, die echtzeitfähige und robuste Anpassungen bestehender Lösungen erlauben.

Die behandelten Anwendungsfelder umfassen dabei klassische Aufgaben aus Logistik und Transportwesen wie der Tourenplanung und dem Lagerhaltungsmanagement, aber auch die Produktionsplanung und Fertigungssteuerung in Verbindung mit Logistikanforderungen sowie dem Instandhaltungsmanagement von Infrastruktursystemen. Kunden und Partner der Gruppe sind zumeist IT-Systemhäuser und Dienstleister aus dem Bereich der Logistik, aber auch Endanwender.

## Geschäftsprozesse

Das Zeitalter der Digitalisierung beeinflusst die Unternehmenswelt so stark, dass veränderte Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse nahezu jede Branche betreffen. Alte Geschäftsmodelle lösen sich auf, neue werden geschaffen. Die Herausforderung dieses Zeitalters ist die Beherrschbarkeit der Daten, deren Umfang und Geschwindigkeit, aber auch deren Vielfalt, Variabilität sowie letztendlich der Datenwert als Geschäftsnutzen.

Die Arbeitsgruppe »Geschäftsprozesse« hat zur Verarbeitung und Analyse dieser Daten das AcubeS-System (A<sup>3</sup> – Analytics as a Service) auf Basis des Apache-Ecosystems entwickelt, u. a. mit den Komponenten Hadoop, HBase, Lucene und Nutch sowie dem Map/Reduce-Programmiermodell. Mit diesem System stehen sowohl Technologien zum Abgreifen von Datenströmen (Unternehmens-/Internetdaten) als auch die schnelle Datenspeicherung und -analyse – beispielsweise durch Clustering oder Klassifizierungstheorie – aus strukturierten und unstrukturierten Datenmengen zur Verfügung. Auf deren Basis werden Informationen fusioniert und ergeben neuartige Sachverhalte. Ziel ist es, die Lücke zwischen gesammelten Datenmengen und daraus ableitbarer Entscheidungsunterstützung zu schließen.

Großer Wert wird dabei auf eine intensive Zusammenarbeit mit der Industrie gelegt, beginnend beim partnerschaftlichen Engagement mit dem deutschen Marktführer für IT-Prozessanalyse und -automatisierung bis hin zur Dienstleistungserbringung für Europas größten Reiseanbieter. Mit der gewonnenen Expertise spielt die Arbeitsgruppe eine wichtige Rolle bei der Digitalisierung von Geschäftsprozessen.



## PARTNER

- Akademie o.p.s. Brno
- antwortING GmbH
- apromace data systems GmbH
- ASSMANN Büromöbel GmbH & Co. KG
- CEMOSA S.A.
- DACHSER GmbH & Co. KG
- DB Mobility Logistics AG
- Deutsches Rotes Kreuz DRK
- DMA S.r.l.
- Dresden Informatik GmbH
- DUALIS® GmbH IT Solution
- DUALIS Search Solutions GmbH
- Friedrich-Schiller-Universität Jena
- Geofabrik GmbH
- HANDSPIEL GmbH
- INQUENCE GmbH
- IPM GmbH
- KIT Karlsruher Institut für Technologie
- Landeshauptstadt Dresden
- Landkreis Bautzen
- Landkreis Görlitz
- Landkreis Meißen
- Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge
- Liebherr-Hausgeräte GmbH
- Meindl Entsorgungsservice GmbH
- Network Rail Infrastructure Ltd
- OPTIM-AL Ltd.
- OPTITOOL GmbH
- PaX AG
- Polizeidirektion Chemnitz
- Region Liberec
- Region Ústí nad Labem
- SALT Solutions GmbH
- Siemens AG
- Software AG
- Strukton Rail BV
- Swissphone
- SQL AG
- T-Systems Multimedia Solutions GmbH
- Technische Universität Dresden
- TECNALIA
- TLP spol. s.r.o.
- Trafikverket
- travel-BA.Sys GmbH + Co. KG
- TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
- Universität Sevilla
- ULD Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig Holstein
- VectorCommand Ltd.
- Vorwerk Nickern GmbH
- VTT Technical Research Centre of Finland
- WANKO Informationslogistik GmbH

1 Abschlusspräsentation  
 »Freiwillige Feuerwehren  
 Sachsen 2020«.

# PRÄSKRIPTIVE ANALYTIK UND BIG DATA: TECHNOLOGIEN UND METHODEN ZUR ABLEITUNG VON ENTSCHEIDUNGEN

## Entscheidungssteuerung statt Berichtswesen

*Präskriptive Analytik* beschreibt die dritte und letzte Stufe der Auswertung von Daten im Unternehmen (Abbildung 1) unter Einbeziehung einer Vielzahl verschiedener Quellen. In nahezu jeder Abteilung eines Unternehmens wird die eigene Datenhistorie in Form von deskriptiven Statistiken (Stufe 1) zur Auswertung von Kennzahlen herangezogen. Die wenigen Firmen, denen bereits heute die Bedeutung von prädiktiven Analysen (Stufe 2) bewusst ist, nutzen diese intensiv, z. B. in der Wartung des operativen Maschinenparks. Die *Präskriptive Analytik* geht noch einen Schritt weiter und zeigt auf, wie Prozesse gesteuert und Entscheidungen unterstützt werden können. Um die weiterentwickelte Analytik zu realisieren, sind drei bisher divergente Wissensgebiete – Big Data, Datenanalyse sowie mathematische Optimierung – intensiv aufeinander abzustimmen.

## Daten als Öl des 21. Jahrhunderts

Das erste Teilgebiet – Big Data – rollt derzeit wie eine Naturgewalt über Unternehmen herein. Klassische Statistiken und Tortendiagramme reichen bei einer solchen Datenmenge nicht mehr aus, denn ungefilterte Daten sind ein undurchdringliches Dickicht an Einzelinformationen. Mit einer schnellen Abspeicherung und effizienten Verarbeitung indifferenter Datenmengen sowie der zusätzlichen Anreicherung durch unstrukturierte Datenströme (ggf. aus dem Internet) entsteht eine branchenübergreifende Basistechnologie. Hierfür hat das Fraunhofer IVI das System AcubeS (A<sup>3</sup> – Analytics as a Service) entwickelt, das dieser Informationsflut Herr werden soll.

Die Datenanalyse ist das zweite Teilgebiet: *Man kann nicht managen, was man nicht messen kann*. Mittels statistischer und probabilistischer Modelle kommen entsprechend auf Use Cases angepasste Methoden für das Erkennen von Zusammenhängen in Daten zum Einsatz [Fuzzy Association Rule Mining (FARM), Dynamisch Semantisches Data Mining (DSDM)].

Im dritten Teilgebiet erfolgt die Aufbereitung und Analyse der Daten auf Basis der mathematischen Optimierung zum Zwecke der Entscheidungsfindung. Ein mathematisches Modell wird für die im Unternehmen zu lösenden Fragestellungen realisiert (Planung der Instandhaltungsmaßnahmen, optimaler Ressourceneinsatz, Steuerung der Produktionseinheiten). Mit dem Prinzip der Vorausschau werden im Unterschied zu herkömmlichen Planungsmodellen zukünftige Entwicklungen in die Auswahl optimaler Entscheidungen einbezogen. Daraus resultiert eine weit größere Robustheit gegenüber Änderungen und Störungen. Dies wiederum wirkt sich positiv auf die Unternehmensstrategie aus.

Das Ergebnis zeigt auf, dass aus den endlosen Datenmengen, die im Unternehmensalltag anfallen, entsprechender Nutzen generiert werden kann. So wie Rohöl zunächst durch eine Raffinerie laufen muss, damit anschließend verschiedene Produkte entstehen können, verhält es sich auch mit Daten. Diese sind das Öl des 21. Jahrhunderts und vor allem der deutsche Mittelstand hat nun die Chance, in vielen Branchen Weltmeister im Schürfen von Daten zu werden.

## Präskriptive Analytik in der Anwendung

Das Fraunhofer IVI hat dazu Expertenwissen in verschiedenen Projekten<sup>1</sup> erworben. Ein Anwendungsgebiet der *Präskriptiven Analytik* ist das Instandhaltungsmanagement von Bahn-Infrastrukturen: Durch automatisiertes Monitoring fallen riesige Datenmengen an, die den physikalischen Zustand einzelner Infrastrukturelemente wie Gleise, Weichen, Oberleitungen usw. beschreiben. Mit Methoden der deskriptiven Analytik werden Kenngrößen, die den Gesamtzustand charakterisieren, abgeleitet sowie auf Basis von historischen Daten Muster für kritische Zustände erkannt. Die prädiktive Analytik nutzt Prognosemodelle, um Wahrscheinlichkeiten bzgl. Lebensdauer, Ausfällen und zukünftigen Zuständen vorherzusagen.

<sup>1</sup> Exemplarisch ausgewählte Projekte: ACEM-Rail und PLUS.



Auf Basis dieser Informationen lässt sich eine neue Qualität der *Präskriptiven Instandhaltungsplanung* erreichen, die sowohl die Ausfallrisiken der Infrastruktur minimiert, die Kosten der Maßnahmen berücksichtigt als auch die Auswirkungen auf den Bahnbetrieb senkt.

Ein weiteres, nach einem ähnlichen Prinzip arbeitendes Anwendungsgebiet ist ein System zur *Präskriptiven Entscheidungsunterstützung* in der Produktionssteuerung: Sensordaten von Maschinen, Werkzeugen und Produktionsprozessen werden in Echtzeit fusioniert und hinsichtlich etwaiger Auffälligkeiten analysiert. Dabei erkannte Muster korrelieren mit historischen Ereignissen wie Werkzeugbrüchen, Maschinenausfällen, Qualitätsproblemen und prognostizieren Zustände in der Zukunft. Die Algorithmen der *Präskriptiven Analytik* helfen bei der Entscheidungsfindung in der Wartungsplanung sowie der Anpassung der Produktionssteuerung.

### Daten schürfen – aber wie?

Heute investieren viele Unternehmen eine Unmenge an Zeit in die Strukturierung von Daten (Zählung, Grafikaufbereitung, etc.), so dass ihnen nur wenig Zeit bleibt, sich mit prädiktiver und *Präskriptiver Analytik* zu beschäftigen. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sollten sich die Entscheider den folgenden drei Fragestellungen nach

- dem primären Unternehmensziel im Bereich der analytischen Aktivitäten,
- den wirklich kritischen Pfaden im Geschäfts- oder Unternehmensprozess sowie
- den zukünftigen Unterschieden der eigenen Geschäftstätigkeit von der der Mitbewerber

widmen. Das Fraunhofer IVI steht bereit, mittelständische Unternehmen bei der Beantwortung dieser Fragen sowie den nachfolgenden analytischen Aufgaben von der Prozessoptimierung bis zur Digitalisierung von Geschäftsprozessen zu begleiten.



1 Die drei Stufen der Datenauswertung in Unternehmen.

---

André Rauschert  
 Telefon +49 351 4640-681  
 andre.rauschert@ivi.fraunhofer.de

---

Axel Simroth  
 Telefon +49 351 4640-665  
 axel.simroth@ivi.fraunhofer.de



# **FAHRZEUG- UND VERKEHRSSYSTEMTECHNIK**



Dr. Thoralf Knote  
Telefon +49 351 4640-628  
thoralf.knote@ivi.fraunhofer.de

Technologien für neuartige Nutzfahrzeugkonzepte stehen im Fokus der Abteilung »Fahrzeug- und Verkehrssystemtechnik«. Kernthemen sind dabei innovative Fahrzeuglösungen und Schlüsseltechnologien im Bereich des straßen- und schienengebundenen ÖPNV. Hierzu zählen der Gesamtfahrzeugentwurf, konstruktive Teillösungen, innovative Antriebe, Methoden zur Energieeffizienz – auch bzgl. der Nebenaggregate – sowie Lenkregelungs- und Fahrerassistenzsysteme. Verschiedene dieser Entwicklungen fanden Einzug in die AutoTram® Extra Grand. Besonders hervorzuheben sind ein Mehrachs-Lenkregelungssystem und ein hybrider Antriebsstrang mit verteilten Leistungsquellen.

Begleitet werden die Entwicklungsergebnisse durch Untersuchungen zu Betriebskonzepten im ÖPNV. Hierbei steht seit 2012 die Erarbeitung von Konzeptionen für die Einführung von Batteriebusen in verschiedenen deutschen Verkehrsbetrieben im Vordergrund. Die Erfahrungen aus den Fahrzeug- und Betriebskonzepten für den ÖPNV werden zunehmend auf andere Nutzfahrzeugbereiche, wie landwirtschaftliche Anwendungen oder Schwertransporte, übertragen.

Die Bearbeitung der Projekte erfolgt mit Hilfe moderner Hard- und Software, wobei insbesondere für Konstruktionsarbeiten ein mit leistungsfähigen Ingenieurarbeitsplätzen ausgerüsteter Rechnerpool zur Verfügung steht. Die Wirkungsweise vieler Lösungen wird vorab mit selbst entwickelten Simulationswerkzeugen getestet, die von Anwendungen für Einzelkomponenten über komplexe Gesamtfahrzeuge bis hin zu Modellen für die Abbildung ganzer Fahrleitungsnetze reichen.

Für die praktische Umsetzung stehen als Testplattformen die AutoTram®, ein schnellladefähiger Batteriebus, ein Versuchsfahrzeug zur Erprobung von Lenkalgorithmen, ein Prüfstand für konventionelle, elektrische und hybride Antriebsstränge inklusive Nebenaggregaten und diverse Labore zur Verfügung. Messausrüstungen, z. B. für die kleinteilige und ortsbezogene Erfassung von Energieverbräuchen in Fahrzeugen, sowie ein Fahrsimulator für Pkw- und Busanwendungen runden die technische Ausstattung der Abteilung ab.

## **Fahrzeugtechnologien**

Ein verstärktes Umweltbewusstsein, die zunehmende Urbanisierung und sich verändernde Mobilitätsbedürfnisse erfordern neue fahrzeugtechnische Lösungen. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die Gruppe insbesondere mit der Entwicklung neuer Konzepte für Verkehrssysteme des ÖPNV in den Bereichen Straßen- und Schienenfahrzeuge. Weitere Forschungsaktivitäten konzentrieren sich auf intermediäre Fahrzeuge und Monorails. In Zusammenarbeit mit namhaften Herstellern von ÖPNV-Fahrzeugen und Zulieferern werden Lösungen erarbeitet, die einen breiten Bereich des Entwicklungsprozesses abdecken. Zu den fachlichen Aufgaben zählen Designstudien, Packageuntersuchungen zur Integration von Baugruppen, CAD-gestützte Modellierungen, strukturmechanische Berechnungen sowie Festigkeitsnachweise und Visualisierungen, die sowohl für das Gesamtfahrzeug als auch für Teilkomponenten zur Anwendung kommen. Die federführende Mitwirkung bei der erfolgreichen Entwicklung und Inbetriebnahme der AutoTram® Extra Grand untermauert die fahrzeugtechnische Kompetenz der Gruppe.

## **Verkehrssysteme/Fahrer-Fahrzeug-Interaktion**

Im Mittelpunkt der Aktivitäten stehen die Erarbeitung von Einführungskonzepten für rein elektrische Busse in Nahverkehrsunternehmen, die Planung von ÖPNV-Betriebskonzepten sowie Analysen der Lebenszykluskosten von konventionellen und innovativen Fahrzeugsystemen für den öffentlichen Verkehr. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt sind energetische Bewertungen von ÖPNV-Fahrzeugen, wobei ein Vergleich verschiedener Antriebs- und Energieversorgungssysteme im Vordergrund steht. Modellgestützte Bewertungen der Verkehrssicherheit und des Verformungsverhaltens von Straßenfahrzeugen bei Unfällen stellen eine Neuausrichtung der Arbeitsgruppe dar.

## **Antriebstechnik**

Das Tätigkeitsfeld dieser Gruppe umfasst die Erarbeitung von Antriebsstrangkonfigurationen für Pkw und Nutzfahrzeuge, die Dimensionierung der Antriebsstrangkomponenten sowie die prototypische Umsetzung und Erprobung auf den Prüfständen des Instituts und direkt im Fahrzeug. Die zugehörigen Betriebsstrategien und das Energiemanagement werden unter den Gesichtspunkten der Leistungsfähigkeit, der Lebensdauer der Komponenten sowie der Minimierung des Primärenergieeinsatzes entwickelt und optimiert, wobei auch die Nebenaggregate eingeschlossen sind. Energiespeicher für ÖPNV-Fahrzeuge und Technologien zur Übertragung elektrischer Energie sind ein weiterer Forschungsgegenstand. Zudem beschäftigt sich die Arbeitsgruppe mit der Hybridisierung und Elektrifizierung von Landmaschinen und Kommunalfahrzeugen mit dem Ziel, den Automatisierungsgrad und die Effizienz dieser Systeme zu steigern.

## **Sensor- und Aktorsysteme**

Ein fahrzeugtechnischer Schwerpunkt ist die modellbasierte Auslegung und Erprobung von Mehrachslenkungen. So wurde für die 30,7 Meter lange AutoTram® Extra Grand eine Steer-by-wire-Lenkung konzipiert und mit Industriepartnern erfolgreich umgesetzt. Wesentliche Beiträge sind Simulationsuntersuchungen, Erprobungen mit Versuchsträgern (Rapid Prototyping) sowie die Inbetriebnahme.

Mittels optimaler Pfadplanung erfolgt die Entwicklung von Verfahren, die das kollisionsfreie Passieren von Engstellen für mehrachsgelenkte Nutz- und Schwerlastfahrzeuge absichern. Neben der messtechnischen Begleitung von Fahrversuchen werden für Forschung und Industrie spezifische Mess- und Prüfkonzepte erarbeitet, z. B. eine präzise Temperaturmessung für Tiere (referenzierte Infrarotthermografie und Bildverarbeitung) sowie Prüfeinrichtungen für die Herstellung von Sicherheitspapier.



