

JAHRESBERICHT

2016

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR VERKEHRS- UND INFRASTRUKTURSYSTEME IVI

JAHRESBERICHT
2016



ALLES FLIESST

VORWORT

Die Symbolkraft des Wassers wusste sich schon Hegel zu eigen zu machen, als er die Dynamik gesellschaftlicher Prozesse mit den Worten »wie ein breiter Fluss bewegt sich alles vorwärts« beschrieb. Für die griechischen Philosophen waren Flüsse das Sinnbild »beständigen Werdens und Wandels« in der spannungsgeladenen Einheit von Gegensätzen. All das prägt das Bild einer Welt, die mehr und mehr aus den Fugen zu geraten scheint. Migrationsbewegungen, die an die Völkerwanderung des frühen Mittelalters erinnern, religiös motivierter Terror und kriegerische Konflikte, kollabierende Wirtschaftssysteme, zunehmender Protektionismus und radikale politische Auseinandersetzungen gefährden den gesellschaftlichen Konsens.

Die Arbeit am Institut hat diese Entwicklung bisher wenig tangiert und in der Gewissheit, ein gutes und sehr erfolgreiches Jahr absolviert zu haben, möchte ich meinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern herzlich Dank sagen für das Engagement, die Kreativität und den inneren Zusammenhalt, der das Fraunhofer IVI in den letzten Jahren so maßgeblich geprägt hat.

An einem Verkehrsinstitut sind fließende Bewegungen Ziel vielfältiger Forschungsaktivitäten in den unterschiedlichsten Abstraktionsebenen. Angefangen mit makroskopischen Verkehrsflüssen auf Land- oder Wasserstraßen, auf Schienen oder in Luftkorridoren, kann der Bogen über Waren-, Geld- oder Passagierströme, Kraftflüsse in den Fahrzeugstrukturen, Stromflüsse an Hochstromkontakten bis in den mikroskopischen Bereich der Elektronen- und Ionenbewegung zwischen zwei Elektroden oder in die abstrakten Räume der Informationsflüsse gespannt werden. Digitale Transformationsprozesse revolutionieren nicht nur die Produktion, sie führen auch zu neuen Mobilitätskonzepten, Geschäftsmodellen und Fahrzeugtechnologien. Trillionen von Bytes durchströmen täglich unsere Kommunikationsnetze. Mit Hilfe leistungsfähiger Methoden der Datenauswertung und der am Fraunhofer IVI verfügbaren Hochleistungsrechenteknik wird es möglich, aus dem gewaltigen Datenfluss online-Informationen zu sicherheitsrelevanten Ereignissen zu generieren. Die globale Gefährdung hat sich dramatisch verschärft, die terroristische Bedrohung erfasst

nun auch Deutschland, zahlreiche Opfer sind zu beklagen. Forschungsthemen auf dem Gebiet der zivilen Sicherheit gehören bereits seit Jahren zum Leistungsspektrum des Institutes. Heute bewähren sich die mittlerweile international nachgefragten Führungs- und Kommunikationssysteme für Spezialeinsatzkräfte länderübergreifend im harten Polizeieinsatz.

Ein ungehinderter stetiger Fluss zeichnet sich im Allgemeinen durch energetische Effizienz und gelegentlich auch eine hohe Ästhetik aus. So vermag graziler Tanz die unterschiedlichsten Emotionen in fließenden Bewegungen auszudrücken und im Pas de deux durch die Synchronisation der Bewegungen diesen Eindruck um ein Vielfaches zu steigern. Im Tierreich zeigt das Schwarmverhalten der Vögel, Fische oder Herdentiere, wie sich eine große Menge an Individuen auf engstem Raum höchst effektiv und fließend fortbewegen kann. Ein interessanter Forschungsschwerpunkt am Fraunhofer IVI befasst sich derzeit mit der Synchronisation hochautomatisierter Verkehrsflüsse, um dieses der Natur entlehnte Prinzip der Schwarmbewegung auf die Verkehrssteuerung in urbanen Ballungsräumen zu übertragen. Unter der Bezeichnung »Synchronized Mobility« finden diese Ideen nun auch im Bundesstaat Nevada nachhaltiges Interesse.

Etwas anders geartet ins Schwärmen kommen unsere zahlreichen Gäste, wenn sie das barocke Dresden erleben, Kunst und Kultur auf höchstem Niveau genießen. Die Pretiosensammlung Augusts des Starken gehört zweifellos zu den sehenswerten, weltbekannten Kunstschatzen und bevor ich Sie einlade, sich unserem Jahresbericht mit etwas Muse und Beschaulichkeit zu widmen, möchte ich an die kleine Bronzestatue »Dresdner Merkur« erinnern, die ein toskanischer Großherzog aus dem Geschlecht der Medici dem sächsischen Königshaus Ende des 16. Jahrhunderts zum Geschenk gemacht hat. Der fliegende Merkur, Sinnbild der Geschicklichkeit und des Glücks, verkörpert auch die fürstliche Tugend, sich gegen ein ungewisses Schicksal zu stemmen. Dafür Kraft, Charakterstärke und Durchsetzungsvermögen aufbringen zu können, wünsche ich uns allen.

INHALT

FRAUNHOFER	Fraunhofer-Gesellschaft	7
INSTITUT	Fraunhofer IVI im IUK-Verbund	8
	Fraunhofer IVI in Allianzen	9
	Das Institut im Überblick	10
	Organigramm	12
	Kuratorium des Fraunhofer IVI	14
	Bilanzen	15
	Auftraggeber und Partner	16
	Ausstattung	20
ABTEILUNGEN	Verkehr, Energie und Umwelt	22
	<i>Batterieferndiagnosesystem</i>	23
	Fahrzeug- und Verkehrssystemtechnik	24
	<i>TruckTrix® – Automatisierte Befahrbarkeitsanalysen für Schwertransporte</i>	25
	Intelligente Verkehrssysteme	26
	<i>Guide2Wear – ÖPNV-Navigation mittels Smartwatch</i>	27
	Strategie und Optimierung	28
	<i>IMPRESS – Entscheidungsunterstützung in Großschadenslagen</i>	29
UNIVERSITÄRE FORSCHUNG	Ortung, Information und Kommunikation	30
	<i>Laborgestützte Testroutinen für Kommunikationsdienste des vernetzten Fahrens</i>	31
	Energiesystemtechnik	32
	<i>Recycling von Li-Ionen Batterien: schnell, sicher und effizient entladen</i>	33
AKADEMISCHER NACHWUCHS	Indoor-Positionierung in Fahrgastzellen mittels Leckwellenleitern	34
	Bestimmung der Impedanz von Leistungskondensatoren	36
	Rekonstruktion und Analyse von Verkehrsunfällen auf Basis von Ereignisdatenrekordern	38
	Konstruktion eines Stromübertragungssystems für den elektrischen Verteilerverkehr	40
	Entwicklung eines Klassifikationsansatzes zur Segmenterkennung im SPNV	42
FAKTEN UND INFORMATIONEN	Besondere Ereignisse	44
	Mitgliedschaften und Schutzrechte	52
	Publikationen	54
	Lehrtätigkeiten	60
	Institutsleben	64
	So erreichen Sie uns	66
	Impressum	67

FRAUNHOFER IN SACHSEN

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist mit neun Instituten und einer Vielzahl an Einrichtungen vertreten.

INSTITUTE

- ▶ Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP Dresden
- ▶ Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS Dresden
- ▶ Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS Dresden
- ▶ Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI Dresden
- ▶ Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS Dresden
- ▶ Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU Chemnitz und Dresden
- ▶ Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS Chemnitz
- ▶ Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI Leipzig
- ▶ Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW Leipzig

INSTITUTSTEILE UND EINRICHTUNGEN

- ▶ Fraunhofer IVV, Außenstelle für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik Dresden
- ▶ Institutsteil Dresden des Fraunhofer IFAM Bremen
- ▶ Institutsteil Dresden des Fraunhofer IIS Erlangen
- ▶ Fraunhofer-Technologiezentrum Halbleitermaterialien THM Freiberg
- ▶ Projektgruppe ASSID (All Silicon System Integration Dresden) des Fraunhofer IZM
- ▶ Fraunhofer-Kunststoffzentrum Oberlausitz des Fraunhofer IWU

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 69 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 24 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen über 1,9 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 VERBUND IUK-TECHNOLOGIE

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

Etwa 4300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Verbunds 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 Verbunds

Prof. Dr. Dieter W. Fellner
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD
Telefon +49 6151 155-100
dieter.fellner@igd.fraunhofer.de

Geschäftsführer

Alexander Nouak
Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie
Telefon +49 30 7261566-0
alexander.nouak@iuk.fraunhofer.de

www.iuk.fraunhofer.de

Die derzeit 20 Mitglieder des Verbunds sind 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
- Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI
- Windenergie und Energiesystemtechnik IWES (Gast)

Kontakt am Fraunhofer IVI

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

IN ALLIANZEN

FRAUNHOFER-ALLIANZ BIG DATA

In der Allianz Big Data bieten 28 Institute branchenübergreifendes Know-how bei der effizienten Nutzung großer und heterogener Datenmengen.

Das Fraunhofer IVI unterstützt als Sparringspartner Unternehmen bei der Suche nach digitalen Wertschöpfungsprozessen und der Implementierung neuer Geschäftsmodelle.

Geschäftsführer der Allianz

Dr. Dirk Hecker

Kontakt am Fraunhofer IVI

André Rauschert

Telefon +49 351 4640-681

andre.rauschert@ivi.fraunhofer.de

www.bigdata.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-ALLIANZ BATTERIEN

Forscher und Entwickler aus 19 Fraunhofer-Instituten bündeln ihre Kompetenzen in der Fraunhofer-Allianz Batterien, die sich zum Ziel setzt, technisch und wirtschaftlich geeignete elektrische Speicherlösungen zu konzipieren und in Anwendungen zu überführen. Das Leistungsspektrum beinhaltet die Themen Material, System, Simulation und Test.

Sprecher der Allianz

Prof. Dr. Jens Tübke

Kontakt am Fraunhofer IVI

Dr. Ulrich Potthoff

Telefon +49 351 4640-638

ulrich.potthoff@ivi.fraunhofer.de

www.batterien.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-ALLIANZ VERKEHR

Ihr spezifisches Fach- und Branchenwissen zur verkehrsrelevanten Forschung vereinen 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.

Vorsitzender 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

FRAUNHOFER-ALLIANZ ENERGIE

Die Fraunhofer-Allianz Energie gehört zu den größten Energieforschungsorganisationen Europas. Die 18 Mitgliedsinstitute bringen ihre Kompetenzen auf den Gebieten der erneuerbaren Energien, der Energieeffizienztechnologien, intelligenter Energienetze, Energiespeicher sowie Gebäude und Komponenten ein.

Sprecher der Allianz

Prof. Dr. Hans-Martin Henning

Kontakt am Fraunhofer IVI

Claudius Jehle

Telefon +49 351 4640-698

claudius.jehle@ivi.fraunhofer.de

www.energie.fraunhofer.de

DAS INSTITUT IM ÜBERBLICK

Das Fraunhofer IVI hat sich in den letzten Jahren zu einem leistungsfähigen Institut entwickelt, das dank seiner fachlichen Kompetenz nationale und internationale Anerkennung genießt.