1

## PARTNER

- Adam Opel AG
- Alois Pöttinger Maschinenfabrik GmbH
- Airclip Service GmbH & Co. KG
- Barnimer Busgesellschaft mbH
- Baiyun Power Group
- BMVI Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
- Bombardier Transportation GmbH
- Bundesanstalt für Straßenwesen
- Carrosserie Hess AG
- DAF Trucks N. V.
- Daimler AG
- DB RegioNetz Verkehrs GmbH (Erzgebirgsbahn)
- DERAP AG
- DVB Dresdner Verkehrsbetriebe AG
- EURABUS
- EBF Dresden GmbH
- FEHRL
- FSD Fahrzeugsystemdaten GmbH
- Hako GmbH (Multicar Waltershausen)
- Hamburger Hochbahn AG
- Heinrich Schwertransport
- HAW Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
- HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
- HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG
- Hübner GmbH
- IRIZAR
- IRU Projects ASBL
- Jenaer Nahverkehr GmbH
- KIT Karlsruher Institut für Technologie
- Kölner Verkehrs-Betriebe AG
- Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug  
Forschungsgesellschaft mbH
- Li-Tec Battery GmbH & Co. KG
- LVB Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH
- M&P Motion Control and Power Electronics GmbH
- Mobil Elektronik GmbH
- MOVAB-D GmbH
- MVG Münchner Verkehrsgesellschaft
- MVV Münchner Verkehrs- und Tarifverbund GmbH
- Neue WMS Flocktechnik GmbH
- ObjectFab GmbH, Dresden
- OMT GmbH Oberflächen und Materialtechnologie
- Ortloff Technologie GmbH
- Papierfabrik Louissenthal GmbH
- PE INTERNATIONAL
- Robert Bosch GmbH
- RWS Railway Service GmbH
- SAPA GmbH
- Schmitz Cargobull AG
- Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH
- Siemens AG
- Solaris Bus & Coach S.A.
- Stadtwerke Bonn GmbH
- Technische Universität Dresden
- TNO Netherlands Organisation for Applied Scientific Research
- Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG
- TÜV Rheinland AG
- UITP International Association of Public Transport
- Universal Transporte Michels GmbH & Co. KG
- üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG
- Van Eck B. V.
- VCDB VerkehrsConsult Dresden-Berlin GmbH
- VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
- Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH
- VHH Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein AG
- Voith Engineering Service GmbH
- Volkswagen AG
- Vossloh Kiepe GmbH
- Volvo Lastvagnar AB
- Volvo Technology

1 General Assembly Meeting  
im EU-Projekt TRANSFORMERS.



# ELEKTROMOBILITÄTS-DEMONSTRATION DOCKING-ANWENDUNG (EDDA)

## Motivation

An der Umsetzung des vollelektrischen Busbetriebs nach dem Docking-Prinzip arbeitet das Fraunhofer IVI seit mehr als 10 Jahren. Mit Docking-Prinzip wird ein neues elektrisches Antriebskonzept für Fahrzeuge des ÖPNV bezeichnet. Im Fahrzeug fungiert ein Energiespeicher als alleinige Energieressource. Der Energiespeicher wird aus gegenseitig installierten Schnellladeeinrichtungen (Docking-Stationen) punktuell mit elektrischer Energie nachgeladen und gibt diese zum Antrieb des Fahrzeugs und zur Versorgung elektrischer Hilfsbetriebe bedarfsgerecht ab. Innerhalb verschiedener Projektbeteiligungen und Eigenforschungsleistungen wurden durch Mitarbeiter des Instituts Weiterentwicklungen von Schlüsselkomponenten maßgeblich begleitet. Mit dem Ziel der seriennahen Umsetzung und Erprobung bildete sich ein Konsortium, bestehend aus Industrie- und Verkehrsunternehmen sowie dem Fraunhofer IVI. Innerhalb des vom BMBF geförderten SEB-Teilprojektes EDDA-Bus gelang die Integration und Demonstration des Docking-Prinzips im Fahrgastbetrieb auf einer Pilotlinie der Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) AG.

## Fahrzeug

Das Fraunhofer IVI verfügt seit November 2010 über einen seriellen Hybridbus. Im Projektverlauf konnte das Fahrzeug durch die Integration eines 85-kWh-Lithium-Polymer-Batteriespeichers der Firma HOPPECKE Advanced Battery Technology GmbH für einen rein elektrischen Betrieb umgerüstet werden. Die Arbeiten erfolgten in Zusammenarbeit mit dem Hersteller des Busses (Göppel Bus GmbH) und dem Lieferanten der elektrischen Traktionsausrüstung (Vossloh Kiepe GmbH), um eine anschließende Zulassung für den Liniendienst sicherzustellen.

Nach der Demontage der Generatoreinheit inkl. Abgasanlage stand ausreichend Raum für den Einbau des Energiespeichers und weiterer notwendiger Komponenten, insbesondere des fahrzeugseitigen Hochstromkontaktsystems, zur Verfügung.

## Ladestation

Aus heutiger Sicht eignen sich zur Nachladung eines Fahrzeugenergiespeichers zwei Varianten gegenseitiger Energieversorgungseinrichtungen. Dabei stellen die Pulsladung (15 Sekunden mit 700 Kilowatt) an Haltestellen und die für Linienendpunkte konzipierte Schnellladung (6 Minuten mit 250 Kilowatt) voneinander wesentlich abweichende Anforderungen hinsichtlich der Leistungsbereitstellung aus einer Netzressource.

Ist eine Infrastruktur mit Unterwerken und Fahrleitungsführung in Form von Oberleitung oder Stromschienen nicht vorhanden, erscheint die Nutzung standardisierter Energieversorgungsnetze ökonomisch sinnvoll. Hierfür kommen vor allem das Niederspannungsnetz und das Mittelspannungsnetz in Betracht.

Die Firma M&P Motion Control and Power Electronics entwickelte im Projekt EDDA-Bus zwei Ladestationen, mit denen neben der Pulsladung auch die Schnellladung dargestellt werden kann. Der Leistungsbezug ist wahlweise aus einem Niederspannungs-, einem 20-Kilovolt-Mittelspannungs- oder einem Bahnstromnetz möglich.

Für die Pulsladung wird ein in der Ladestation integrierter Superkondensatorspeicher durch ein galvanisch isoliertes Netzteil und die Tiefsetzfunktion eines Hoch/Tiefsetzstellers aus einem Niederspannungsnetz mit 50 Kilowatt über einige Minuten vorgeladen. Für die Schnellladung erfolgt der Energietransfer ohne Zwischenspeicherung direkt aus der Netzressource zum Fahrzeug.

Mit Hilfe der Ausgangsstufe lässt sich der Energiefluss zum Fahrzeug steuern. Der Betrieb der Leistungselektronik wurde sowohl für die strom- als auch für die spannungsgeregelte Nachladung eines Fahrzeugenergiespeichers vorbereitet, der Auslieferungszustand geht von einer Stromregelung aus.



## Kontaktsystem

Die elektrischen Kontaktsysteme von ÖPNV-Fahrzeugen (Stromabnehmer mit Schleifkohlen und Oberleitung bzw. Stromschiene) sind hauptsächlich für die Energieübertragung während der Fahrt ausgelegt. Vor allem bei Pulsloadungen bedarf es hoher Ladeleistungen, um in kurzer Zeit ausreichend viel Energie übertragen zu können. Bei definierten Ladespannungen resultiert dies in sehr hohen Ladeströmen von bis zu 1000 Ampere, die während des Fahrgastwechsels für etwa 15 Sekunden zu übertragen sind.

Bei Stillstand des Fahrzeugs gibt es keine Relativbewegung zwischen den Kontaktpartnern. Die erforderlichen hohen Übertragungsströme können zu örtlichen Überhitzungen führen und eine Schädigung der Kontaktpartner verursachen. Bei der Entwicklung eines Kontaktsystems war dieser Problematik durch Vorhaltung einer ausreichend großen Anpresskraft und/oder Kontaktfläche zu begegnen.

Bei einer Anwendung in nicht spurgeführten Fahrzeugen ist neben der Kontaktqualität ebenfalls eine ausreichend große Positionierungstoleranz beim Kontaktschluss vorzusehen. Durch den Einsatz speziell geformter Bordsteine im Haltestellenbereich wird diese Anforderung minimiert. Bei geschlossenem Kontakt kann das Fahrzeug, bedingt durch den Fahrgastwechsel und die bei einem Linienbus zur Standardausstattung zählende Kneelingfunktion, dennoch hohe dynamische Schwankungen aufweisen.

Das im Projekt EDDA-Bus in Zusammenarbeit mit dem Industriepartner Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH entwickelte Kontaktsystem erfüllt die genannten Anforderungen und gewährleistet im Zusammenspiel mit der am Fraunhofer IVI entwickelten Automatisierungslösung während des Pilotbetriebes den sicheren und zuverlässigen Energietransfer zwischen Ladestation und Fahrzeug ohne Interaktion des Fahrzeugführers.

## Linienbetrieb

Für den angestrebten Einsatz der Gesamtlösung im Linienbetrieb stand die Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) AG zur Verfügung. Auf einem Rundkurs von 14,4 Kilometern Länge erweiterte das Fahrzeug ab Anfang November 2014 für mehrere Monate das Beförderungsangebot auf zwei Teilstücken der Buslinie 61. Für die betriebsgemäße Schnellladung nach jedem Umlauf sowie die Demonstration der Pulsladung wurde am Busbetriebshof Gruna eine Ladestation errichtet.



1 Ladevorgang EDDA-Bus.

2 Vollelektrisches Fahrzeug mit Hochstromladesystem im finalen Ausbauzustand.



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Sven Klausner  
Telefon +49 351 4640-812  
sven.klausner@ivi.fraunhofer.de



# **ORTUNG, INFORMATION UND KOMMUNIKATION**



Einen Baustein der strategischen Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI und der Technischen Universität Dresden stellt die Arbeitsgruppe »Ortung, Information und Kommunikation« dar, die als Forschungskoooperation mit dem Lehrstuhl »Informationstechnik für Verkehrssysteme« konzipiert wurde. Dieser ist am Institut für Verkehrstelematik an der Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List« der TU Dresden angesiedelt und wird von Prof. Dr. Oliver Michler geleitet. Derzeit sind in der Arbeitsgruppe sechs Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler tätig, von denen drei an ihren Dissertationen arbeiten.

Inhaltlich werden Themen im Zusammenhang mit der funkbasierten und leitungsgebundenen Übertragung von Daten adressiert. Der Fokus liegt dabei auf Software Defined Radio, hybriden Lokalisierungsverfahren, energieeffizienten Sensorortungsnetzen und Interferenzanalysen. Ein großer Teil der Projekte ergibt sich unmittelbar aus konkreten Fragestellungen technologieorientierter kleiner und mittelständischer Unternehmen. Mit der verkehrstelematischen und kommunikationstechnischen Ausrichtung ihrer Mitarbeiter werden aber auch die anderen Abteilungen innerhalb des Fraunhofer IVI bezüglich der Anwendung moderner Ortungs- und Kommunikationsverfahren unterstützt.

Gemeinsam mit der TU Dresden wird eine umfangreiche kommunikationstechnische Laborausstattung vorgehalten und im Rahmen der Projektarbeit intensiv genutzt. Dazu zählen neben leistungsfähigen Signalgeneratoren und -analysatoren auch Systeme zur mehrkanaligen Aufzeichnung, Reproduktion und protokollkonformen Simulation von Hochfrequenzsignalen, die u. a. laborgestützte Untersuchungen im Zusammenhang mit verkehrstelematisch relevanten Funksystemen, wie z. B. GPS-Ortung, RDS/TMC-Verkehrsinformation oder DAB/DAB+, ermöglichen.



## **Ortung**

Ob im Straßen-, Schienen-, Luft- oder Schiffsverkehr – moderne Anwendungen der Verkehrstelematik basieren zunehmend auf der Verknüpfung von Sachinformationen mit zugehörigen Ortsangaben. Je nach Einsatzzweck bestimmen konkrete Anforderungen an Verfügbarkeit, Genauigkeit, Energiebedarf, Größe und Integrierbarkeit sowie andere qualitative Merkmale Art und Technologie des zugrundeliegenden Ortungsverfahrens.

Fragestellungen von fahrspur- bzw. gleisgenauer Ortung im Zusammenhang mit funkbasierter Indoor- und Outdoor-Lokalisierung sind für die Arbeitsgruppe genauso von Interesse wie die Erforschung und Validierung entsprechender Ansätze zur Multi-Sensor-Datenfusion. In Kooperation mit dem Institut für Verkehrstelematik der TU Dresden steht eine umfangreiche Laborausstattung zur Umfeldsimulation mobiler GNSS-Signale (Global Navigation Satellite Systems) zur Verfügung, die der laborgestützten Evaluation von GNSS-Empfängersystemen sowie dem Test von Navigations- und Trackingsystemen dient.

## **Information**

Zum wissenschaftlich-technischen Gegenstand der Verkehrstelematik gehören Verfahren und Systeme, mit denen durch die Gewinnung und Übermittlung von Informationen und deren Auswertung das Verhalten von Verkehrsteilnehmern oder technischen Komponenten eines Verkehrsprozesses in Form von Überwachung, Sicherung, Steuerung oder Optimierung beeinflusst werden kann.

Die Schwerpunkte der Arbeitsgruppe bestehen deshalb darin, die signalverarbeitungstechnische Kette von der Quelle bis zur Senke für verkehrstelematische Anwendungen technologisch vollständig abzubilden sowie forschungsrelevantes Planungs- und Optimierungspotential zu erschließen.

Hierfür spielen digitale Verkehrsinformationsdienste über unterschiedlichste Übertragungstechnologien (Rundfunk, Mobilfunk, RFID u. a.) ebenso eine Rolle wie multivariate statistische Verfahren zur Analyse großer Datenmengen. Der besondere Fokus liegt dabei auf der standardkonformen Generierung von HF-Signalen für Datendienste innerhalb von Broadcast-Systemen, wie z. B. RDS/TMC oder TPEG. Die dafür zugeschnittene Labortechnik wird forschungsbegleitend angepasst bzw. entwickelt.

## **Kommunikation**

In der Verkehrstelematik müssen sowohl ortsfeste Infrastrukturen (z. B. Sensoren, Aktoren, Anzeigeelemente) als auch bewegliche Objekte (z. B. Fahrzeuge) miteinander kommunizieren. Dafür kommen in Abhängigkeit vom Anwendungsfall und den technischen Randbedingungen leitungsgebundene, optische oder funkbasierte Kommunikationstechnologien infrage.

Die Arbeitsgruppe setzt deshalb konsequent auf die Verbindung von verkehrstechnischer, verkehrstelematischer und nachrichtentechnischer Kompetenz und ist dabei eng vernetzt innerhalb des eigenen Instituts, mit anderen Fraunhofer-Instituten sowie mit universitären Einrichtungen. Die betreffenden Aufgabenstellungen tangieren die Fachgebiete Datenübertragung, digitale Signalverarbeitung einschließlich Quellenkodierung bis hin zu Problemstellungen der Funknetzplanung. In diesem Zusammenhang rücken funkbasierte Sensornetzwerke, die eine energieeffiziente Ortung und Datenübertragung simultan auf derselben Hardwarebasis ermöglichen, zunehmend in den Fokus der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Arbeitsgruppe.



## PARTNER

- Airbus Operations GmbH
- ATMEL Automotive GmbH
- Bahnkonzept
- Bayerische Straßenbauverwaltung
- Delimon GmbH
- dresden elektronik ingenieurtechnik gmbh
- ECD Electronic Components GmbH
- FSD Fahrzeugsystemdaten GmbH
- ibes AG
- ICM Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e. V.
- IRK-Dresden
- Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz
- NOFFZ ComputerTechnik GmbH
- Prognos AG
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit
- TCAC GmbH
- Technische Universität Dresden
- Thomas Werner Industrielle Elektronik e. Kfm.
- ZIGPOS GmbH

**1** *Fachlicher Austausch mit Experten auf dem Testoval des Fraunhofer IVI.*

# INTERFERENZ-UNTERSUCHUNGEN FÜR EIN PHASENBASIERTES Distanzmessverfahren

## Einleitung

In den letzten Jahren hat sich der Einsatz drahtloser Sensornetzwerke (WSN, engl. Wireless Sensor Networks) in der Verkehrstelematik stark weiterentwickelt. Hierbei werden Systemzustände bzw. -informationen von unterschiedlichen Sensoren, wie z. B. von einem Beschleunigungssensor, im Fahrzeug über Funk an einen Bordcomputer übermittelt.

Auch im Bereich der zivilen Luftfahrt wird die Verwendung drahtloser Kommunikationssysteme an Bord von Flugzeugen untersucht. Durch die Reduzierung der leitungsgebundenen Datenübertragung ist es möglich, neue Dienste für Wartung und Service zu erschließen. Sind beispielsweise Rettungswesten mit Sensorknoten ausgestattet, lässt sich durch die automatische Erfassung der Position und Vollständigkeit wertvolle Abfertigungszeit am Boden einsparen. In Abbildung 1 ist dieses Einsatzbeispiel dargestellt [1].

## Koexistenzprobleme bei Funksystemen

Da die verwendeten Funkfrequenzen jedoch begrenzt sind, kann es zu Störungen durch Interferenzen mit koexistierenden Geräten und Systemen kommen. Die meisten Funkstandards enthalten Mechanismen, um die Koexistenz mehrerer Geräte des gleichen Standards zu regeln.

In sicherheitskritischen Systemen können Funk-Interferenzen fatale Folgen haben und machen deshalb vorangehende Interferenzuntersuchungen erforderlich, die auf unterschiedliche Arten praktikabel sind.

Erfolgen diese direkt im Feld, so dass der Test fertiger Systeme in einer realen Umgebung, wie beispielsweise in einem Flugzeug, möglich ist, entsteht ein reales – allerdings sehr kostenintensives und schlecht reproduzierbares – Szenario.

Deshalb wird häufig eine Analyse im Labor angestrebt. Hierbei kommt es zu einer Betrachtung der Funkausbreitung eines drahtlosen Sensornetzwerks in einer geschirmten Umgebung, wie einem Absorberraum. Aus Kostengründen werden aber vermehrt kabelgebundene Untersuchungen durchgeführt, bei denen einzelne Sensorknoten mittels Kabel verbunden sind. Die hier vorhandene Einschränkung der Ausbreitungspfade erfordert allerdings eine genaue Prüfung der Kabelmodelle.