Heute beschäftigt es mehr als 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie ca. 60 Studierende in vier Abteilungen und zwei gemeinsamen Forschungsgruppen mit der TU Dresden und der TU Bergakademie Freiberg. In enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft, politischen Entscheidungsträgern und Fördergebern werden Visionen entworfen und Lösungen aufgezeigt.

Dabei stehen etablierte Themen aus den Bereichen Fahrzeug- und Antriebstechnik ebenso im Fokus wie neue Herausforderungen im Kontext des automatisierten und vernetzten Fahrens. Zunehmend an Bedeutung gewinnen Technologien zur Verbesserung der zivilen Sicherheit. Um die steigende Nachfrage hinsichtlich Unfalldatenerfassung und -auswertung bedienen zu können, wurde die Forschungsgruppe »Fahrzeug- und Verkehrssicherheit« gegründet.

Dank dieses stetigen Kompetenzaufbaus gelang es in 2016 erneut, den Gesamtertrag zu steigern. Forschungsvorhaben aus Bund und Ländern leisteten dabei mit 30 Prozent den größten Anteil. Der Wirtschaftsertrag belief sich auf 32 Prozent und verzeichnete gegenüber dem Vorjahr einen leichten Anstieg. Stabil bei 18 Prozent blieb der Anteil aus Projekten des europäischen Forschungsrahmenprogramms.

Das Institut investierte vor allem in die Erweiterung der Forschungsinfrastruktur und stellte erneut Mittel für die Modernisierung des Bestandsgebäudes zur Verfügung. Damit bietet sich nicht nur den Beschäftigten ein angenehmes Arbeitsumfeld, desgleichen schätzen Auftraggeber und Partner die inspirierende Atmosphäre.

Die gute wirtschaftliche Lage des Fraunhofer IVI spiegelte sich auch in den Ergebnissen der Mitarbeiterbefragung wider. In fast allen Bewertungskomplexen lag das Institut über dem Fraunhofer-Durchschnitt. Besonders hervorgehoben wurden die hervorragende Leistungsbereitschaft und der ergebnisorientierte offene Ideenaustausch.

Zufriedenheit hinsichtlich der Arbeitsbedingungen und der eigenen Tätigkeit komplettieren das positive Stimmungsbild und lassen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IVI voller Zuversicht und Optimismus in die Zukunft schauen.

KOMPETENZEN

- ▶ Antriebstechnik
- ▶ Autarke Versorgungssysteme
- ▶ Digitale Geschäftsprozesse
- ▶ Elektromobilität
- ▶ Fahrzeug- und Verkehrssicherheit
- ▶ Fahrzeugtechnologien
- ▶ Fahrzeugvernetzung
- ▶ Logistik
- ▶ Mehrachslenkung und Spurführung
- ▶ Mobilität und Assistenz
- ▶ Planung und Einsatzführung
- ▶ Sensor- und Aktorsysteme
- ▶ Stationäre Energiespeicher
- ▶ Systemmodelle und Prozesssteuerung
- ▶ Ticketing und Tarife
- ▶ Verkehrsökologie
- ▶ Verkehrsplanung
- ▶ Verkehrssysteme
- ▶ Verkehrszustandsidentifikation



INSTITUTSLEITER

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

ABTEILUNGEN



Verkehr, Energie und Umwelt

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

Speicher und Wandler
Claudius Jehle

Mechatronische Systeme
Richard Kratzing



Fahrzeug- und Verkehrssystemtechnik

Dr. Thoralf Knotte
thoralf.knotte@ivi.fraunhofer.de
Telefon +49 351 4640-628

Fahrzeug- und Antriebstechnik
Dr. Frank Steinert

Verkehrssysteme/Fahrer-Fahrzeug-Interaktion
Dr. Thoralf Knotte

Fahrzeugsteuerung und -sensorik
Dr. Sebastian Wagner

Fahrzeug- und Verkehrssicherheit
Dr. Christian T. Erbsmehl

UNIVERSITÄRE FORSCHUNGSGRUPPEN



Ortung, Information und Kommunikation

Prof. Dr. Oliver Michler
Telefon +49 351 4640-663
oliver.michler@tu-dresden.de



ADMINISTRATION



Verwaltung

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



Kommunikation und Design

Elke Sähn
Telefon +49 351 4640-612
elke.saehn@ivi.fraunhofer.de

ORGANIGRAMM



Intelligente Verkehrssysteme

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

Mobilität und Assistenz

Sebastian Pretzsch

Verkehrssystemdaten

N. N.

Ticketing und Tarife

Dr. Torsten Gründel

Kooperative Systeme

Dr. Andreas Festag



Strategie und Optimierung

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

Disposition

Dr. Kamen Danowski

Digitale Geschäftsprozesse

André Rauschert

Logistik

Axel Simroth



Energiesystemtechnik

Prof. Dr. Jana Kertzscher
Telefon +49 3731 39-2926
jana.kertzscher@ivi.fraunhofer.de



International Business

Mandy Koritz
Telefon +49 351 4640-637
mandy.koritz@ivi.fraunhofer.de



European Business

Daniela Larsen
Telefon +49 351 4640-817
daniela.larsen@ivi.fraunhofer.de

KURATORIUM DES FRAUNHOFER IVI

Vorsitzender

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

Mitglieder

(Stand März 2016)

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

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

*MinR Hans-Peter Hiepe,
Referatsleiter,
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)*

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

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

*Prof. Dr. Dirk C. Meyer,
Direktor, Institut für Experimentelle Physik,
TU Bergakademie Freiberg*

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

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

*Bernhard Schmidt,
Betriebsleiter, Sileo GmbH*

*Nils Schmidt,
Leiter Mobility Division, Siemens AG*

*Lars Seiffert,
Vorstand Betrieb und Personal,
Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) AG*

*Carsten Utikal,
Referent – Bund-Länder-Forschungseinrichtungen,
Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
(SMWK)*

BILANZEN

FINANZIERUNG

Wirtschaftsunternehmen	32 %
EU	18 %
Grundfinanzierung	13 %
übrige Auftraggeber	7 %
Bund / Länder	30 %

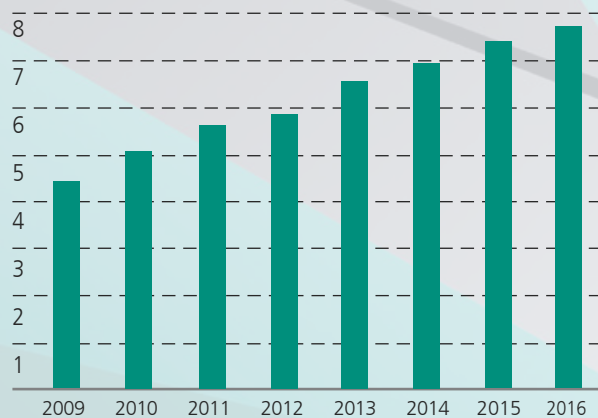


MITARBEITER

Wissenschaftler	95
wissenschaftliche Hilfskräfte	67
Auszubildende	4
nichtwissenschaftliche Mitarbeiter	15
gesamt	181

PROJEKTERTRAGSENTWICKLUNG

in Mio. Euro



AUFTRAGGEBER UND PARTNER

Forschungsinstitutionen und Universitäten

- BTU Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
- DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- Friedrich-Schiller-Universität Jena
- GEDES Gemeinnützige Forschungsgesellschaft für dezentrale Energiesysteme e. V.
- HAW Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
- HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
- Hochschule Mittweida
- ICM Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e. V.
- InnoZ Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel GmbH
- IKA Institut für Kraftfahrzeuge der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen
- IVM Institut für Vernetzte Mobilität gGmbH
- KIT Karlsruher Institut für Technologie
- MHH Medizinische Hochschule Hannover
- Technische Universität Chemnitz
- Technische Universität Dresden
- Universität Regensburg
- WHZ Westsächsische Hochschule Zwickau
- ZeoSys GmbH
- Zeppelin Universität gGmbH

Energieversorger

- DREWAG NETZ GmbH
- DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH
- ENSO Energie Sachsen Ost AG
- Stadtwerke München GmbH

Öffentliche Einrichtungen

- Autobahndirektion Südbayern
- BASt Bundesanstalt für Straßenwesen
- Bayerische Straßenbauverwaltung
- Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr
- Berufsfeuerwehr Dresden
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung
- BMEL Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
- BMUB Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
- BMVI Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
- BMWi Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
- DRK Deutsches Rotes Kreuz
- Forschungszentrum Jülich GmbH
- Landeshauptstadt Dresden
- Landkreis Bautzen
- Landkreis Görlitz
- Landkreis Meißen
- Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge
- Polizeidirektion Chemnitz
- SAB Sächsische Aufbaubank
- SAENA Sächsische Energieagentur GmbH
- SID Staatsbetrieb Sächsische Informationsdienste
- SMI Sächsisches Staatsministerium des Innern
- SMWA Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
- SMWK Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
- Stadt Aachen
- ULD Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein
- Umweltbundesamt
- Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH



Verkehrsverbände und -unternehmen

- Abellio GmbH
- AVV Aachener Verkehrsverbund GmbH
- BBG Barnimer Busgesellschaft mbH
- BODO Bodensee-Oberschwaben Verkehrsverbund-gesellschaft mbH
- DB Deutsche Bahn AG
- DB Kommunikationstechnik
- DB RegioNetz Verkehrs GmbH (Erzgebirgsbahn)
- DB RegioNetz Verkehrs GmbH (WFB Westfrankenbahn)
- DB Vertrieb GmbH
- DING Donau-Iller-Nahverkehrsverbund GmbH
- DVB Dresdner Verkehrsbetriebe AG
- ESB Erzgebirgsbahn
- EVAG Erfurter Verkehrsbetriebe AG
- GöVB Göttinger Verkehrsbetriebe GmbH
- Hamburger Hochbahn AG
- Jenaer Nahverkehr GmbH
- KVB Kölner Verkehrs-Betriebe AG
- LVB Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH
- MDV Mitteldeutscher Verkehrsverbund GmbH
- MVG Münchner Verkehrsgesellschaft mbH
- MVV Münchner Verkehrs- und Tarifverbund GmbH
- NVBW Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg mbH
- RMV Rhein-Main-Verkehrsverbund GmbH
- RVD Regionalverkehr Dresden GmbH
- RVF Regio-Verkehrsverbund Freiburg GmbH
- SSB Stuttgarter Straßenbahn AG
- Stadtwirtschaft Weimar
- SWB Stadtwerke Bonn GmbH
- üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG
- VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg
- VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
- VGN Verkehrsverbund Großraum Nürnberg GmbH
- VHH Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein AG
- ViP Verkehrsbetriebe Potsdam GmbH
- VMS Verkehrsverbund Mittelsachsen GmbH
- VMT Verkehrsgemeinschaft Mittelthüringen GmbH
- VON Verkehrsverbund Oberlausitz-Niederschlesien GmbH
- VRR Verkehrsverbund Rhein-Ruhr AöR
- VRS Verkehrsverbund Rhein-Sieg GmbH
- VVO Verkehrsverbund Oberelbe GmbH
- VVS Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH