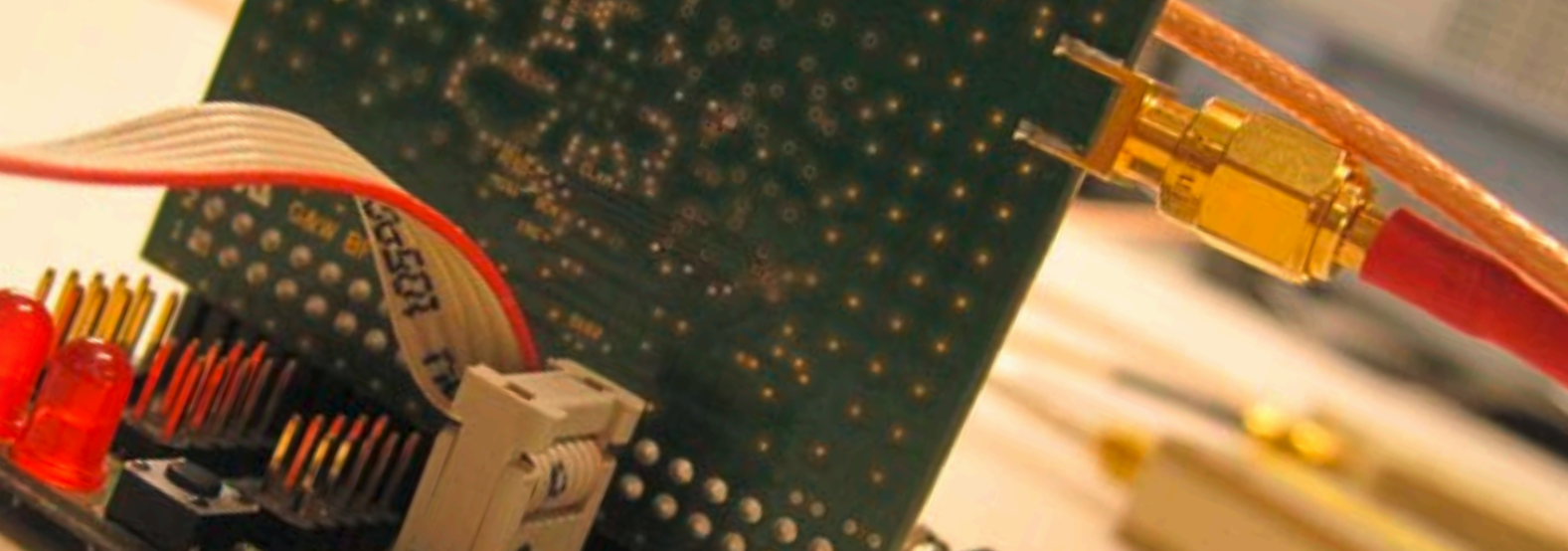
## Aufbau und Analyse eines Labormessplatzes

Im Labor wurde das Verhalten von einem WSN auf gezielte Interferenz mit anderen Funksystemen näher getestet. Das dafür verwendete Sensornetz besteht aus zwei Sensorknoten. Die Distanz zwischen beiden Sensorknoten wird durch eine Phasenmessung des Übertragungssignals – Phase-of-Arrival (PoA) – bestimmt.

Eine Ausgabedatei liefert sowohl den ermittelten Abstand als auch die gemessenen Phasenwerte. Auf Basis dieser Daten erfolgt eine Charakterisierung und Erkennung von Störsignalen. Ein späteres System identifiziert gestörte Kanäle bereits im Vorfeld und berücksichtigt diese bei einer Distanzberechnung zukünftig nicht mehr.

Die bei der Labormessung verwendeten Störsignale werden einerseits mit Hilfe eines HF-Signalgenerators erzeugt. Andererseits fließen Signale realer Systeme, wie z. B. WLAN, in eine Nutzstrecke ein. Ein Computer steuert den gesamten Aufbau und dient der Speicherung der Ausgabedateien. In Abbildung 2 ist das Prinzip der Labortests in einem Blockdiagramm dargestellt.

Im Rahmen einiger Industrieprojekte sowie einer Diplomarbeit wurde geprüft, ob sich auf Grundlage der Ausgabedaten Interferenzen detektieren bzw. klassifizieren lassen. Dabei ließen sich Merkmale extrahieren und für Klassifikationstests verwenden (Abbildung 3), [2].



## Ausblick

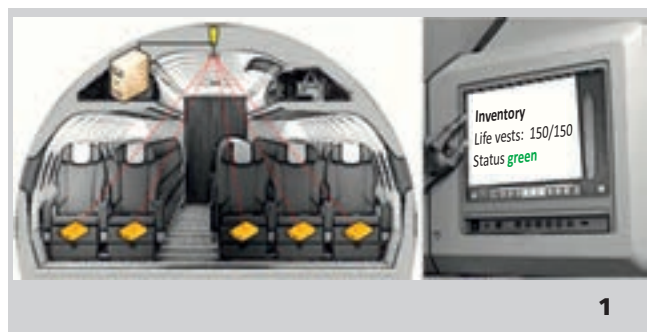
Im nächsten Schritt ist geplant, weitere reale Systeme wie Bluetooth Low Energy (IEEE 802.15.1) als Störer zu untersuchen. Eine Integration der Klassifikation und Detektion von Interferenzen in die Software der Sensorknoten ist ebenfalls in Bearbeitung. Sensorknoten sind dann in der Lage, Störungen durch andere Funkssysteme bei der Distanzberechnung zu erkennen.

Eine Übertragung des dargestellten Ansatzes auf zukünftige Systeme ist durchaus möglich. So eignen sich diese Methoden beispielsweise auch für die Bewertung von Car2X-Systemen bzgl. deren Robustheit gegenüber Interferenzen.

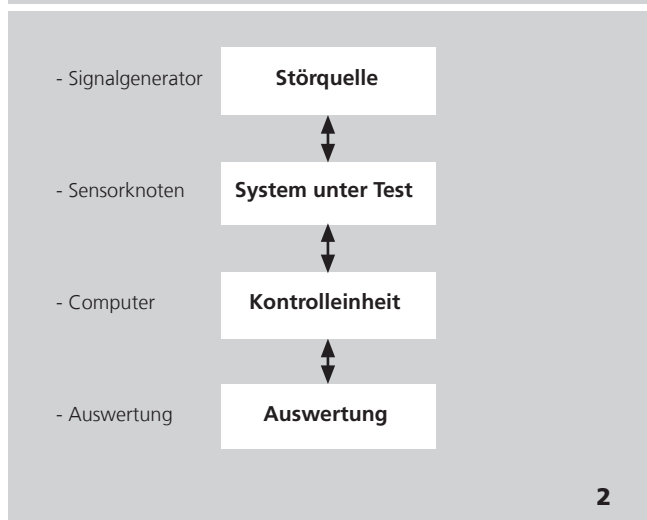
## Referenzen

[1] Engelbrecht, J.; Fuss, T.; Schwark, U.; Michler, O.: Measurement of Interference Path Loss Between Wireless Avionics Intra-Communication System and Aircraft Systems at 4.2-4.4 GHz Band. Loughborough Antenna and Propagation Conference (LAPC) 2014, Loughborough (UK), November 10-11, 2014

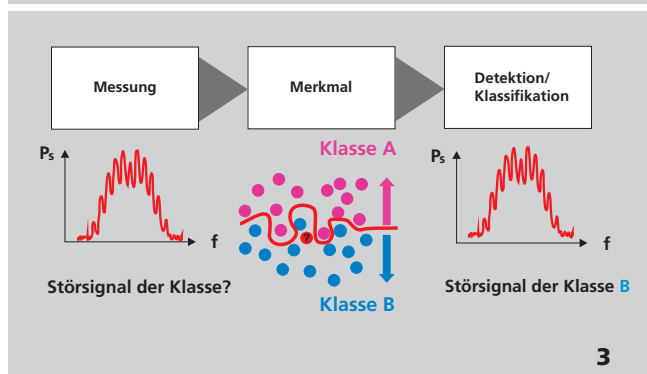
[2] Knaak, M.: Untersuchungen zur Interferenzrobustheit phasenbasierter Ranging-Verfahren in drahtlosen Sensornetzwerken. Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«, Dresden, 2014



1



2



3

1 WSN zur Lokalisierung von Rettungswesten in einem Flugzeug [1].

2 Blockschaltbild vom Labortestplatz zur Interferenzuntersuchung.

3 Merkmalextraktion und Interferenzdetektion [2].



# ENERGIESYSTEMTECHNIK



»Ressourcenuniversität« – diesen Titel mit Leben zu füllen, ist auch zwischen den beiden großen Freiburger Jubiläen die Basis der wissenschaftlichen Kooperation zwischen der Forschungsgruppe »Energiesystemtechnik« und dem Fraunhofer IVI: Vor über 300 Jahren gründete der Freiburger Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz mit seinem Werk »Sylvicultura oeconomica« das Prinzip der nachhaltigen Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen. Nicht zuletzt hierauf beruft sich eine bald 250-jährige universitäre Tradition. Was in der damaligen Zeit auf den sächsischen Bergbau, Hüttenwesen und Forst beschränkt war, hat sich mittlerweile weltweit als eine Frage der globalen Generationenverantwortung herausgestellt. Umbrüche in der Energieversorgung, Trinkwassermangel in den Schwellenländern, demografischer Wandel – viele gesellschaftliche, aber auch wirtschaftliche Aspekte sprechen heute dafür, die in den 1990er Jahren durchaus prägenden Forschungskompetenzen am Fraunhofer IVI zur Simulation und Steuerung überregionaler Stromversorgungssysteme, zur Laststeuerung, dezentralen Wasseraufbereitung oder Modellierung dynamischer Speicher- und Transportvorgänge in Gaspipelines wieder aufleben zu lassen. Die TU Bergakademie Freiberg bietet hierfür hervorragende Rahmenbedingungen.

Mit der Einstellung wissenschaftlicher Mitarbeiter hat das Fraunhofer IVI begonnen, unter der Leitung der Institutsdirektorin, Frau Prof. Dr. Kertzsch, am Institut für Elektrotechnik eine Forschungsgruppe mit energietechnischen sowie leistungselektronischen Entwicklungsschwerpunkten zu etablieren.

Die wissenschaftlichen Kompetenzen des Instituts für Elektrotechnik liegen in der Auslegung, elektromagnetischen Berechnung und thermischen Modellierung elektrischer Maschinen, der Betrachtung von Energieflüssen in stationären Energieinfrastrukturen sowie der Entwicklung leistungselektronischer Komponenten. Ziel der Kooperation ist das Erschließen fachlicher Synergien zwischen dem Fraunhofer IVI und dem Institut für Elektrotechnik. Getragen wird die wissenschaftliche Ausrichtung der Forschungsgruppe in der Gründungsphase von den drei Forschungsschwerpunkten zur elektrischen Antriebsregelung, Auslegung von Infrastruktursystemen mit stark fluktuierender Einspeisung sowie Energieflusssteuerung in autark versorgten Gebäuden und Siedlungsstrukturen. Langfristiges Ziel ist der Aufbau eines eigenständigen wissenschaftlichen Portfolios der Forschungsgruppe, das sich nahtlos in die Sachthemen des Fraunhofer IVI eingliedert und die Lehre und Forschung am Institut für Elektrotechnik unterstützt.

# LASTENPEDELECS ALS ALTERNATIVE ZUM PKW

## Motivation

Unter den Gesichtspunkten der lokalen CO<sub>2</sub>-Reduktion sowie der Verringerung anfallender Betriebskosten bietet der Einsatz von Lastenpedelecs einen hohen ökologischen und ökonomischen Nutzen gegenüber der Verwendung klassischer Pkw beim Transport von Waren. Dies wiederum führt zu der Fragestellung, mit welchem Betriebs- und Motorenkonzept Lastenpedelecs in den öffentlichen Nahverkehr integriert werden können, um die angesprochenen Vorteile zu nutzen.

Radnaben- und Tretlagermotoren sind dabei die momentan präferierten Motorenkonzepte und von verschiedenen Herstellern erhältlich. Neben der Konstruktion unterscheiden sie sich auch in der Motorpositionierung voneinander. Durch eine modellbasierte Simulation der einzelnen Konzepte und deren Kombination erfolgte eine Bewertung der Varianten, wobei das kinetische Verhalten der Fahrdynamik und die energetische Betrachtung verschiedener Lastfälle untersucht wurden.

## Modellparameter

Für verschiedene Simulationstests und die Validierung der einzelnen Konzepte fand die Unterteilung eines Pedelecs in die Baugruppen Rahmen, Lenkergruppe und Vordergabel, Vorderrad und Hinterrad einschließlich einer Ermittlung der jeweiligen auftretenden konservativen und nichtkonservativen Kräfte für unterschiedliche Betriebszustände wie Stillstand und Fahrt statt.

Anschließend wurde der elektrische Antriebsstrang, bestehend aus einem elektrischen Motor und einem elektrischen Energiespeicher sowie einem Controller bezüglich der Unterschiede beim Ort der Zusammenführung der Leistungen simulativ dargestellt und im Hinblick auf Fahrtdauer, Energieverbrauch, Wärmeentwicklung und Rekuperationsfähigkeit geprüft.

## Simulation

Bei der darauffolgenden Simulation der Lastzustände Stadtfahrt, Stop-and-Go und Bergfahrt war zunächst der Effekt der Selbststabilisierung des Rades von hohem Interesse, weil damit ein subjektiv besseres Fahrgefühl verbunden wird. Der Einfluss der geometrischen Anpassung eines Pedelecs auf ein Lastenpedelec sowie die Auswirkungen eines Antriebs- oder Bremsmoments abhängig von der Motorenposition wurden entsprechend analysiert und mit Hilfe einer gewichteten Bewertungsmatrix verglichen.

Im zweiten Schritt fand die Untersuchung eines Mehrmotorenkonzepts hinsichtlich der elektrischen Antriebsleistung gegenüber den Einzelmotorvarianten statt. Dabei sollte das gesetzlich erlaubte Sollmoment von maximal 250 Watt dynamisch auf das Mehrmotorensystem verteilt werden. Aufgrund des hohen Simulationsaufwandes wurden jedoch nur die Einzelmotoren- sowie die Allradkonfigurationen genauer betrachtet und dafür drei unterschiedliche Betriebsstrategien für die Leistungsverteilung der Motoren entwickelt. Demnach unterscheidet die Simulation zwischen einer konstant ausgeglichenen, einer auf der Motorentemperatur basierenden und einer vorausschauenden Verteilung der Leistung auf die beiden antreibenden Motoren.

Schlussendlich wurden die drei Motorenpositionen bezüglich der angesprochenen Lastfälle beurteilt und über eine Bewertungsmatrix verglichen. Dabei erfolgte eine Gewichtung der Ergebnisse basierend auf der kinematischen Simulation und der hecklastigen Massenverteilung des Rades.



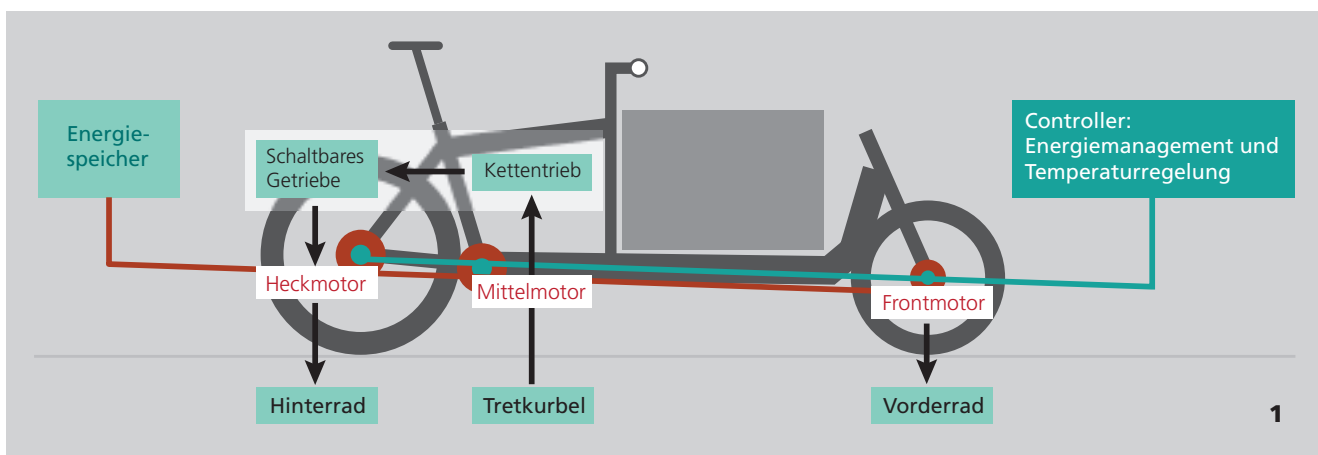


## Fazit

Als Ergebnis der Simulation können verschiedene Aussagen zur Motorenposition getroffen werden. So ist der optimale Antrieb für ein universell einsetzbares Lastenpedelec ein Mittelmotor – trotz erhöhter Verschleißerscheinungen gegenüber einem Heck- bzw. Frontmotor. Sind jedoch im Fahrbetrieb lange Steigungen auszuschließen, stellt sich der stärkere und wartungsärmere Hinterradnabenantrieb als eine gute Wahl dar. Weiterhin verhält sich die Kombination aus Front- und Heckmotor energetisch wie ein einzelner Nabenmotor, dagegen vereint die Kombination aus Front- und Mittelmotor die Vorzüge eines universellen Allradfahrzeugs bei moderaten Fahrzeiten und geringem Energieverbrauch.

Für die Betriebsstrategie ist die Regelung des Momentes bezogen auf die Temperatur der Spulenwicklungen der Motoren, vor allem im Gebirge, effektiv und zudem leicht umsetzbar, wohingegen die prädiktive Motorendrosselung zwar den Energieverbrauch reduziert, aber auch die Endgeschwindigkeit drosselt und damit die Fahrzeit stark erhöht.

Eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung von Rekuperationsenergie ist jedoch fragwürdig. Selbst unter Verwendung teurer Vierquadrantensteller können bei einer Stadtfahrt lediglich 5 Prozent und bei einer Bergfahrt 25 Prozent der Energie zurückgewonnen werden. Um festzustellen, ob ein deutlich leistungsfähigerer Akku im Vergleich zu den Systemkomponenten für die Rekuperation nicht preiswerter, kompakter und effizienter wäre, sind weitere Untersuchungen erforderlich.



1 Systemmodell der Antriebskomponenten eines Lastenpedelecs.





Dr. Christian Erbsmehl  
Telefon +49 351 4640-611  
christian.erbsmehl@ivi.fraunhofer.de



## Rekonstruktion von Verkehrsunfällen

Um den kompletten Unfallablauf von der Verursachung bis zu den Endpositionen aller Beteiligten nachvollziehen zu können, ist es nahezu unabdingbar, alle während des Unfalls auftretenden Energien zur Beschreibung der Bewegungsphasen bestimmen zu können. Dafür wird eine Ersatzgröße EES (Energy Equivalent Speed) herangezogen, die sich aktuell nur durch Vergleichsversuche oder Erfahrungsschätzungen ermitteln lässt.