Wirtschaftsunternehmen

- Adam Opel AG
- ads-tec GmbH
- AiB Architekten Ingenieure Bautzen GmbH
- Airclip Service GmbH & Co. KG
- antwortING GmbH
- apomace data systems GmbH
- ASSMANN Büromöbel GmbH & Co. KG
- Audi AG
- Aurora Konrad G. Schulz GmbH & Co. KG
- B&O Gebäudetechnik GmbH & Co. KG
- Bahnkonzept
- Bombardier Transportation GmbH
- CarboFibretec GmbH
- Carmeq GmbH
- Continental AG
- CSC Deutschland GmbH
- DACHSER GmbH & Co. KG
- Daimler AG
- DB Mobility Logistics AG
- DELTEC electronic GmbH
- DEKRA Automobil GmbH
- DEKRA Automotive Solutions Germany GmbH
- Delimon GmbH
- DMG Dresden Marketing GmbH
- dresden elektronik ingenieurtechnik GmbH
- Dresden Informatik GmbH
- driveXpert GmbH
- DTV Verkehrsconsult GmbH
- DUALIS® GmbH IT Solution
- e-mobil BW GmbH
- EBF Dresden GmbH
- ECD Electronic Components GmbH
- Eldev UG
- eltherm GmbH
- Emons Spedition GmbH
- EvoBus GmbH
- Fahrzeugsystemdaten GmbH
- FRAMO electric transportation GmbH
- FusionSystems GmbH
- Geofabrik GmbH
- Global Warehouse and Logistics GmbH
- Goldhofer AG
- Götting KG
- HaCon Ingenieurgesellschaft mbH
- Hako GmbH (Multicar Waltershausen)
- HANDSPIEL GmbH
- HanseCom GmbH
- Heinrich Schwertransporte GmbH
- Heliatek GmbH
- HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG
- Hübner GmbH & Co. KG
- IAV Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr GmbH
- ibes AG
- ifN-group
- IMA Institut für Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH
- IndiKar Individual Karosseriebau GmbH
- INNIUS DÖ GmbH
- InnoTec21 GmbH
- INQUENCE GmbH
- IPEtronik GmbH & Co. KG
- IRK-Dresden, Ingenieurbüro für Hochfrequenztechnik und Antennenentwicklung
- JTI Jenaer Technologie- und Innovationsberatung
- Kappich Systemberatung
- Kieback GmbH & Co. KG
- Knorr-Bremse AG
- Kommzept Ingenieurbüro Hausmann e. K.
- Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH
- KOMSA Kommunikation Sachsen AG
- Konrad SCHÄFER GmbH
- Lohmeyer GmbH & Co. KG
- LZS Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH



- M&P Motion Control and Power Electronics GmbH
- MAN Truck & Bus AG
- Meindl Entsorgungsservice GmbH
- Metirionic GmbH
- Mobil Elektronik GmbH
- momatec GmbH
- MOVAB-D GmbH
- MRK Management Consultants GmbH
- MUGLER AG
- Neue WMS Flocktechnik GmbH
- Neurosoft GmbH
- NOFFZ ComputerTechnik GmbH
- NXP Semiconductors Germany GmbH
- OMT Oberflächen- und Materialtechnologie GmbH
- OPTITOOL GmbH
- ORTEN Fahrzeugbau GmbH
- Ortloff Technologie GmbH
- PaX AG
- Pneumatik Berlin GmbH
- Porsche AG
- Preh Car Connect GmbH
- Prisma Ecotech GmbH & Co. KG
- Prognos AG
- Proton Motor Fuel Cell GmbH
- Quantic Digital GmbH
- Raussendorf Maschinen- und Gerätebau GmbH
- Robert Bosch GmbH
- SAPA GmbH
- Schenker Deutschland AG
- Scheuerle Fahrzeugfabrik GmbH
- Schmitz Cargobull AG
- Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH
- Siemens AG
- SiKonA – SicherheitsKonzepte Advisory UG
- Software AG
- SOLARIS Deutschland GmbH
- Spheros GmbH
- SQL AG
- STESAD GmbH
- Swissphone Systems GmbH
- T-Systems Multimedia Solutions GmbH
- TCAC Transport and Communication Assessment Centre GmbH
- ThyssenKrupp System Engineering GmbH
- traffic information and management GmbH
- travel-BA.Sys GmbH & Co. KG
- Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG
- TUI InfoTec GmbH
- TÜV Nord AG
- TÜV Rheinland AG
- TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg e.V.
- TÜV Rheinland Consulting GmbH
- TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
- Universal Transporte Michels GmbH & Co. KG
- UTM Universal Transport GmbH
- VCDB VerkehrsConsult Dresden-Berlin GmbH
- VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
- VDV eTicket Service GmbH & Co. KG
- Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH
- Voith Engineering Service GmbH
- Volkswagen AG
- Vossloh Kiepe GmbH
- WANKO Informationslogistik GmbH
- webit! Gesellschaft für neue Medien mbH
- WeichertMehner GmbH & Co. KG
- Wilde Metallbau GmbH
- WTK-Elektronik GmbH
- WVI Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH
- ZIGPOS GmbH

Eine Liste mit internationalen Partnern finden Sie im englischen Teil des Jahresberichts auf den Seiten 16/17.

AUSSTATTUNG

VERSUCHSFAHRZEUGE

- AutoTram® zur Erprobung alternativer Antriebe, Spurführungstechniken und automatischer Lenkregelung
- AutoTram® Extra Grand
- Einsatzleitwagen ELW MB Sprinter als Erprobungsfahrzeug für Leit- und Rettungstechnik
- ELENA, Plattform zur Erprobung von Lenkstrategien
- Schnellladefähige Busse (12 und 18 Meter)
- Testfahrzeuge für Fahrerassistenz, Fahrerinformation und automatisches Fahren

LABORRÄUME

- Batterielabor
- Demonstrationslabor für Verkehrstelematik
- Elektroniklabor
- Kommunikations- und Funktechniklabor
- Labor MobiKat

SOFTWARE

- ANSYS (Finite Elemente Simulation)
- Apache Hadoop, HBase, HDFS, Hive, Flink, Kafka, Mahout, Map/Reduce, Spark
- ArcGIS 10.3 (GIS-System)
- CATIA V5 (Konstruktion)
- COMSOL (Multiphysics Simulation)
- Dewesoft (Messwerterfassung und Auswertung)
- DSpace Rapid Prototyping Control
- Dymola (Simulation physikalischer Systeme)
- Halcon (Bildverarbeitung)
- LabView (Entwicklungsumgebung für Mess-, Prüf- und Steuersysteme)
- Matlab/Simulink
- PC-Crash (Rekonstruktionssoftware)
- SIMPACK (Simulation von Mehrkörpersystemen)

TECHNIK

- Entwicklungssteuergerät für mobile Anwendungen (AutoBox)
- Externe Erprobungs- und Datenerfassungseinrichtungen im Straßenverkehr
- Fahrsimulator für Straßenfahrzeuge
- Funktionsmuster und Steuerungsentwicklungsumgebung für DC/DC-Wandler
- Google Glass
- HiMoNN – Highly Mobile Network Node
- Kalibrierte Infrarotmesstechnik
- Lenk- und Gaspedalroboter
- Mobile Kamera zur Lageüberwachung bei Katastrophensituationen
- Mobile Wasserstoffherzeugung und Tankstelle (HyTra)
- Mobiles Messdatenerfassungssystem (DEWETRON)
- National Instruments CompactRIO Steuerungs- und Überwachungssysteme mit diversen IO-Modulen
- National Instruments USRP-2920 für Software Defined Radio (50 MHz bis 2,2 GHz)
- Oktokopter HORUS für Foto-, Video- und Thermoaufnahmen
- PTZ-Kamera
- Satellitengestütztes Inertialmesssystem (ADMA)
- Smartwatches (Android, iOS)
- Teststand und Datenerfassungssysteme für Batterie- und Kondensatorspeicher auf Zell- und Systemebene
- Test- und Entwicklungsumgebung für eingebettete Mikrocontrollersysteme verschiedener Leistungsklassen
- Toolkit zur Prüfung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)
- 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

TECHNIKUM UND TESTOVAL

STATIONÄRE GROSSPRÜFSTÄNDE

- Hochleistungs-Batteriesimulatoren
- Motorenprüfstand für Verbrennungsmotoren und elektrische Maschinen
- Serielles Antriebsstrang- und Maschinenprüffeld
- Prüfstände für
 - Batteriemodule
 - Batteriezellen
 - Hochstromkontakte
 - Nebenaggregate
 - Traktionsenergiespeicher

MOBILE MESSTECHNIK

- DGPS-Vermessungssystem Leica VIVA G15
- Leistungs- und Energiebilanzierung im Fahrzeug
- Langzeitdatenerfassung im Fahrzeug
- Messtechnik für
 - die Analyse von Traktions-Leistungselektronik
 - Fahrdynamikuntersuchungen
 - die Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs

HOCHFREQUENZMESSTECHNIK

- EMV-Schirmzelt
- HF-Signalgenerierung
- Interferenzanalysen
- R&S Realtime Spectrum Analyzer FSVR 7 (10 Hz bis 7 GHz)
- Störfestigkeit und Störaussendung
- Testumgebung für Funksensornetze (ZigBee, UWB, Bluetooth LE)
- Testumgebung für Navigationsapplikationen (GPS und INS-Simulation)
- Wideband Radio Channel Simulator PROPSim C2

Die Erweiterung des Instituts durch ein modernes Technikum mit angrenzender Teststrecke komplettiert das Leistungsspektrum speziell in den Bereichen Fahrzeug- und Antriebstechnik:

► **Fahrzeughalle**

- Arbeitsbühne für Busse und Elektrofahrzeuge
- Krananlage

► **Werkstatt**


► **Testgelände**

- Versuchsfahrten
- Erprobung neuer Antriebstechnologien
- Test von Ortungs- und Sensorsystemen
- öffentlichkeitswirksame Präsentationen

Zusätzlich bietet das Fraunhofer IVI gemeinsam mit dem Institut für Elektrotechnik der TU Bergakademie Freiberg über das Leistungszentrum ELEKTROMOBILITÄT alle Entwicklungsschritte vom

- analytischen Entwurf elektrischer Maschinen über die
- numerische Optimierung bis zur
- experimentellen Untersuchung von Versuchsträgern

als Teillösungen oder Gesamtpaket an.



VERKEHR, ENERGIE UND UMWELT

LEISTUNGSANGEBOT

- ▶ Regelungstechnisch fundierte Multidomänenmodellierung, Simulation und Umsetzung
- ▶ Software zur Simulation von Fahrgastwechseln
- ▶ Automatisierte Datenübermittlung, Diagnose und vorausschauende Überwachung verteilter Prozessgrößen
- ▶ Messreihen an elektrisch-thermischen Prüfständen
- ▶ Robuste Zustandsschätzung betriebsrelevanter Batteriekenngrößen
- ▶ Impedanzspektroskopische Untersuchungen
- ▶ Experimentelle Charakterisierung von Einzelkomponenten elektrischer Maschinen sowie Erprobung im Systemverbund
- ▶ Technisches Design, 3D-Visualisierung und 3D-Rapid-Prototyping
- ▶ Auswahlempfehlung geeigneter Elektrospichertypen
- ▶ Studien- und Gutachtertätigkeit

Dr. Ulrich Potthoff

Telefon +49 351 4640-638

ulrich.potthoff@ivi.fraunhofer.de

Die Motivation, Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen im breitgefächerten Spektrum von mobiler verkehrlicher bis hin zur stationären Anwendung anzubieten, entspringt der Notwendigkeit eines schonenden Umgangs mit der Ressource Energie.