## Unfalldatenbanken

Zum besseren Verständnis des realen Verkehrsunfallgeschehens und zur Optimierung der Fahrzeug- und Verkehrssicherheit werden weltweit Datenerhebungen an realen Verkehrsunfällen durchgeführt. Je nach Forschungsauftrag weisen die resultierenden Datenbanken unterschiedliche Unfallzahlen und Detaillierungsgrade auf.

Eine der weltweit führenden Unfalldatenbanken ist die GIDAS (German In Depth Accident Study). Diese beinhaltet bei ca. 20 000 aufgenommenen Unfällen pro Verkehrsunfall bis zu 3000 Einzeldaten, u. a. auch Informationen über die Deformationen der beteiligten Fahrzeuge. Die Dokumentation der Deformationsdaten erfolgt anhand einzelner Deformationszonen für jede Fahrzeugseite. Jeder dieser Zonen wird eine vor Ort gemessene Deformationstiefe zugeordnet. Durch eine dreidimensionale Interpolation aller gemessenen Deformationen eines Fahrzeugs entsteht ein entsprechendes Modell und bildet die Basis für

- die Erhöhung der Qualität und Quantität von manuellen Kontrollen codierter Deformationen,
- fundierte Aussagen in Einzelfallstudien bezüglich der Fahrzeugdeformationen sowie
- dreidimensionale Deformationshäufigkeitsanalysen von Fahrzeugen.

Die Kombination der einzelnen Deformationsmodelle mit zusätzlichen Daten der GIDAS-Datenbank und dem Wissen aus realen Crashtests sowie weiteren Annahmen ergibt eine richtungsabhängige Verteilungsfunktion der zugehörigen Deformationsenergie. Durch Aufprägung der Funktion auf das interpolierte Deformationsvolumen pro Unfallfahrzeug entstehen ca. 10 000 einzelne Pkw-Deformationsenergiemodelle.

## Ergebnis

Durch eine sinnvolle Gruppierung, Skalierung und Zusammenführung dieser Einzelmodelle lässt sich erstmals ein dynamisch anwendbares EES-Modell für Pkw erstellen, mit dessen Hilfe der EES-Wert zukünftig sehr zuverlässig, sicher und schnell ermittelt werden kann.

Die resultierenden EES-Modelle haben folgende Eigenschaften:

- hohe Aussagekraft über das Energieaufnahmevermögen verschiedener Fahrzeugstrukturen durch eine große Anzahl an verwendeten Fahrzeugen und einen neuartigen Deformationsenergieverteilungsansatz,
- allgemeine Anwendbarkeit durch Skalierung der Deformationen und Einordnung in verschiedene Gruppen,
- Möglichkeit der detaillierten Bestimmung des EES-Aufnahmevermögens einzelner Volumenpixel (Voxel) am virtuellen Fahrzeug.

Auf der Grundlage von Masse und Baujahr des Fahrzeugs definiert der Rekonstrukteur den deformierten Bereich des Fahrzeugs sowie die grobe Anstoßrichtung und erhält sofort den zugehörigen EES-Wert inkl. der berechneten Toleranzen. Zukünftige Rekonstruktionen können somit effizienter und genauer erfolgen.

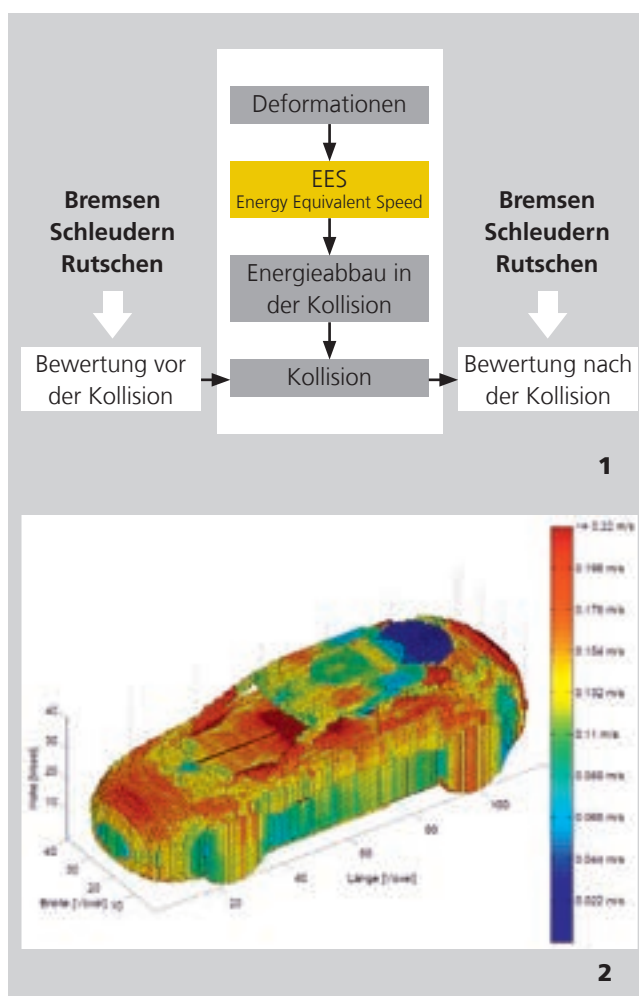
# NACHWUCHSFORSCHUNG

## EIN NEUES 3D-EES-MODELL FÜR FAHRZEUGE BASIEREND AUF UNFALLDATEN

### Weitere Anwendungsgebiete

Das Modell eignet sich ebenfalls für den Einsatz in der Fahrzeugsicherheitsforschung. Es gestattet schnelle und automatisierte Berechnungen von virtuellen Kollisionskonstellationen im Bereich der Bewertung aktiver Fahrerassistenzsysteme. Die große Herausforderung bei solchen Effektivitätsbestimmungen ist die Vielzahl der zu berechnenden fiktiven Kollisionen, die mit herkömmlichen FEM-Methoden mit vertretbarem Aufwand nicht lösbar sind.

Exemplarische Vergleiche zwischen der Kollisionssimulation mit dem EES-Modell und den Ergebnissen realer Crashtests der amerikanischen NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) bestätigen die Eignung des Tools für automatisierte Kollisionsberechnungen. Es ist zu erwarten, dass sich dieser Lösungsansatz langfristig durchsetzen wird.



1 Einordnung des EES-Modells.

2 Dreidimensionale EES-Voxel-Matrix, Fahrzeugkategorie: neu und schwer.

Die Theorie zu den gezeigten EES-Modellen entstand im Rahmen einer Dissertation an der Technischen Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer, Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Brunner, sowie dem GIDAS-Lenkungsausschuss für die Bereitstellung der verwendeten Daten.

Dr. Tom Landgraf  
Telefon +49 351 4640-649  
tom.landgraf@ivi.fraunhofer.de



## Motivation

In der Milchviehhaltung der hochindustrialisierten Länder ist ein anhaltender Trend zu wachsenden Herdengrößen und einer stärkeren Automatisierung aller Arbeitsprozesse zu beobachten. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an die Sicherheit in der Lebensmittelproduktion, aber auch an das Wohlbefinden und die Gesundheit der Tiere. Gerade bei den hier betrachteten Milchkühen, die ein vergleichsweise hohes Alter erreichen können, stellt der Erhalt der Leistungsfähigkeit und der Tiergesundheit eine zentrale Forderung dar. Die derzeit übliche manuelle Gesundheitsüberwachung gestaltet sich gerade für große Herden sehr aufwendig und fehleranfällig.

Die Infrarotthermografie (IRT) ist ein vielversprechender Ansatz für die Automatisierung der veterinären Gesundheitsüberwachung. Die schnell und berührungslos gemessene Oberflächentemperatur stellt einen wichtigen Vitalparameter dar und erlaubt beispielsweise die Erkennung von entzündlichen Erkrankungen.

Seit der Entwicklung der Infrarotkamera in den 1960er Jahren wurden zahlreiche Studien zum diagnostischen Einsatz der IRT durchgeführt, die auf ein hohes diagnostisches Potential dieser Methode schließen lassen. Praktisch eingesetzt wird die IRT bisher jedoch fast ausschließlich im Pferdesport und bei Zootieren. Begründet wurde dies vor allem mit dem hohen manuellen Aufwand bei der Durchführung und Auswertung der IR-Messung sowie der unzureichenden Messgenauigkeit für absolute Temperaturwerte. Beide Nachteile konnten durch die verbesserte Messgenauigkeit und die Automatisierung der Messung erfolgreich überwunden werden.

## Exakte veterinäre Infrarotthermografie

Der erste Schritt zu einer guten Messgenauigkeit ist die Modellierung der IR-Messung unter praktischen Randbedingungen (gemäß DIN 1319). Es zeigt sich, dass die Messunsicherheit einer typischen Messung im Bereich  $\pm 2,2$  Kelvin liegt. Die diagnostisch relevanten Temperaturdifferenzen von 0,5 bis 1,5 Kelvin sind damit nicht messbar. Mit einer optimierten Messkonfiguration und der Einführung eines angepassten Vergleichsstrahlers konnte die Messunsicherheit für alle praktisch relevanten Einsatzbedingungen auf unter  $\pm 0,5$  Kelvin gesenkt werden. Ein neu entwickeltes Korrekturmodell ermöglicht zudem erstmals, umgebungsbedingte Einflussfaktoren zu korrigieren. Die gesteigerte Messgenauigkeit erlaubt die Erstellung aussagekräftiger Temperatur-Zeit-Verläufe und erschließt damit neue Diagnoseansätze.

## Automatische Bildauswertung

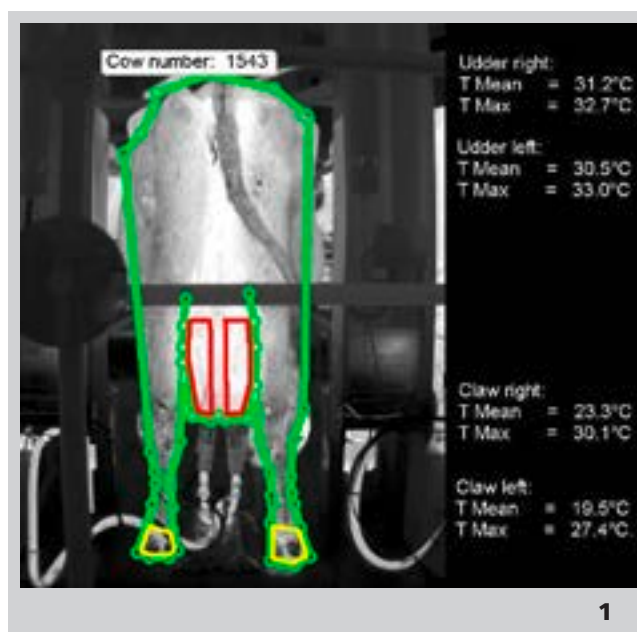
Die Automatisierung der veterinären IRT bedarf einer genauen und robusten automatischen Bildverarbeitung, bestehend aus der Segmentierung der diagnostisch relevanten anatomischen Objekte und der Berechnung der Temperaturmerkmale für die so eingegrenzten Bildbereiche. Aufgrund der besonderen Eigenschaften von Wärmebildern und der unvermeidbaren Tierbewegung ist dies eine komplexe Bildverarbeitungsaufgabe. Das entwickelte Bildverarbeitungsframework realisiert eine voll automatische und präzise Segmentierung der IR-Bilder. Grundlage sind an IR-Bilder angepasste Verfahren auf Basis von Active-Shape-Modellen (ASM) und Level-Set-Modellen (LSM). Während das ASM als trainingsbasierter Ansatz die parallele Segmentierung aller relevanten Messflächen erlaubt (Abbildung 1), ist das LSM auf die schnelle Erkennung einzelner Messflächen, z. B. der Klauen, zugeschnitten. Die Leistungsfähigkeit der beiden Verfahren wurde in praktischen Untersuchungen nachgewiesen. Dabei entstand mit insgesamt 5 Millionen IR-Bildern von 1000 Tieren die bisher umfassendste Datenbasis zur veterinären IRT.

# BEITRAG ZUR AUTOMATION EINER INFRAROTBASIERTEN TIERDIAGNOSE AM BEISPIEL VON MILCHKÜHEN

## Zusammenfassung

Die entwickelten Verfahren gestatten erstmals die automatische, präzise infrarotbasierte Temperaturmessung unter praktischen veterinären Einsatzbedingungen. Die Automatisierung der Bildaufnahme und -auswertung ist ein wesentlicher Schritt hin zu einer computergesteuerten Überwachung der Tiergesundheit. Die exemplarisch für Milchkühe entwickelten Verfahren könnten auf andere Tierarten (z. B. Schweine) übertragen werden.

Die Möglichkeit, viele Tiere über einen langen Zeitraum auf diese Weise zu untersuchen, erschließt neue Perspektiven in der Analyse relevanter Einflussfaktoren und bildet die Grundlage für die Entwicklung statistisch gesicherter Diagnoseverfahren.



1 IR-Bild einer Milchkuh auf dem Melkkarussell mit automatisch segmentierten Bildbereichen für Euter (rot) und Klauen (gelb).

*Die praktischen Untersuchungen erfolgten im Rahmen des Forschungsprojektes VIONA, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Die Ergebnisse wurden als Dissertation an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dresden veröffentlicht.*

*Der Autor dankt Prof. Dr.-Ing. habil. Gerald Gerlach der TU Dresden, Prof. Dr. agr. Steffi Geidel der HTW Dresden sowie Prof. Dr.-Ing. Matthias Klingner und Dr.-Ing. Stephan Zipser des Fraunhofer IVI.*



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Tom Höbler  
Telefon +49 351 4640-636  
tom.hoessler@ivi.fraunhofer.de



Die Bundesanstalt für Straßenwesen plant deutschlandweit neue Straßenanlagen. Um auf diesen Straßen Überholvorgänge sicher zu ermöglichen, müssen beispielsweise gewisse Sichtweiten, Kuppenradien und Straßenbreiten vorhanden sein. Die genauen Zahlenwerte dieser Größen stammen aus einem Überholmodell, für dessen Aktualisierung Luftbildsequenzen von Überholvorgängen auf deutschen Landstraßen aufgezeichnet wurden. Eine automatisierte Auswertung liefert die Trajektorien der Fahrzeuge insbesondere während des Überholvorgangs.

### **Messsystem**

Für die Aufzeichnung von Überholvorgängen auf ausgewählten Strecken kam ein luftgestütztes Messdatenerfassungssystem zum Einsatz, das die folgenden Anforderungen erfüllt:

- kontinuierliche Erfassung von Zeitdauer und zurückgelegter Wegstrecke für alle am Überholvorgang beteiligten Fahrzeuge,
- Einsehbarkeit großer Abschnittslängen von 800 Metern,
- von den Fahrern nicht wahrnehmbare und das Fahrverhalten nicht beeinflussende Messtechnik.

Das Messsystem wurde vom Fraunhofer IVI entwickelt und besteht aus der schwebenden Sensorplattform HORUS (HOvering Remote controlled Ultra-light Sensor platform) und einer hochauflösenden Kamera. HORUS ist ein 1,0 × 1,3 Meter großer Oktokopter, der selbstständig in der Lage ist, eine programmierte Position GPS-gestützt anzufliegen und über die Dauer der Messung zu halten. Angetrieben wird der Flugroboter dabei durch acht Rotoren, die H-förmig angeordnet sind. Das Kameramodul gleicht die Nick- und Rollbewegungen des Kopters so aus, dass die montierte Kamera während der Messdatenerfassung einen konstanten Aufnahmewinkel hält.

### **Ermittlung der Weltkoordinaten**

Die Transformation der Bildkoordinaten in Weltkoordinaten für die Messkamera bildet einen Hauptbeitrag der Arbeit. In einer Testfeldkalibrierung wurden die internen Kameraparameter bezüglich verschiedener Abbildungsmodelle ermittelt. Diese Untersuchungen fanden am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität Dresden in einem Raum statt, der speziell für die Kalibrierung von Fischaugen-Objektiven eingerichtet wurde. Die gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass das äquidistante Projektionsmodell die verwendete Kombination aus Objektiv und Kamera am besten charakterisiert.

Zusätzliche Parameter korrigieren dabei die radiale und tangentielle Verzeichnung des Linsensystems sowie die Affinität und Scherung des Bildes. Eine Erweiterung um die externen Kameraparameter, die die Lage und Ausrichtung der Kamera im Raum definieren, führte zu einem Modell des vollständigen Abbildungsvorganges. Dabei hat sich gezeigt, dass die Aufnahmewinkel der Kamera die wesentlichen Einflussgrößen in Bezug auf die Genauigkeit der ermittelten Weltkoordinaten bilden. Diese Ergebnisse wurden durch Vergleichsmessungen bestätigt.

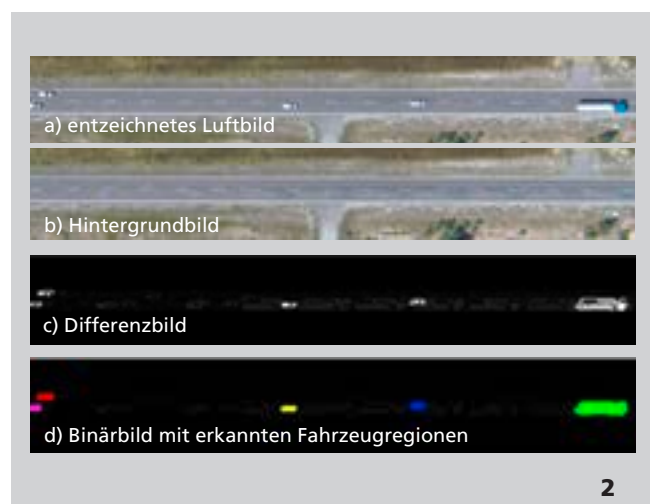
### **Automatische Auswertung von Luftbildern**

Ein weiteres zentrales Ziel der Arbeit war die Implementierung eines Algorithmus, der von Luftbildern ausgehend die Fahrzeugpositionen im Weltkoordinatensystem ermittelt. Dabei sind Überholvorgänge von besonderem Interesse, denn anhand der resultierenden Trajektorien wird ein Modell für das Überholverhalten von Pkw-Fahrern erstellt. Die auszuwertende Datenmenge von etwa 100 Stunden Videomaterial mit mehr als 1000 Überholsequenzen erfordert eine weitestgehende Automatisierung.

# AUTOMATISCHE AUSWERTUNG VON ÜBERHOLVORGÄNGEN AUS LUFTBILDAUFNAHMEN DES OKTOKOPTERS HORUS



Der entwickelte Algorithmus ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Mit Methoden der Bildverarbeitung werden die Weltkoordinaten aller Fahrzeuge in jedem Einzelbild bestimmt. Die Entzeichnung korrigiert Verzeichniseffekte des Linsensystems. Somit entspricht das berechnete Bild dem linientreuen Modell der Zentralprojektion. Eine Stabilisierung ist notwendig, da Bewegungen der fliegenden Sensorplattform kompensiert werden müssen. Die anschließende Hintergrundschätzung ermöglicht das Erkennen von Fahrzeugen auf der Basis von Differenzbildern. Abbildung 2 veranschaulicht diese Arbeitsschritte. Ein Nachbearbeitungsprozess entfernt Fehldetektionen und fasst die Ergebnisse der Einzelbilder zu den gesuchten Fahrzeugtrajektorien zusammen.



Die vorliegenden Ergebnisse entstanden innerhalb einer Diplomarbeit an der Technischen Universität Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Festkörperelektronik in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI.

Mein besonderer Dank gilt den Betreuern Prof. Dr.-Ing. habil. Gerald Gerlach, PD Dr.-Ing. habil. Helmut Budzior, TU Dresden, und Dr.-Ing. Tom Landgraf, Fraunhofer IVI.

**1** Komponenten der Applikation und ihre Beziehungen.

**2** Arbeitsschritte der Bildverarbeitung.



1

FORSCHUNG UND MANAGEMENT GLEICHZEITIG GEHT NICHT

**DOCH.**

Beim Fraunhofer Wissenschaftscampus.

# NACHWUCHS- GEWINNUNG



Der Fraunhofer Wissenschaftscampus dient als Sprungbrett für Frauen in die Forschung. Das Angebot richtet sich an Studentinnen und Absolventinnen von MINT-Fächern und findet regelmäßig an verschiedenen Fraunhofer-Standorten statt. Die Teilnehmerinnen gewinnen nicht nur Einblicke in die Forschungsarbeit, sondern können auch zusätzliche Angebote zur Stärkung ihrer persönlichen und fachlichen Kompetenzen wahrnehmen.

Im August 2014 präsentierte sich Dresden als Gastgeber. Am Fraunhofer IVI wurden neben einer kurzen Einführung zum Institut aktuelle Entwicklungen wie die AutoTram® Extra Grand vorgestellt. Außerdem bestand die Möglichkeit für Testfahrten im Fahrsimulator und in Elektroautos. Zwei junge Wissenschaftlerinnen berichteten über ihre Forschungsarbeit sowie ihre Erfahrungen bei der Bewältigung von Familie und Beruf.

Die Nachwuchswissenschaftlerinnen zeigten sich sehr aufgeschlossen. Neben Fragen zu wissenschaftlichen Themen war das Interesse für Arbeitszeitregelungen während der Elternzeit sehr groß. Gefallen fand das am Fraunhofer IVI eingerichtete Eltern-Kind-Büro »KidsOffice« sowie die Möglichkeit einer Kinderbetreuung ab einem Alter von 6 Monaten innerhalb der institutseigenen Kindertagespflege.

Um den Teilnehmerinnen im Nachgang der Veranstaltung individuell und gezielt Informationen zukommen zu lassen, war ein Rückmeldebogen mit Fragen zu besonderen Interessengebieten, bevorzugten Wissenschaftsthemen am Institut sowie ganz konkret zu gewünschten Beschäftigungsformen am Fraunhofer IVI wie

- Praktika,
- HiWi-Tätigkeiten,
- Betreuung von Bachelor-, Studien-, Master- oder Diplomarbeiten,
- Doktorandenvertrag sowie
- Anstellung als wissenschaftliche Mitarbeiterin

vorbereitet worden.

Die Auswertung zeigte, dass die Hälfte der Teilnehmerinnen spontan an einer Einstellung als Doktorandin oder Wissenschaftlerin interessiert waren. Teilweise wurden dem Institut bereits genaue Wunschzeiträume dafür genannt. Bei entsprechenden Stellenausschreibungen können auf Basis dieser Angaben potentielle Bewerberinnen gezielt angesprochen werden.



# BESONDERE EREIGNISSE



Vor der Kulisse der 12. »Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften« startete offiziell das Verbundvorhaben »EmiD – Elektromobilität in Dresden« im Beisein des sächsischen Wirtschaftsministers und weiterer Vertreter aus Politik und Wirtschaft am Fraunhofer IVI. Während der ersten Runden mit den innerhalb des Projektes erworbenen Testfahrzeugen auf der Versuchsstrecke konnten die Wissenschaftler bereits interessante Eindrücke der Nutzer zum elektromobilen Fahrerlebnis gewinnen.

Nicht nur für Autofahrer, sondern auch für Fahrgäste des ÖPNV machte das Institut im Jahr 2014 Elektromobilität erlebbar. So befand sich der EDDA-Bus, der schnellladefähige Elektrobus des Fraunhofer IVI, in einem mehrmonatigen Praxistest auf der hochfrequentierten Buslinie 61. Mit einer Reichweite von 12 Kilometern im vollelektrischen Fahrbetrieb demonstriert er den umweltfreundlichen ÖPNV von morgen.

Blickt man über die Grenzen Dresdens und Deutschlands hinaus, so kann das Institut erneut auf viele interessante Kontaktanbahnungen im vergangenen Jahr zurückblicken. Neben zahlreichen Delegationen aus dem südamerikanischen und asiatischen Raum sowie internationalen Projektpartnern besuchte auch die Global Research Alliance (GRA) das Fraunhofer IVI. In Kooperation mit acht weiteren Einrichtungen für angewandte Forschung weltweit engagiert sich Fraunhofer in dieser Allianz besonders in der Zusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern. Als kostengünstige Verkehrslösung für schnellwachsende Megacities stieß daher auch die AutoTram® Extra Grand auf besonderes Interesse bei den Mitgliedern der GRA.

Mit der immer weiter steigenden Zahl an nationalen und internationalen Gästen wächst am Fraunhofer IVI auch der Wunsch, das Institutsgebäude Schritt für Schritt attraktiver zu gestalten. Die modernisierte Bibliothek wurde anlässlich des Tags der Architektur im Juni der Öffentlichkeit präsentiert. Zum Jahresende 2014 begannen die Bauarbeiten für ein neues Foyer, das den Besuchern des Instituts ein noch freundlicheres Willkommen bieten soll.

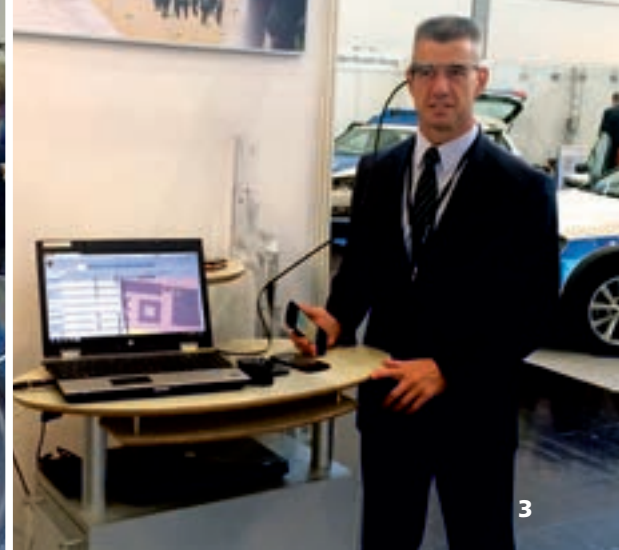




1



2



3

## MESSEN

**1** *SIBRT Best Practices Conference and Summit of Leading Cities on Latin American Sustainable Mobility, Lima, Peru, 5. bis 8. August 2014.*

Der von der Latin American Association of Integrated Transport Systems organisierte Kongress mit angeschlossener Messe konzentrierte sich auf vielfältige Themen der öffentlichen städtischen Verkehrspolitik sowie auf die relevantesten Fragen der öffentlich-privaten Zusammenarbeit im städtischen Verkehr in Lateinamerika. Dabei konnte die AutoTram® Extra Grand als modernes und flexibles hochkapazitives Fahrzeug für den ÖPNV vorgestellt und erläutert werden. Ziel der Präsenz des Fraunhofer IVI auf der Veranstaltung war die Vermarktung des Fahrzeugkonzeptes in Südamerika in Kooperation mit lokalen Industrieunternehmen. Die AutoTram® Extra Grand stieß bei den über 500 Kongressteilnehmern auf starkes Interesse. Vertreter von Städten und Lokalregierungen sowie Bürgermeister nahmen sich Zeit, das innovative Fahrzeugkonzept im Detail kennenzulernen.

**2** *EUROBIKE, Friedrichshafen, 26. bis 29. August 2014.*

Auf der EUROBIKE konnte das Elektroleichtrad VeloCité zum ersten Mal der Öffentlichkeit vorgestellt werden. Das im gleichnamigen Projekt durch ein Konsortium aus klein- und mittelständischen Firmen, Ingenieurunternehmen sowie universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen entwickelte Elektroleichtrad fand auf dem Messestand des Konsortialführers CarboFibretec GmbH großen Anklang und sorgte mit seinem neuartigen Antriebskonzept, dem Design sowie dem niedrigen Gesamtgewicht für Begeisterung bei Besuchern und Presse. Das Fraunhofer IVI entwickelte das Batteriemanagementsystem in Hard- und Software sowie den aus LiFePO<sub>4</sub>-Zellen bestehenden Batteriespeicher.

Die EUROBIKE konnte als eine der führenden internationalen Fahrradmessen auch dieses Jahr mit 1320 Ausstellern und 46 300 Fachbesuchern aus 111 Ländern wieder Rekorde verzeichnen und bot damit eine ausgezeichnete Präsentationsplattform für das ambitionierte Projekt.

**3** *GPEC 2014 General Police Equipment Exhibition & Conference®, Leipzig, 9. bis 11. September 2014.*

Aller zwei Jahre findet in Leipzig die General Police Equipment Exhibition & Conference® (GPEC) statt. Dabei handelt es sich um eine geschlossene Spezialmesse für Sicherheitsbehörden, Polizei, Grenzschutz sowie staatliche Sicherheitsdienste. Das Fraunhofer IVI stellte seinen geladenen Gästen und zahlreichen Fachbesuchern aktuelle und bewährte MobiKat-Entwicklungen für strategische Planungen und die Optimierung operativ-taktischer Entscheidungen vor.



Die 14. Fachmesse für Feuerwehr, Brand- und Katastrophenschutz FLORIAN konnte mit 10 000 Besuchern einen neuen Rekord verzeichnen. Mehr als 170 Aussteller aus 11 Ländern präsentierten sich in der MESSE DRESDEN auf 10 000 qm Ausstellungsfläche. Schirmherr Markus Ulbig, Sächsischer Staatsminister des Innern, informierte sich auf seinem offiziellen Rundgang am Stand des Fraunhofer IVI über neueste Entwicklungen und Erfahrungen aus Praxiseinsätzen.

**4** *FLORIAN 2014  
Fachmesse für Feuerwehr,  
Brand- und Katastrophenschutz,  
Dresden,  
16. bis 18. Oktober 2014.*

Mit den Inhalten des Abschlussberichts der Arbeitsgruppe »Freiwillige Feuerwehren Sachsen 2020« konnten sich Bürgermeister und Feuerwehren auf einem speziell dafür ausgelegten Workshop vertraut machen. Verschiedene Experten stellten Handlungsansätze für die jeweiligen Entscheidungsträger vor. Dr. Kamen Danowski, Abteilungsleiter am Institut, erläuterte die zugrundeliegende Erfassungs- und Analysesoftware.

Die eCarTec gilt als weltweit größte und bedeutendste Fachmesse für Elektro- und Hybridmobilität. Sechs Fraunhofer-Institute stellten in München das Projekt »Gemeinschaftlich-e-Mobilität: Fahrzeuge, Daten und Infrastruktur« (GeMo) erstmals der breiten Öffentlichkeit vor. Es zeichnet sich dadurch aus, dass die bisher isoliert betrachteten Trends wie Elektromobilität, digitale Vernetzung und gemeinschaftliche Nutzung von Fahrzeugen zusammengeführt und zugänglich gemacht wurden.

**5** *6. eCarTec, Internationale  
Leitmesse der Elektro- und  
Hybridmobilität, München,  
21. bis 23. Oktober 2014.*

Im Fokus der Entwicklungen am Fraunhofer IVI standen cloudbasierte Mobilitätsdienste zur Buchung von Fahrzeugen oder Ladestationen sowie die Abrechnung von Fahrten im Rahmen von Apps für Android-Smartphones.





## HIGHLIGHTS

*Unterzeichnung Kooperationsvertrag mit der Baiyun Power Group, Guangzhou, China, 18. Januar 2014.*

Anlässlich der feierlichen Unterzeichnung eines Kooperationsvertrags zwischen der Firma Baiyun Power Group und dem Fraunhofer IVI am 18. Januar 2014 in Guangzhou wurde durch Dr. Thoralf Knotte eine Vorlesung zum Thema »Innovative Fahrzeugkonzepte im ÖPNV« gehalten. Teilnehmer waren Mitarbeiter der Baiyun Power Group sowie Studenten der firmeneigenen Berufsakademie.

Gegenstand der Kooperation zwischen der Baiyun Power Group und dem Fraunhofer IVI ist die Entwicklung und Inbetriebnahme einer Schnellladestation für mit Elektroenergiespeichern ausgerüstete Straßenbahnen in der Stadt Guangzhou in Zusammenarbeit mit der Dresdner Firma M&P Motion Control and Power Electronics GmbH. Weitere Kooperationsthemen sind ÖPNV-Fahrzeuge mit hoher Beförderungskapazität sowie die Elektrifizierung von innerstädtischen Buslinien.

**1** *Besuch Dr. Paul Zanelli, Transport Systems Catapult, 30. Januar 2014.*

Dr. Paul Zanelli, Chief Technical Officer des 2013 neu gegründeten Transport Systems Catapult in Milton Keynes, besuchte gemeinsam mit Heike Hammelehle von der Britischen Botschaft Berlin das Institut. In ausführlichen Fachgesprächen ging es um mobile Verkehrsanwendungen und Car2X-Modelle, aber auch um die mögliche Zusammenarbeit in internationalen Projekten. Das Transport Systems Catapult ist eines der neuen Institute für angewandte Forschung, welche die britische Regierung in den letzten Jahren ins Leben rief, und bietet sich daher als zukünftiger Projektpartner für das Fraunhofer IVI an.

**2** *Fachtagung »Mobilität & Kommunikation«, Dresden, 30. Januar 2014.*

Unter dem Motto »Wie revolutioniert das Web die individuelle Mobilität?« fand die Fachtagung »Mobilität & Kommunikation« an der TU Dresden statt. Einen thematischen Schwerpunkt bildete die »permanente Information und Reisebegleitung«. Dabei sollen vorhandene und neue Angebote im Sinne einer smarten Mobilität durch die gezielte Kombination interaktiver Informations- und Navigationsdienste flexibler, komfortabler und sicherer gemacht werden.

Als »Tür-zu-Tür«-App fügte sich NADINE bestens in dieses Themenfeld ein. Auf einem Informationsstand der begleitenden Ausstellung wurde die ÖPNV-Navigation erfolgreich präsentiert. Im Gespräch mit Vertretern aus Wirtschaft, Ministerien, Beraterfirmen und Verkehrsunternehmen zeigte sich, dass NADINE mit den Attributen »Durchgängigkeit« und »Kombination aus Navigation und Ticketing« bei Nutzern gefragte Merkmale bietet. Das Projekt ist auf dem besten Wege, die Herausforderungen einer integrierten Applikation zu bewältigen und die gesamte Reisekette von »Tür zu Tür« abzudecken.



Seit der UN-Weltkonferenz über Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro wird am 22. März der Weltwassertag begangen. Um auf dieses wichtige Thema aufmerksam zu machen, finden jährlich verschiedene Veranstaltungen und Aktionen statt, die 2014 unter dem Motto »Wasser und Energie« standen.

Auf Schloss Wackerbarth gab es dazu eine Sonderausstellung, die von hochrangigen Gästen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik eröffnet wurde. An den beiden Folgetagen bot sich den großen und kleinen Gästen ein spannender Mix aus Experimenten, Vorträgen und Exponaten.

Dr. Kamen Danowski, Abteilungsleiter am Institut, berichtete in seinem Vortrag über die Verwendung neuer Technologien bei der Hochwasserkatastrophe 2013. Im Außengelände konnte dazu das Einsatzfahrzeug des Fraunhofer IVI zur Lageplanung und Optimierung von Ressourcen bei Hochwasserkatastrophen und Großveranstaltungen mit implementierter MobiKat-Technologie besichtigt werden.

Alljährlich nutzen Unternehmen den Girls' Day, um Schülerinnen Lust auf Technik zu machen. Dieses Jahr kooperierte das Fraunhofer IVI mit dem DLR\_School\_Lab der TU Dresden. Neben der Möglichkeit zum Experimentieren erhielten die Teilnehmenden Einblick in die Ausbildungs- und Studienfächer an der TU Dresden. Im Anschluss bestand die Gelegenheit, Wissenschaftlerinnen und Absolventinnen zu befragen, die diese Fächer gewählt hatten. Ina Partzsch, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IVI, berichtete dazu von ihrem Studium des Verkehrsingenieurwesens und lud ein, das Arbeitsumfeld am Institut, zum Beispiel im Rahmen der »Langen Nacht der Wissenschaften« oder bei einem Praktikum, zu erkunden.

Welche Chancen bieten sich Fraunhofer-Instituten durch verstärkte internationale Zusammenarbeit? Dieser Fragestellung ging ein bilaterales Treffen zwischen dem Fraunhofer Senior Advisor Malaysia, Herrn Dr. Ibrahim Ahmad, sowie Vertretern des Fraunhofer IVI nach. Im Mittelpunkt des Austausches stand das Thema Nachhaltigkeit, das zunehmend Beachtung im asiatischen Raum erfährt und internationale Kooperationsmöglichkeiten im Bereich von FuE-Projekten eröffnet.