Kernbestandteil vieler im technischen Umfeld betrachteter Systemlösungen ist die Fähigkeit, Energie in großer Menge zu speichern und Leistung punktuell passgenau bereitzustellen.

Wird es zukünftig gelingen, das im Umbruch begriffene Energiesystem praxistauglich und ökonomisch verträglich zu gestalten? Diese Fragestellung eröffnet ein weites Feld an Betätigungsmöglichkeiten in der angewandten Forschung für die Wissenschaftler und Ingenieure der Abteilung.

Die wissenschaftlich und wirtschaftlich geprägte Herangehensweise an das Thema Energiespeicherung umfasst die folgenden Schwerpunkte:

- Planung und Charakterisierung,
- Modellierung und Simulation,
- Umsetzung und Optimierung.

Im Dialog mit den Kunden entsteht für ein gegebenes energetisches System ein bestmöglicher Mix aus Energieangebot, -speicherfähigkeit und Leistungsbereitstellung, sei es ein auf neuartiger Batteriechemie basierter Traktionsenergiespeicher oder ein stationärer Speicher zur autarken Hausenergieversorgung.

BATTERIEFERNDIAGNOSESYSTEM

Claudius Jehle

Telefon +49 351 4640-698

claudius.jehle@ivi.fraunhofer.de

Batteriealterung

Die Elektromobilität etabliert sich in zunehmendem Maße im Wirtschafts- und Individualverkehr. Leistungsstarke Batteriesysteme erweisen sich dabei als entscheidender Erfolgsfaktor. Betreibern fällt es jedoch bisher schwer, den Zustand und die Restlebensdauer einer Batterie zu beurteilen.

Der Alterungsprozess von Batteriespeichern

- vollzieht sich von außen unsichtbar,
- ist stark nutzungsabhängig und
- erfordert elektrochemische Expertise bzw. komplexe Diagnosen hinsichtlich Chemikalien, Typen, Herstellern sowie Ausführungen.

Dabei hat die Alterung einen erheblichen Einfluss auf Restwert, Abschreibung, Verfügbarkeit und Einsatzplanung, Wartungsintervalle sowie Sicherheit (Brandgefahr).

Zustandsüberwachung

Das am Fraunhofer IVI entwickelte Ferndiagnosesystem ermittelt relevante Zustandsinformationen des Batteriespeichers und stellt diese anwendergerecht aufbereitet zur Verfügung.

Die Aufzeichnung der Batteriemesswerte im Fahrzeug erfolgt aus existierenden, proprietären Quellen (CAN-Busse u. ä.) und ist somit weitgehend unabhängig von der Batteriechemie (gängige Li-Ionen-Technologien, Pb-Säure). Dabei können zusätzliche kundenspezifische Daten wie GPS-Positionen übertragen und gespeichert werden.

Die fahrzeugseitige Zwischenspeicherung, Vorverarbeitung (Filterung, Komprimierung) und sichere Datenübertragung geschieht mittels kabelloser Übertragungsverfahren in Abhängigkeit der Verfügbarkeit (GSM bis 3G, WiFi, Bluetooth).

Dank einer Punkt-zu-Punkt-Verschlüsselung mit eigenem HTTPS-Zertifikat sowie moderner mandantenbasierter Datenhaltungssysteme ist eine hohe Datensicherheit gewährleistet. Effiziente Algorithmen garantieren die regelmäßige Verarbeitung der Daten und bieten – je nach Netzqualität – eine minutengenaue Aktualität der gelieferten und grafisch dargestellten Ergebnisse.

Kundennutzen

Ins Fahrzeug wird – mit Zustimmung des Betreibers und Unterstützung des Herstellers – ein kommerzielles Telemetriegerät eingebaut, das über alle nötigen Zertifikate für den Kfz-, Nfz- und Bahnbereich verfügt. Es ist in der Lage, vorhandene Messdaten aufzunehmen und datensicher zu übertragen. Modifikationen am Antriebsstrang, dem Energiespeicher oder an sonstigen Systemen sind nicht nötig.

Für eine grundlegende Diagnose genügen die für den Betrieb des Energiespeichers vorhandenen Mess- und Zustandsinformationen, deren Verknüpfung mit weiterreichendem Batterie- und Betriebswissen anspruchsvolle Systemzustandsanalysen und -prognosen gestattet.

Nach Übertragung an einen Datenbankserver, dessen Software die aufgenommenen Daten mit Hilfe elektrochemischer Modelle und Algorithmen automatisiert evaluiert, werden die Auswertungen dem vertraglich ermächtigten Anwenderkreis per API-Schnittstelle oder Webinterface einfach, verständlich und weiterverwendbar bereitgestellt. Umfang und Funktionalität lassen sich dabei vom Dateneigner nutzerspezifisch anpassen.

Das System eignet sich nicht nur für Fahrzeugbetreiber (Verkehrsbetriebe, Kommunen, Logistiker) sowie Fahrzeug- und Batteriesystemanbieter bei der Alterungs-, Wartungs- und Garantieüberwachung. Es unterstützt auch Versicherungen oder Leasinggeber bei der Policen- und Vertragsgestaltung sowie bei der Abschreibungs- und Restwertkontrolle.