**3** »Tag des Wassers«,  
Schloss Wackerbarth, Radebeul,  
21. bis 23. März 2014.

*Girls' Day – DLR\_School\_Lab,  
Dresden, 27. März 2014.*

**4** *Besuch des Fraunhofer Senior  
Advisors Malaysia, 2. April 2014.*



1



2



3

**1 Zwischenpräsentation**  
*IVS-Studie, Dresden,*  
*17. April 2014.*

Das Schlagwort »Intelligente Verkehrssysteme« (IVS) beinhaltet eine große Bandbreite von Anwendungen, Produkten und Dienstleistungen im Zusammenhang mit zukünftiger Mobilität. Gemeinsam mit der Prognos AG hat das Fraunhofer IVI im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit untersucht, wie Sachsens Industrie künftig noch besser an der IVS-bezogenen Wertschöpfung partizipieren kann. Im Rahmen von drei Zwischenpräsentationen wurden mögliche Handlungsempfehlungen mit Experten aus Industrie, Forschung, Politik und Verwaltung diskutiert.

**2 VDI-Club, 25. April 2014.**

Eine Aufgabe von Forschungseinrichtungen wie Fraunhofer ist es, zukünftige Generationen für die wissenschaftlich-technische Arbeit zu begeistern. Dieser Herausforderung stellt sich auch das Fraunhofer IVI regelmäßig und hatte im April den Forschernachwuchs der Dresdner VDI-Mitglieder zu Gast.

Die Kinder im Alter von 4 bis 12 Jahren wurden an das spannende Thema Elektromobilität herangeführt, lernten die Komponenten von Elektrofahrzeugen am Modell kennen und sammelten bei einer Demonstration der AutoTram® Extra Grand weitere Eindrücke. Nach diesem Besuch können Sie nicht nur behaupten, mit dem längsten Bus der Welt gefahren zu sein, sondern auch erklären, wie der Strom in die Batterie kommt und warum sich ein Elektroauto flüsterleise bewegt.

**3 Business Conference on**  
*Energy Efficient Transportation*  
*Systems, Chicago, Illinois, USA,*  
*13. Mai 2014.*

Unter dem Titel »Elektrische Antriebssysteme für Busse – Diesel-elektrisch/Wasserstoff/Batteriebusse« präsentierte Dr. Thoralf Knotte auf der von der Deutsch-Amerikanischen Handelskammer in Chicago organisierten »Business Conference on Energy Efficient Transportation Systems« den Stand alternativer Antriebssysteme für Linienbusse in Deutschland.

Neben einer Bewertung der technischen Reife der Antriebssysteme wurde die Position deutscher Unternehmen in diesem zukunftssträchtigen Markt analysiert und vorgestellt.





4



5



6

Im Rahmen der »ROADSHOW – Forum E-Motion« des Vereins Forum ElektroMobilität fand auch die Vorstellung der Ergebnisse eines vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur geförderten Projekts zum induktiven Laden von Fahrzeugen während der Fahrt statt. In einem Impulsvortrag adressierte Prof. Dr. Matthias Klingner das Thema »Elektrobusse als wirtschaftliche Anwendung der Elektromobilität in Deutschland«. Im Fahrversuch demonstriert wurde u. a. die berührungslose Traktionsenergieübertragung am Beispiel der AutoTram® des Fraunhofer IVI.

**4** *Roadshow Lathen, 27. Mai 2014.*

Eine Gruppe von 25 hochrangigen Wissenschaftsmanagern der Global Research Alliance informierte sich am Fraunhofer IVI in Begleitung von Fraunhofer-Vorstand Prof. Dr. Alfred Gossner über aktuelle Entwicklungen und Branchentrends der angewandten Verkehrssystemtechnik. Neben der Vorstellung laufender Projekte wie beispielsweise der AutoTram® Extra Grand bot das Treffen Networking-Möglichkeiten, um Perspektiven der weltweiten Zusammenarbeit zu eruieren.

**5** *Besuch der Global Research Alliance, 4. Juni 2014.*

Architekten, Firmen, Anwohner und zahlreiche interessierte Gäste nutzten den bundesweiten Tag der Architektur für eine Besichtigung der neu gestalteten wissenschaftlichen Bibliothek der Fraunhofer-Institute IVI und IIS/EAS. Statt ehemals dunkler Regale dominiert eine helle, freundliche Atmosphäre den nun großzügigen lichten Raum, elegante Polster laden zum Verweilen ein. Grazile Leuchten und weich fließende Vorhänge setzen geschickt Akzente. Einen besonderen Blickfang bildet die filigrane Wendeltreppe, welche die untere Ebene mit der Galerie verbindet. Moderne Präsentationstechnik sowie ein Arbeitsplatz für eigene Recherchen verleihen einen zusätzlichen Charme.

**6** *»Tag der Architektur«, 28. Juni 2014.*

Gästen und Mitarbeitern bietet sich damit ein faszinierender Ort zum Studieren und Kommunizieren, ein kreativer Raum für neue Ideen und anregende Gespräche. Ein besonderer Dank gilt der Architektin Michaela Hoppe, die die Vorstellungen von Seiten der Institute hervorragend umgesetzt hat.





1

**1** *Projektstart EmiD,  
4. Juli 2014.*



2

**2** *»Dresdner Lange Nacht der  
Wissenschaften«, 4. Juli 2014.*

Im Vorfeld der »Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften« übergab Sachsens Wirtschaftsminister Sven Morlok die Förderbescheide zum Projekt »Elektromobilität in Dresden« (EmiD) und verkündete mit dem Durchschneiden des Eröffnungsbandes den offiziellen Start.

Anschließend drehte die im Rahmen des Projektes beschaffte Elektrofahrzeugflotte des Konsortiums auf dem Testoval des Fraunhofer IVI vor der interessierten Presse gemeinsame Runden.

Das Projektvorhaben EmiD zielt auf eine Steigerung der Wahrnehmung von Elektrofahrzeugen im öffentlichen Raum und einer zunehmenden Akzeptanz bezüglich Elektromobilität ab und soll somit einen wesentlichen Beitrag zur Förderung der privaten und geschäftlichen Nutzung sowie zur Einbindung in bestehende Verkehrsangebote, speziell Car-Sharing, leisten.

Für die Forschungsgruppe des Fraunhofer IVI an der TU Bergakademie Freiberg bot sich die Gelegenheit für die Vorstellung einer gemeinsamen Langzeitstudie mit der envia Mitteldeutsche Energie AG zur Alltagstauglichkeit eines Serien-Elektrofahrzeugs (i-MIEV).

**3** *Delegation der C40 Cities  
Climate Leadership Group aus  
Bogota, Kolumbien,  
12. August 2014.*



3

Ganz im Zeichen der Fußballweltmeisterschaft stand die 12. »Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften«. Mit knapp 1000 Besuchern bildete sie ein besonderes öffentliches Highlight. Während anfangs die meisten Gäste im Public-Viewing-Zelt das Viertelfinalspiel zwischen Frankreich und Deutschland verfolgten, galt danach das Interesse vor allem den Fahrten in verschiedenen Elektro-Pkw auf dem Testoval des Instituts.

Die ganz kleinen Gäste hatten ihre Freude an Bobby-Car-Wettrennen, die größeren konnten ihre Geschicklichkeit am Ball beweisen oder sich spannenden Knocheneien widmen.

Südamerika als Wachstumsregion verfolgt nicht nur auf dem Infrastruktursektor eigenständige und ambitionierte Ziele. Wie das Fraunhofer IVI als anerkannte FuE-Instanz mit seinen Dienstleistungen daran partizipieren kann, war das zentrale Thema des bilateralen Erfahrungsaustausches. Die Bewertung sowie die Evaluation von verkehrstechnologischen Studien in Bezug auf den Einsatz verschiedener Bussysteme vor Ort wurden als gemeinsames Arbeitsthema diskutiert.



Wie leitet sich bei gegenseitigem Nutzen aus »Made in Germany« ein »Engineered in Germany« ab? Umweltfreundliche hochkapazitive Verkehrsmittel erfahren auf dem wachstumsorientierten chinesischen Markt große Beachtung und eröffnen Fraunhofer vielfältige Kooperationsmöglichkeiten. Praktische Fragen zum Technologietransfer wurden im Rahmen dieser deutsch-chinesischen Konsultation erörtert. Die Entwicklung innovativer Bus-Rapid-Transit-Systeme könnte dabei im Vordergrund stehen.

**4** *Delegation vom CSR Zhuzhou Electric Locomotive Research Institute aus Peking, China, 15. September 2014.*

Auf dem DGON-Symposium »Inertial Sensors and Systems« stellte Ina Partzsch ihre wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiet der Bewegungsmustererkennung auf Basis von Beschleunigungsmessungen vor. Als einzige vortragende Frau erhielt sie im Anschluss an ihre Präsentation von Konferenzleiter Prof. Dr. Gert Trommer einen Blumenstrauß.

**5** *DGON-Symposium »Inertial Sensors and Systems«, Karlsruhe, 16. bis 17. September 2014.*

Das Fraunhofer IVI unterstützte gern die intensiven Bemühungen des Veranstalters, den Frauenanteil unter den Teilnehmenden und Vortragenden zu erhöhen.

Im Rahmen einer internationalen Konferenz zum Thema »Ökologischer Transport in der Zukunft« (Ekologiczny transport przyszłości) wurde die mobile Erprobungsplattform AutoTram® des Fraunhofer IVI einem breiten Fachpublikum vorgestellt und in einem Fachvortrag erläutert. Die Konferenz fand in Polen, in der Arena von Krakau, statt und war die erste Gelegenheit, das Fahrzeug außerhalb Deutschlands zu präsentieren.

**6** *Konferenz »Ekologiczny transport przyszłości«, Krakau, Polen, 18. September 2014.*



**1** *BMW -Technologiewettbewerb »Smart Data – Innovationen aus Daten«, Preisverleihung, Stuttgart, 23. September 2014.*

Im Technologiewettbewerb »Smart Data« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) konnte das Projekt iTESA »intelligent Traveller Early Situation Awareness« im Bereich Mobilität die fast 20köpfige Fachjury überzeugen und wurde aus 150 eingereichten Themen als eines von zwölf zur Förderung ausgewählt.

Die Auszeichnung des Bundesministers nahmen stellvertretend für das Konsortium Eyk Pfeiffer (Geschäftsführer travelbasys), André Rauschert (Gruppenleiter Fraunhofer IVI) und Dr. Harald Schöning (Head of Research, Software AG) auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik in Stuttgart entgegen.

Unter der Konsortialführerschaft von travelbasys, dem IT-Tochterunternehmen der TUI, soll in den nächsten drei Jahren der relevante Datenstrom aus sozialen Netzwerken (Twitter, Instagram) und öffentlichen Quellen (Agentur- und Pressemeldungen) mittels semantischer Wörterbücher und statistischer Verfahren auf Reiserisiken (Unruhen, Naturkatastrophen, Epidemien) analysiert und in das Kriseninformationssystem der TUI integriert werden.

**2** *Kick-off Guide2Wear, 26. September 2014.*

Die Partner des ERA-NET-Projektes Guide2Wear trafen sich zum Kick-off in Dresden und starteten damit offiziell ihre gemeinsamen Arbeiten. Bis August 2016 werden sie die Möglichkeiten der Nutzung von Wearable Devices für reisebegleitende Informationen ausloten und einen Prototypen entwickeln. Das Fraunhofer IVI übernimmt die Koordinierung des Projektes und ist verantwortlich für Design, Entwicklung und Demonstration des Prototyps.

*Cool Silicon Day, Dresden, 30. September 2014.*

Die Energieeffizienz von Sensorsystemen war einer der Schwerpunkte der Projekte im sächsischen Spitzencluster »Cool Silicon«, das von der Europäischen Union, dem BMBF und dem Freistaat Sachsen gefördert wurde. Das Fraunhofer IVI hatte hier gemeinsam mit anderen Partnern Lösungen für die Ortung von Passagieren in Bussen und Bahnen entwickelt, getestet und in seinen Versuchsträger AutoTram® Extra Grand integriert. Auf dem Cool Silicon Day 2014 konnten Vertreter des Projektträgers, Experten aus der Mikroelektronik-Branche und weitere Gäste die Ergebnisse auf dem Gelände der Hellerauer Werkstätten besichtigen und mit den Entwicklern ins Gespräch kommen.





Ufernahe Besiedlung bietet nicht nur ein außergewöhnliches Wohnumfeld, sondern auch besonders günstige Randbedingungen für eine zukunftsweisende Energie- und Wasserversorgung. Am Beispiel eines »schwimmenden autartec®-Hauses« soll bis Herbst 2017 die Integration der dafür erforderlichen Komponenten erprobt und im Rahmen des Wachstumskerns öffentlichkeitswirksam demonstriert werden. Das Kick-off markierte den Startschuss für die praktische Umsetzung des Projektes.

**3** *Kick-off-Meeting  
Wachstumskern autartec®,  
30. September 2014.*

Die 14 Partner – etablierte Mittelständler, Ingenieurunternehmen und Forschungseinrichtungen der Region – besitzen ausgewiesene Fachkompetenzen auf den Gebieten der Materialwissenschaften, des Maschinen- und Anlagenbaus, der Prozesstechnik sowie der Architektur. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert die Initiative als innovativen, regionalen Wachstumskern: Ziel ist ihre nachhaltige Umsetzung in Innovationen, mehr Wirtschaftswachstum und Beschäftigung.

Aufgrund des internationalen Presseechos bzgl. der Entwicklung der AutoTram® Extra Grand wurde das Korea Railroad Research Institute (KKRI) aus Uiwang, Gyeonggi, Südkorea auf das Fraunhofer IVI aufmerksam und kündigte sich zu einem Besuch an. Bei diesem Termin lernten sich beide Forschungseinrichtungen kennen und tauschten sich zu aktuellen Fragestellungen sowie den Forschungsstrukturen beider Länder aus.

**4** *Delegation vom Korea  
Railroad Research Institute,  
1. Oktober 2014.*

Die Highlights im Tagesprogramm waren eine Probefahrt mit der AutoTram® Extra Grand sowie die erste Fahrerfahrung im i3 von BMW auf dem institutseigenen Testgelände. Mit vielen Anknüpfungspunkten für eine mögliche Zusammenarbeit und zahlreichen elektromobilen Eindrücken im Gepäck traten die Gäste die Heimreise an.





**1** *20 Jahre VCDB, Dresden,  
1. Oktober 2014.*

Die VCDB VerkehrsConsult Dresden–Berlin GmbH veranstaltete anlässlich ihres 20jährigen Bestehens das Symposium »VERKEHR IM URBANEN RAUM – 20 Jahre Entwicklung und Ausblick«. Nach zahlreichen Fachvorträgen konnten die geladenen Gäste auf dem Außengelände des Dresdner Fußballstadions verschiedene elektromobile Lösungen anschauen, darunter auch den schnellladefähigen Batteriebus des Fraunhofer IVI.

**2** *IDIRA-Training, Görlitz,  
4. Oktober 2014.*

Polnische, österreichische und deutsche Katastrophenschützer kämpften in Görlitz gemeinsam gegen ein fiktives Hochwasser an der Neiße. Unter realen Einsatzbedingungen kamen u. a. bei der Bergung und Erfassung von Personen Komponenten aus dem EU-Projekt IDIRA zur Anwendung, die im Ernstfall die reibungslose Kommunikation zwischen Einsatzkräften aus verschiedenen Ländern gewährleisten.

IDIRA – diese Abkürzung steht sinngemäß für: Interoperabilität von Daten und Abläufen in der multinationalen Katastrophenhilfe. An dem vom Fraunhofer IVI koordinierten Projekt arbeiten insgesamt 17 Organisationen aus 7 europäischen Staaten mit. Zahlreiche Medienvertreter, die die Übung verfolgten, berichteten ausführlich in Presse und Fernsehen.

*Kick-off Big-Data-Kompetenz-  
zentrum »ScaDS Dresden/  
Leipzig«, Dresden,  
13. Oktober 2014.*

Das »Competence Center for Scalable Data Services and Solutions Dresden/Leipzig« (ScaDS Dresden/Leipzig) bündelt die in den sächsischen Wissenschaftsregionen Dresden und Leipzig vorhandenen Kompetenzen und Ressourcen, um Big-Data-Herausforderungen in unterschiedlichsten wissenschaftlichen und betrieblichen Anwendungsfeldern zu adressieren.

Das Fraunhofer IVI hat sich als assoziierter Partner des ScaDS für den Anwendungsbereich »Verkehr und Infrastruktur« innerhalb des Kompetenzzentrums etabliert und wurde bei der offiziellen Auftaktveranstaltung an der TU Dresden vorgestellt.



Im EU-Projekt »Transformers« entwickelt das Fraunhofer IVI gemeinsam mit namhaften Industriepartnern innovative Technologien, die den Energieverbrauch von Sattelzügen im Langstreckenverkehr um bis zu 25 Prozent senken sollen. Neben der Verbesserung der Aerodynamik und der Optimierung der Zuladung wird unter der Federführung des Instituts erstmals ein verteilter hybrider Antrieb entwickelt, dessen elektrischer Teil (E-Motor/Generator, Batterien und Steuerung) im Anhänger integriert ist.

Das General Assembly Meeting am Fraunhofer IVI in Dresden bot den Projektpartnern eine geeignete Plattform, sich über erreichte Ergebnisse sowie künftige Aufgaben auszutauschen.

»The Road to Innovation« – so lautet der Titel einer Dokumentarfilmreihe, die derzeit vom größten chinesischen Fernsehsender CCTV produziert wird. Regisseurin Ye Zhou und ihr Team besuchten das Institut, um die AutoTram® Extra Grand als innovatives Fahrzeugkonzept in die Dokumentation mit aufzunehmen. Richard Kratzing und Christoph Barz vom Fraunhofer IVI standen im Interview Rede und Antwort, während der längste Bus der Welt ausgiebig aus allen Perspektiven gefilmt wurde. Nach weiteren Dreharbeiten weltweit ist eine Ausstrahlung der Doku-Reihe für Sommer 2015 geplant.

Anfang November startete bei der Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) AG der Praxistest eines schnellladefähigen Batteriebusses. Die Komponenten und Technologien für einen solchen rein elektrischen Betrieb städtischer Linienbusse ohne Fahrleitung entstanden im Rahmen des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundvorhabens »Schnellladesysteme für Elektrobusse im ÖPNV (SEB)«. Geleitet wurde das Projekt vom Fraunhofer IVI.

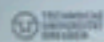
Der Elektrobus ist in der Lage, ohne Nachladung die aktuelle Teststrecke von 12 Kilometern zu absolvieren. Der anschließend erforderliche Ladevorgang ist dank hoher Ströme innerhalb von sechs Minuten abgeschlossen.

**3 TRANSFORMERS,**  
General Assembly Meeting,  
22. bis 23. Oktober 2014.

**4 Filmaufnahmen CCTV,**  
Dokumentation »The Road to  
Innovation«, 24. Oktober 2014.

**5 Start Testbetrieb EDDA-Bus,**  
Dresden, 3. November 2014.





Technische Universität München

DFG

### Inhalt

- Ansätze zur Bewegungsplanung
  - Der RRT\* -Algorithmus
  - Masspunkt-Modell eines Flugzeug
  - Flachheitsbasierter Lokaler Planner
  - Simulationsergebnisse
  - Zusammenfassung & Ausblick
- Ein Projekt in DFG geförderter Projekt  
– Ansätze Bewegungsplanung und Algorithmen für  
in 2D/3D Flugpläne mit offeneren  
Beschränkungen und unterschiedlichen Initial  
zuständen Methoden
4. Oktober 2013 2013



## DRESDNER AUTOMATISIERUNGSTECHNISCHE KOLLOQUIEN (DAK)

Die traditionelle Vortragsreihe am Fraunhofer IVI bietet Wissenschaftlern die Möglichkeit, Ergebnisse ihrer Forschungsarbeiten vorzustellen, Ideen auszutauschen und zu diskutieren. Das Spektrum der ingenieurwissenschaftlichen Themen reicht von grundlagenorientierter Regelungs- und Systemtheorie über die automatisierungstechnische Praxis, Mechatronik, Sensorentwicklung, Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik bis hin zu anwendungsorientierten Vorträgen:

### **Gezielte Erzeugung und Stabilisierung von Grenzzyklen durch nichtlineare Rückführungen.**

*27. Januar 2014*

Dipl.-Ing. Carsten Knoll, Technische Universität Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie

### **ESA Guidance, Navigation and Control Systems.**

Dr. Guillermo Ortega, Head of the Guidance, Navigation and Control Section, European Space Agency (Noordwijk, The Netherlands)

### **Kollisionssicherheit und Energieabsorption für Stadtbahnfahrzeuge.**

*12. Mai 2014*

Markus Römer, Fraunhofer IVI

### **Modellordnungsreduktion mit Krylow-Unterraum-Verfahren.**

Dipl.-Ing. Heiko Panzer, Technische Universität München, Fakultät Maschinenwesen, Lehrstuhl für Regelungstechnik

### **Randomisierte Trajektorienplanung für Flächenflugzeuge unter Verwendung der Flachheitseigenschaft.**

*23. Juni 2014*

Dipl.-Ing. Martin Seemann, Technische Universität Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Automatisierungstechnik

### **Pico-Satelliten: durch Zusammenarbeit zu spannender Leistung.**

Prof. Dr. Klaus Schilling, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Fakultät für Mathematik und Informatik, Ordinarius Informatik VII: Robotik und Telematik

### **Vision-Based-Navigation for Rendezvous with Uncooperative Targets – Methods and Experimental Results.**

*3. November 2014*

Dr. Ingo Ahrns, Airbus Defence & Space, Department of Space Robotics Projects, Bremen



# MITGLIEDSCHAFTEN UND SCHUTZRECHTE

## MITARBEIT IN GREMIEN

### **Bartholomäus, Ralf**

- DGES Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge e. V.

### **Danowski, Kamen**

- Fachgruppe Katastrophenschutz der Euroregion Elbe/Labe

### **Förster, Georg**

- Cool Silicon e. V.
- DGON Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e. V.

### **Grimm, Jan**

- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe AG 3.2.9 »Videodetektion in Verkehrsbeeinflussungsanlagen«

### **Gründel, Torsten**

- Arbeitskreis kontiki – kontaktlose Chipkartensysteme für Electronic Ticketing e. V.
- CNA Center for Transportation & Logistics Neuer Adler e. V.
- ECTRI European Conference of Transport Research Institutes
- Fraunhofer-Allianz Verkehr
- Netzwerk »SatNav Saxony«
- Silicon Saxony e. V., Fachbereich Applikationen

### **Jehle, Claudius**

- Fraunhofer-Allianz Energie

### **Kertzscher, Jana**

- VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik e. V., Vorstandsmitglied Bezirksverein Chemnitz

### **Klingner, Matthias**

- BTS Verbundinitiative Bahntechnik Sachsen
- BZS Brennstoffzellen Initiative Sachsen e. V.
- Dresden-concept e. V.
- Förderverein HYPOS – HYDROGEN POWER STORAGE & SOLUTIONS EAST GERMANY e. V.
- Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie
- Fraunhofer-Allianz Leichtbau
- Fraunhofer-Allianz SysWasser
- International Monorail Association
- Netzwerk »Dresden – Stadt der Wissenschaften«
- Verein Forum Elektromobilität

### **Michler, Oliver**

- Arbeitskreis »Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030«
- Sächsisches Telekommunikationszentrum e. V. »Sächs-Tel«
- TIS Technischer Innovationskreis Schienengüterverkehr

### **Knote, Thoralf**

- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe AG 3.10 »Theoretische Grundlagen des Straßenverkehrs«
- Kooperationsnetzwerk »Systemwerkstatt Elektromobilität«
- UITP International Association of Public Transport

### **Nagel, Ingrid**

- COST Action TU1305 Social networks and travel behaviour

### **Potthoff, Ulrich**

- Fraunhofer-Allianz Batterien

### **Torge, Sunna**

- Fraunhofer-Allianz Big Data

### **Zipser, Stephan**

- Fraunhofer-Allianz Verkehr



## PATENTE

- Klausner, S.; Gamsizlar, Ö.: Vorrichtung zur Herstellung eines wieder lösbaren elektrischen Kontaktes zwischen einem stationären Energieversorgungssystem und einem mittels elektrischer Energie angetriebenen Fahrzeug unter Nutzung des am Fahrzeug vorhandenen Stromabnehmersystems.  
Deutsches Patent DE 10 2009 023 072 B4, 2012
- Klausner, S.; Lehnert, M.: Einrichtung zur galvanischen Hochstromübertragung in ein Fahrzeug mit elektrischem Antriebssystem bei Fahrzeugstillstand.  
Deutsche Patentanmeldung DE 10 2009 013 822 A1, Offenlegung am 23.09.2010
- Klingner, M.: Leistungssteuereinrichtung und Verfahren zum Lastausgleich eines Netzes.  
Deutsche Patentanmeldung DE 10 2011 114 344 A1, Offenlegung am 21.03.2013  
Europäische Anmeldung 20.09.2012
- Wagner, S.; Zipser, S.: Verfahren zur automatischen oder teilautomatischen spurtreuen Mehrachslenkung eines Straßenfahrzeugs und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.  
Deutsches Patent DE 10 2006 037 588 B4, 2011
- Zipser, S.; Wiel, M.; Möhler, N.; John, D.: Bilderfassungssystem für Kraft- und Schienenfahrzeuge sowie Verfahren zur elektronischen Bilderfassung.  
Deutsches Patent DE 102 00 601 4504 B3, 2007

## ZERTIFIKATE

- Zerstörungsfreie Prüfung gemäß DIN EN 473, Infrarotthermografie Stufe 1 *Bau, Industrie, Elektro* (Zipser, S.)

## MARKEN

- **AutoTram®** DE 304 17 949, 2004
- **autartec®** DE 302 012 021 316, 2012
- **Feldschwarm®** DE 302 013 013 880, 2013



# PUBLIKATIONEN UND LEHRTÄTIGKEITEN



## AUFSÄTZE UND VORTRÄGE

Danowski, K.: **Einsatz neuer Technologien bei der Bewältigung der Hochwasserkatastrophe 2013.** UN World Water Day 2014: Water & Energy, Schloss Wackerbarth, Radebeul, 21.-23. März 2014

Danowski, K.: **Methodische Datenerfassung, Analyse und Bewertung der Einsatzbereitschaft der Feuerwehren im Freistaat Sachsen.** Sächsischer Städte- und Gemeindetag, 5. Sitzung der AG Brandschutz-Strategie, Dresden, 25. September 2014

ebd. Kreisbrandmeistertagung, Nardt, 18. November 2014

Danowski, K.: **Ergebnisse erfolgreicher grenzüberschreitender Zusammenarbeit in der Gefahrenabwehr.** Treffen der Regionspräsidenten von Ústí nad Labem und der Landesdirektion Dresden, Radebeul, 14. Oktober 2014

Danowski, K.; Brausewetter, P.: **Methodische Erfassung, Analyse und Optimierung der Einsatzbereitschaft der Feuerwehren.** Workshop zum Abschlussbericht »Freiwillige Feuerwehren Sachsen 2020«, Messe Florian, Dresden, 17.-18. Oktober 2014

Danowski, K.; Löst, F.-M.: **Information und Entscheidungsunterstützung für strategische und operativ-taktische polizeiliche Aufgaben.** 2. Forschungs- und Technologiesymposium der Polizei, Münster, 4.-5. Juni 2014

Danowski, K.; Petrasch, D.; Ruge, I.; Richter, C.; Brausewetter, P.; Meier, M.: **Grenzüberschreitende Gefahrenabwehr – Optimierung von Planung und Einsatzführung mittels zielgerichteter Geodateninformationsaufbereitung.** In: Crisis Prevention, Bonn, Beta Verlag- und Marketinggesellschaft mbH, 2014, Heft 4, S. 4-5, ISSN 2198-0527

Diehr, J.; Nirschl, G.; Scharl, R.; Warth, H.: **Auf dem Weg zum zukünftigen Stadtbus-Fahrerarbeitsplatz. Aktuelle Ergebnisse eines Forschungsprojektes.** In: Der Nahverkehr, Düsseldorf, Alba Fachverlag, 2014, 32, Heft 1-2, S. 31-37, ISSN 0722-8287

Dobschütz, A. v.; Bachleitner, M.; Förster, G.: **TMC-Verkehrsinformation: Bestandsaufnahme und Blick in die Zukunft.** 24. Verkehrswissenschaftliche Tage »Mobilität. Intelligent. Gestalten.« TU Dresden, 20.-21. März 2014

Elmer, M.; Kyncl, J.; Barbarino, S.; Hariram, A.; Wagner, S.: **Configurable and Adaptable Trucks and Trailers for Optimal Transport Efficiency.** IEEE Transportation Electrification Conference & Expo (ITEC Asia-Pacific), Beijing, China, August 31 - September 3, 2014, Vortrag: A. Hariram

Erschienen in: Proceedings, pp. 1-6.  
DOI: 10.1109/ITEC-AP.2014.6941146

Engelbrecht, J.; Förster, G.; Michler, O.: **Zonengenaue Ortung von Passagieren in ÖPNV-Fahrzeugen zur Unterstützung des Energiemanagements.** VDE-Kongress 2014 »Smart Cities: Intelligente Lösungen für das Leben in der Zukunft«, Frankfurt a. M., 20.-21. Oktober 2014, Vortrag: J. Engelbrecht

Engelbrecht, J.; Fuss, T.; Schwark, U.; Michler, O.: **Measurement of Interference Path Loss Between Wireless Avionics Intra-Communication System and Aircraft Systems at 4.2-4.4 GHz Band.** Loughborough Antennas and Propagation Conference LAPC 2014, Loughborough, UK, November 10-11, 2014, Postervortrag

Erschienen in: Proceedings, pp. 119-123.  
DOI: 10.1109/LAPC.2014.6996335



Erbsmehl, C.: **Statistical Driver Model for Accident Simulation**. 6th Expert Symposium on Accident Research ESAR, Hannover, June 20-21, 2014

Gründel, T.: **EmiD – Elektromobilität in Dresden**. 2. Jahrestagung des Schaufensters ELEKTROMOBILITÄT VERBINDET Bayern-Sachsen, Leipzig, 9. Dezember 2014

Gründel, T.: **Produkt- und Kontrollmodule im ÖPNV**. Fachseminar VDV eTicket Service, Köln, 29. Oktober 2014

Höbler, T.; Landgraf, T.: **Automated Traffic Analysis in Aerial Images**. International Conference on Computer Vision and Graphics ICCVG 2014, Warsaw, Poland, September 15-17, 2014, Vortrag: T. Höbler

Erschienen in: Computer Vision and Graphics. ICCVG 2014 Proceedings. Chmielewski, L. J.; Koszera, R.; Shin, B.; Wojciechowski, K. (Eds.), Springer International Publishing Switzerland, pp. 262-269, ISBN 978-3-319-11330-2

Höbler, T.; Landgraf, T.: **Automated Traffic Analysis in Aerial Images**. ICST International Conference on Sensing Technology, Liverpool, UK, September 2-4, 2014, Vortrag: T. Höbler

Erschienen in: Proceedings, pp. 95-99, Veröffentlichung online: <http://www.s2is.org/icst-2014>

Höbler, T.; Steinert, F.; Günther, L.: **Automatische Auswertung von Überholvorgängen aus Luftbildaufnahmen des UAS HORUS**. 20. Workshop »Computerbildanalyse« und Sensorik in der Landwirtschaft, Osnabrück, 26. Mai 2014, Vortrag: F. Steinert

Jehle, C.; Socher, S.; Potthoff, U.; Hagen, M.; Tübke, J.; Würsig, A.: **Cutting-Edge Battery Research: The Fraunhofer Battery Alliance**. In: ees International. The Electrical Energy Storage Magazine, Pforzheim, Solar Promotion International GmbH, 2014, 1, issue 1, pp. 30-33

Klingner, M.: **AutoTram® Extra Grand – leichte Busbahnen für den öffentlichen Verkehr**. 18. Internationales Leichtbausymposium »Innovative Leichtbaulösungen als Schlüssel zur Standortstärkung«, Dresden, 26.-27. Juni 2014

Klingner, M.: **E-Busse als wirtschaftliche Anwendung der Elektromobilität in Deutschland**. ROADSHOW »Induktives Laden während der Fahrt«, INTIS GmbH, Lathen, 27. Mai 2014

Klingner, M.; Steinert, F.: **Flugroboter zur Vermessung schwer zugänglicher Bereiche**. Fachkolloquium zum 65. Berg- und Hüttenmännischen Tag »Georessourcen«, TU Bergakademie Freiberg, 11.-13. Juni 2014, Vortrag: F. Steinert

Knote, T.: **Innovationen im Bereich der Busanwendungen**. Innovationsnetzwerk FutureCar, 1. Netzwerktreffen Phase III, Workshop »Anwendungs- und Nutzerkonzepte«, Fraunhofer IAO, Stuttgart, 11. März 2014

Knote, T.: **Betriebliche Anforderungen: Erfahrungen aus Einführungs-konzeptionen**. 4. Internationale E-Bus-Konferenz trolley:motion »E-Busse im Vergleich«, Hamburg, 17.-18. November 2014

Knote, T.: **Schnellladesysteme für Elektrobusse im ÖPNV (SEB)**. Statusseminar des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) »Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität, Ergebnisse und zukünftiges Potenzial der Elektromobilitätsforschung«, Bonn, 1.-2. Dezember 2014

Kuitunen, S.; Kratzing, R.: **HVACCO2SIM: Ein Tool zur simulativen Ermittlung des CO2-Emissionsanteils von Klimatisierungssystemen in Bussen**. 9. Tagung »Wärme-management des Kraftfahrzeugs«, Potsdam, 5.-6. Juni 2014, Vortrag: S. Kuitunen

Erschienen in: Tagungsband, Steinberg, P. (Hrsg.), Renningen, Expert Verlag, 2014, S. 272-284, ISBN 978-3-8169-3275-8



Küster, A.: **SMART-WAY – Guiding You Through the Transport Jungle**. In: Eurotransport, Brasted, Kent, UK, Russell Publishing Ltd, 2014, 12, Issue 3, pp. 28-31, ISSN 1478-8217

Landgraf, T.: **Technische Aspekte zur Temperaturmessung mit Infrarotthermographie und ihre Anwendung bei Milchkühen**. Hannoverscher Milchtage 2014, 21. Februar 2014

Landgraf, T.; Zipser, S.; Stewart, M.; Dowling, S. K.; Schaefer, A. L.: **Modelling and Correction of Influences on Surface Temperature Measurements Using Infrared Thermography for Animal Health and Welfare Assessments**. 12th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography QIRT 2014, Bordeaux, France, July 7-11, 2014

Veröffentlichung online, [http://qirt.gel.ulaval.ca/archives/qirt2014/QIRT2014.html#\\_Toc391894807](http://qirt.gel.ulaval.ca/archives/qirt2014/QIRT2014.html#_Toc391894807)

Michler, O.: **Laborseitige Generierung von HF- und NF-Umfeldsignalen zur Evaluation von Fahrzeugortungskomponenten: Potentiale, Grenzen und Feldtesterfahrungen einer verkehrsträgerübergreifenden Forschungsplattform**. Braunschweiger Verkehrskolloquium, 3. Juli 2014

Michler, O.: **Herausforderungen und Feldtesterfahrung im Forschungsbereich der fahrspurlektiven Ortung**. SatNavSaxony Workshop, Dresden, 9. September 2014

Michler, O.; Richter, R.; Partzsch, I.; Förster, G.: **Multisensorbasierte modulare Fahrzeugumfeldsimulation für vernetzte Ortungs- und Navigationssysteme: Potentiale, Grenzen sowie Feldtesterfahrungen einer verkehrsträgerübergreifenden Demonstrations- und Forschungsplattform**. Positionierung und Navigation für Intelligente Transportsysteme POSNAV-ITS 2014, Berlin, 20.-21. November 2014, Vortrag: O. Michler

Erschienen in: Tagungsband, S. 46-55

Nitzsche, G.; Röbenack, K.; Wagner, S.; Zipser, S.: **Usage of Systematic Multi-Body Equations of Motion for the Design of a Nonlinear Vehicle Dynamics Controller**. 85th Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics, Erlangen, 10.-14. März 2014, Vortrag: G. Nitzsche

Erschienen in: Proceedings of Applied Mathematics and Mechanics PAMM. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2014, pp. 67-68, ISSN 1617-7061, DOI: 10.1002/pamm.201410021

Nitzsche, G.; Röbenack, K.; Wagner, S.; Zipser, S.: **Design of a Nonlinear Trailer Steering Controller**. 25th IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Dearborn, Michigan, USA, June 8-11, 2014, Vortrag: G. Nitzsche

Erschienen in: Proceedings. IEEE, 2014, pp. 1139-1144, ISBN 978-1-4799-3637-3, DOI: 10.1109/IVS.2014.6856463

Nitzsche, G.; Völz, B.; Röbenack, K.; Wagner, S.; Zipser, S.: **Design of a Nonlinear Braking-Based Yaw Rate Controller**. 13th European Control Conference ECC '14, Strasbourg, France, June 24-27, 2014, Vortrag: G. Nitzsche

Erschienen in: Proceedings, European Control Association EUCA, 2014, pp. 1681-1686, ISBN 978-3-9524269-2-0, DOI: 10.1109/ECC.2014.6862183

Partzsch, I.: **Fahrzeuge auf Straße und Schiene ohne Satellitenunterstützung orten. Generierung von Bewegungszustands- und Ortsinformationen aus NF-Umfeldsignalen**. Braunschweiger Verkehrskolloquium, 3. Juli 2014



Partzsch, I.; Förster, G.; Richter, R.; Michler, O.: **In-the-Loop Testing of Location Based Services and Navigational Applications in a Laboratory Environment.** International Symposium on Certification of GNSS Systems & Services CERGAL 2014, Dresden, 8.-9. Juli 2014, Vortrag: I. Partzsch

Erschienen in: Proceedings, 4 Seiten

Partzsch, I.; Förster, G.; Michler, O.: **Record and Playback of Inertial Signals for In-the-Loop Testing of Location Based Services.** 2014 DGON Inertial Sensors and Systems (ISS) Symposium Gyro Technology, Karlsruhe, 16.-17. September 2014, Vortrag: I. Partzsch

Partzsch, I.; Förster, G.; Eltzschig, B.; Michler, O.: **Record und Playback von Inertialsignalen mittels integrierter NI-basierter in-the-loop Testlaborumgebung für Location Based Services.** Virtuelle Instrumente in der Praxis 2014, Fürstfeldbruck, 22.-24. Oktober 2014, Vortrag: O. Michler

Erschienen in: Konferenzband des 19. Technologie- und Anwenderkongresses »Virtuelle Instrumente in der Praxis« (VIP), Fürstfeldbruck, 2014, S. 93-97, ISBN 978-3-8007-3572-3

Rauschert, A.: **Analysen sozialer Netzwerke im Katastrophenschutz.** Brand- und Katastrophenschutzamt Dresden, 17. Januar 2014

Rauschert, A.: **BigData und LOD – Chancen im Semantischen Web für die Integration von Informationen in Unternehmen.** TrendForum Business Intelligence & Analytics, SQL AG Dresden, 28. Februar 2014

Rauschert, A.: **Data Science und Smart Cities.** Arbeitskreis Cyber-Physikalische Systeme, Silicon Saxony, Dresden, 21. Juli 2014

Rauschert, A.: **Das Smart-Data-Projekt iTesa.** Informatik 2014: Big Data – Komplexität meistern. 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, Stuttgart, 22.-26. September 2014

Steinert, F.: **HY<sup>2</sup>PE<sup>2</sup>R – Kompakter Range-Extender für Kommunalfahrzeuge.** Workshop Speichertechnologie des Forum ElektroMobilität e. V., Themenschwerpunkt Batterie, Brennstoffzelle und Range Extender, Aachen, 25. Juni 2014

Steinert, F.: **AutoTram® Extra Grand.** SIBRT Congress of Best Practices in Latin America, Lima, Peru, August 5-8, 2014

Steinert, F.; Schaufelberger, G.; Günther, L.: **Schwebende Sensorplattform HORUS.** 7. Fachtagung »Sicheres Betreiben von Förderanlagen«, Tabarz/Thüringer Wald, 28.-29. August 2014, Vortrag: L. Günther

Tozzia, M.; Guida, U.; Knotte, T.: **3iBS – the Intelligent, Innovative, Integrated Bus Systems.** 5th Transport Research Arena TRA 2014, Paris, France, April 14-17, 2014, Vortrag: M. Tozzia

Tönjes, S.: **Dynamisches Flottenmanagement für gemeinschaftlich-e-Mobilität.** HEUREKA 2014, Optimierung in Verkehr und Transport, Stuttgart, 2.-3. April 2014

Erschienen in: Tagungsband, FGSV Verlag GmbH, Köln, S. 566-576, ISBN 978-3-86446-074-6

Wagner, S.; Gemkow, S.: **TTBN und TRUCKTRIX – Automatisierte Befahrbarkeitsanalyse für Großraum- und Schwertransporte.** 10. Internationale Schwerlasttagung, Potsdam, 17.-18. Oktober 2014, Vortrag: S. Wagner

Erschienen in: Tagungsband, Polke, J.-M. (Hrsg.), Fachhochschule Potsdam, Fachbereich Bauingenieurwesen, 2014, S. 242-243

## DOKTORANDEN

### **Erbsmehl, Christian**

Ein neues 3-dimensionales Energy Equivalent Speed (EES)-Modell für Fahrzeuge basierend auf Unfalldaten.  
Technische Universität Dresden

### **Li, Jianhui**

Signal Processing for High Data Rate Wireless Communications.  
Technische Universität Ilmenau

### **Hößler, Tom**

Automatische Auswertung von Überholvorgängen aus Luftbilddaufnahmen der Flugdrohne HORUS.  
Technische Universität Dresden

### **Römer, Markus**

Untersuchung der Integrationsmöglichkeit von Energieabsorptionselementen im Gelenkbereich von Stadtbahnfahrzeugen.  
Technische Universität Dresden

## DIPLOMARBEITEN

### **Dobrev, Martin**

Untersuchung hybrider Ansätze für plattformübergreifende App-Entwicklung.  
Technische Universität Dresden

### **Schöneich, Uwe**

Erstellung eines Bilanzmodells zur wärmetechnischen Analyse komplexer Prozesse mit der Simulationsumgebung OpenModelica am Beispiel der Papierherstellung.  
Technische Universität Dresden

### **Eibach, Ghazwan**

Entwicklung eines Konzeptes zur Fahrgastraumheizung von elektrisch angetriebenen Nahverkehrsbussen (Batteriebus).  
Technische Universität Bergakademie Freiberg

## MASTERARBEITEN

### **Bombach, Erik**

Traktionskonzept für Lastenfahrrad.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg

### **Gehrcke, Christian**

Entwicklung und Untersuchung einer wandlergestützten Zellverschaltung zur Steigerung der Lebensdauer eines Zellstapels.  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)

### **Lammers, Katrin**

Quantitative Untersuchung des Leistungsverlustes von Solarmodulen nach potentialinduzierter Degradation mittels Infrarot-Thermografie.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg

### **Generalov, Aleksander**

Entwicklung einer Versuchseinrichtung zur Untersuchung der Eindringkräfte von Arbeitswerkzeugen in landwirtschaftliche Böden.  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)

### **Mittag, Karsten**

Erkennen von Personen und einspurigen Fahrzeugen in Bildsequenzen.  
Technische Universität Dresden

### **Germanov, Arkadij**

Entwicklung eines Fahrwerkskonzeptes für eine selbstfahrende landwirtschaftliche Arbeitsmaschine.  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)





## LEHRTÄTIGKEITEN

### **Bartholomäus, Ralf**

Optimale Steuerung kontinuierlicher Prozesse.  
Technische Universität Dresden,  
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik,  
Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie, SS 2014

Robuste Regelung.  
Technische Universität Dresden,  
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik,  
Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie, SS 2014

### **Kertzsch, Jana**

Berechnung elektrischer Maschinen.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, SS 2014

Einführung in die Elektrotechnik.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, WS 2013/14, SS 2014, WS 2014/15

Elektrische Energiewandler.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, SS 2014

Elektrische Maschinen und Antriebe.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, WS 2013/14, WS 2014/15

Energiespeicher.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, WS 2013/14, WS 2014/15

Energietechnik (Ringvorlesung).  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, WS 2013/14, WS 2014/15

Grundlagen der Elektrotechnik.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, SS 2014

Hybrid- und Elektroantriebe.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, WS 2013/14, WS 2014/15

Regelung elektrischer Antriebe I.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, SS 2014

Regelung elektrischer Antriebe II.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, WS 2014/15

Theorie elektrischer Maschinen.  
Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, WS 2013/14, WS 2014/15



**Klingner, Matthias**

Elektroenergiesysteme.

Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, SS 2014

Systemtheorie in der Anwendung.

Technische Universität Bergakademie Freiberg,  
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,  
Institut für Elektrotechnik, WS 2013/14, WS 2014/15

**Knote, Thoralf**

Straßenverkehrstechnik.

Technische Universität Dresden,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,  
Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr,  
WS 2013/14, SS 2014, WS 2014/15

**Michler, Oliver**

Elektrotechnische, informations- und kommunikations-  
technische Grundlagen. (Teil II: Grundlagen der Informations-  
und Kommunikationstechnik.)

Technische Universität Dresden,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,  
Institut für Verkehrstelematik, SS 2014

Fahrzeugkommunikation und Ortung.

Technische Universität Dresden,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«, Institut  
für Verkehrstelematik, WS 2013/14, SS 2014, WS 2014/15

Satellitenkommunikation und positionsbezogene  
Kommunikationssysteme.

Technische Universität Dresden,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,  
Institut für Verkehrstelematik,  
WS 2013/14, SS 2014, WS 2014/15

Technik und Verfahren digitaler, adaptiver und  
intelligenter Systeme.

Technische Universität Dresden,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,  
Institut für Verkehrstelematik,  
WS 2013/14, SS 2014, WS 2014/15

Theorie und Technik der Informationssysteme.

Technische Universität Dresden,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,  
Institut für Verkehrstelematik,  
WS 2013/14, SS 2014, WS 2014/15

Verkehrssensorik.

Technische Universität Dresden,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,  
Institut für Verkehrstelematik, SS 2014

**Potthoff, Ulrich; Michler, Oliver**

Modellierung und Simulation in der Verkehrstelematik.

Technische Universität Dresden,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,  
Institut für Verkehrstelematik, WS 2013/14, WS 2014/15

Modellierung und Simulation 2.

Technische Universität Dresden,  
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,  
Institut für Verkehrstelematik, SS 2014

**Rauschert, André**

Change Management.

Hochschule Mittweida (FH),  
Fakultät Wirtschaftswissenschaften,  
WS 2013/14, SS 2014, WS 2014/15





# INSTITUTSLEBEN

Am Fraunhofer IVI nehmen die Vereinbarkeit von Beruf und Familie sowie das kollegiale Miteinander der Beschäftigten einen hohen Stellenwert ein. Das wirkt sich nicht nur positiv auf die Zufriedenheit der Mitarbeitenden aus, sondern auch auf den Erfolg des Instituts.

Eine ausgewogene Work-Life-Balance zu schaffen und den Mitarbeitern die Chance zu geben, ihre Berufstätigkeit in den unterschiedlichen Lebensphasen flexibel zu gestalten – diesen Anspruch formuliert die Fraunhofer-Gesellschaft für ihre Personalpolitik im aktuellen Nachhaltigkeitsbericht.<sup>1</sup> Am Fraunhofer IVI gibt es dazu die verschiedensten Angebote:

## *Forschernachwuchs*

Seit 2012 können in der institutseigenen Tagespflege bis zu zehn »Forscherkids« im Alter von sechs Monaten bis drei Jahren betreut werden. Bei Bedarf dürfen auch die Kleinsten mit ins Büro – das KidsOffice bietet drei Arbeitsplätze und genügend Platz und Zubehör für Kinder. Ein Höhepunkt für die IVI-Familien ist die jährlich stattfindende Kinderweihnachtsfeier.

## *Sportliches*

Unter dem Motto »Forschung aktiViert« beteiligen sich sportbegeisterte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an lokalen und Fraunhofer-weiten Wettbewerben. 2014 liefen die Sportler bei der Rewe Team Challenge mit, traten beim Drachenbootrennen während des Dresdner Elbhängfestes an und sammelten viele Zweirad-Kilometer im Rahmen des »Stadtradelns«. Beim Fraunhofer-Fußballturnier kickte man gemeinsam mit Forscherkollegen aus anderen Instituten.

## *Veranstaltungen*

Eine willkommene Abwechslung zum Büro- und Laboralltag am Fraunhofer IVI bietet der alljährliche Betriebsausflug. In diesem Jahr besuchten die Teilnehmer die Festung Königstein in der Sächsischen Schweiz und paddelten auf der Elbe zum anschließenden Grillfest. Beliebt ist auch die »Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften«, bei der nicht nur die Familie einen Einblick in die aktuelle Forschungsarbeit gewinnen kann. Zum Jahresausklang feierte man in Hoppes Hoftheater die traditionelle Institutsweihnachtsfeier.

<sup>1</sup> Fraunhofer-Gesellschaft, Nachhaltigkeitsbericht 2013, S. 67





DB HAUPTBAHNHOF S

# SO FINDEN SIE UNS

## ÖFFENTLICHE VERKEHRSMITTEL

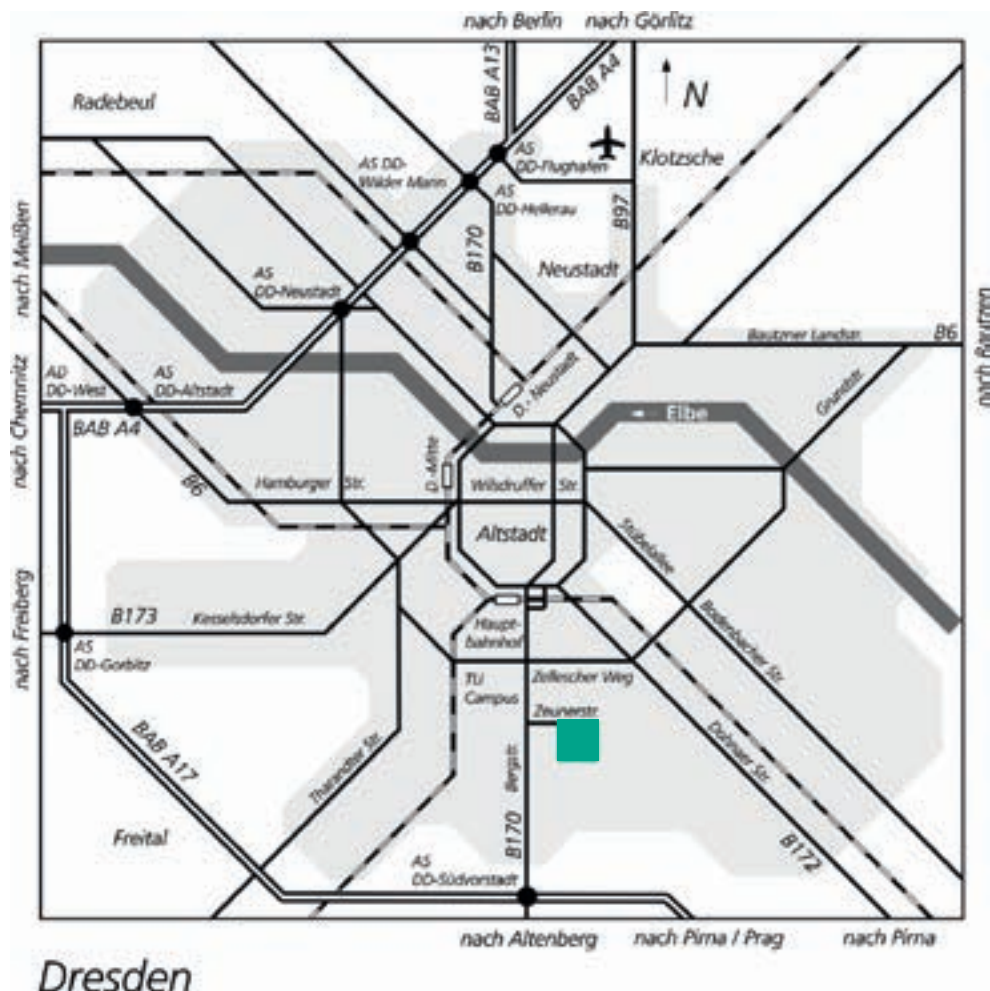
ab Dresden Hbf. mit der Buslinie 66 drei Stationen in Richtung Technische Universität bis Haltestelle »Mommensenstraße«, 5 Minuten Fußweg (oder ab Dresden Hbf. mit dem Taxi, ca. 2 km)

## AUTO

aus allen Richtungen vom Autobahndreieck »Dresden-West« auf die A17 in Richtung Pirna/Prag, Abfahrt »Dresden-Südvorstadt«, nach ca. 3 km Richtung Dresden auf der B170 (Bergstraße) rechts in die Zeunerstraße einbiegen, Informationen über Parkmöglichkeiten am Empfang

## FLUGZEUG

ab Flughafen Dresden mit dem Taxi (15 km) oder mit der Flughafen-S-Bahn über Bf. Dresden-Neustadt bis Hbf., ca. 22 Minuten



## Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI

Zeunerstraße 38  
01069 Dresden

Telefon +49 351 4640-800  
Fax +49 351 4640-803  
[www.ivi.fraunhofer.de](http://www.ivi.fraunhofer.de)





# IMPRESSUM

## **Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI**

Zeunerstraße 38  
01069 Dresden

Telefon +49 351 4640-800

Fax +49 351 4640-803

## **PRESSE UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT**

Elke Sähn

Telefon +49 351 4640-612

presse@ivi.fraunhofer.de

## **KONZEPTION UND REDAKTION**

Elke Sähn

Bettina Adler

## **LAYOUT UND GRAFISCHE BEARBEITUNG**

Gitta Neumann

## **BILDQUELLEN**

Elke Sähn

Manuela Stahr

Fraunhofer	S. 55, S. 70/3, S. 71/5, S. 75/4, S. 77/4, S. 92/93
TU Bergakademie Freiberg	S. 59
SIBRT	S. 70/1
CarboFibretec	S. 29, S. 31, S. 70/2
Sebastian Stegmüller, Fraunhofer IAO	S. 71/5
Heike Hammelehle	S. 72/1
GACC Midwest	S. 74/3, S. 89
ISS 2014	S. 77/5
Wiesław Majka, Urząd Miasta Krakowa	S. 77/6
PT DLR	S. 78/1

## **DRUCKEREI**

Stoba-Druck

Am Mart 16

01561 Lampertswalde

Telefon +49 35248 814-68

Fax +49 35248 814-69

www.stoba-druck.de