FAHRZEUG- UND VERKEHRSSYSTEMTECHNIK

LEISTUNGSANGEBOT

- ▶ Konzeption und Auslegung elektrischer Antriebsstränge in Nutz- und Sonderfahrzeugen
- ▶ Energiebedarfserfassung und -analyse; Energiebedarfssimulation konventioneller, hybrider und vollelektrischer Fahrzeuge
- ▶ Einführungskonzeptionen für Elektrobusse
- ▶ Fahrzeugkonzepte für Sonderanwendungen
- ▶ Test und Inbetriebnahme von Antriebsstrangkomponenten
- ▶ Schnellladekonzepte für elektrische Nutzfahrzeuge
- ▶ Innovative Lenksysteme für überlange und mehrachs-gelenkte Straßenfahrzeuge
- ▶ Entwicklung funktional sicherer Fahrzeugsteuer- und -regelsysteme
- ▶ Vollautomatische Manöverplanung für Schwerfahrzeuge
- ▶ Analysen, Erhebungen und Entwicklungen im Bereich Fahrzeug- und Verkehrssicherheit

Dr. Thoralf Knote

Telefon +49 351 4640-628

thoralf.knote@ivi.fraunhofer.de

Der Verkehrssektor steht vor der enormen Aufgabe, Transport- und Beförderungsleistungen zunehmend kosteneffizienter und unter Einsatz erneuerbarer sowie möglichst emissionsfreier und klimaschonender Energieformen zu erbringen, wobei eine hohe Verkehrssicherheit gewahrt werden muss.

Die Forschungsgebiete der Abteilung »Fahrzeug- und Verkehrssystemtechnik« umfassen daher u. a. hybride und vollelektrische Antriebe, das Management von Nebenaggregaten und Elektroenergiespeichern, die Übertragung elektrischer Energie zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeugenergiespeichern, innovative Lenksysteme für überlange Straßenfahrzeuge sowie Analysen und Konzepte zur funktionalen Sicherheit. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf Nutz- und Sonderfahrzeugen, insbesondere im Bereich des ÖPNV.

Batteriebusse sind in ihrem Einsatz aufgrund der Elektroenergiespeicher nach wie vor reichweitenbegrenzt. Einführungskonzeptionen für Batterie- und andere Elektrobusse zeigen Verkehrsbetrieben objektiv und unabhängig deren Einsatzpotential auf und beschreiben Zeitpläne für die Einführung dieser Antriebstechnik. Dabei fließen aktuelle Entwicklungen im Bereich der Batterietechnologien ebenso ein wie Konzepte für die Ladeinfrastruktur und die Energieübertragung.

Themenstellungen zur Fahrzeug- und Verkehrssicherheit runden das Spektrum ab. In diesem Kontext spielen Analysen nationaler Verkehrsunfalldatenbanken eine zentrale Rolle. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden die Grundlage für verschiedenste Projekte, innerhalb derer neuartige Simulationswerkzeuge und Methoden zur Verbesserung der Sicherheit erforscht und entwickelt werden.

»TruckTrix®« – AUTOMATISIERTE BEFAHRBARKEITSANALYSEN FÜR SCHWERTRANSPORTE

Susann Beyersdorfer
Telefon +49 351 4640-647
susann.beyersdorfer@ivi.fraunhofer.de

Jeder, der einen Großraum- und Schwertransport (kurz GST) schon einmal an einer engen Kreuzung gesehen hat, denkt gespannt: Kommt das Fahrzeug wirklich um die Kurve? Diese Frage stellen sich nicht nur begeisterte Zuschauer, sondern auch die Disponenten der ausführenden Speditionen. Die Antwort zu finden, gestaltet sich in Zeiten immer größer und komplexer werdender Transporte zunehmend schwieriger.

Herausforderung

Da die Verkehrsinfrastruktur nicht auf die Abmessungen von GST ausgelegt ist, muss jeder GST im Voraus behördlich genehmigt werden. Dazu ist unter anderem die Befahrbarkeit der Engstellen auf der geplanten Route zu belegen. Dieser Nachweis erfolgt derzeit rein manuell und beruht oft auf dem Wissen einzelner Experten. Die Resultate der Prüfung sind deshalb nicht sicher. Immer wieder verkeilen sich GST, wobei meist enorme Schäden und Kosten entstehen.

Mit der automatisierten Befahrbarkeitsanalyse TruckTrix® wird die Planung und Durchführung von GST künftig signifikant vereinfacht. Die belastbaren und objektiven Ergebnisse von TruckTrix® sind auch für genehmigende Behörden nachvollziehbar und helfen Planungsrisiken zu minimieren.

Lösungsansatz

Algorithmisch beruht die Befahrbarkeitsanalyse auf einem Graphensuchverfahren, das an die Besonderheiten von Großraum- und Schwertransporten angepasst und optimiert ist. Insbesondere werden berücksichtigt:

- Geometrie und Kinematik des Fahrzeugs inklusive max. Lenkeinschläge, max. Knickwinkel, lenkbarer Aufliegerachsen,
- Geometrie und Position der Ladung sowie
- eine 3D-Kollisionsprüfung, die Bodenfreiheiten und Höhenwerte einbezieht.

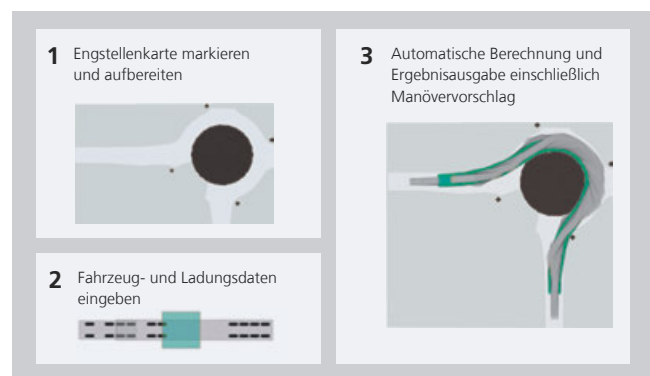
Ein modellbasierter Ansatz stellt sicher, dass die Fahrzeugrestriktionen eingehalten werden. Die Prüfung basiert auf Satellitenbildern oder amtlichen Vermessungskarten. Der Disponent muss lediglich

- Hinderniskarte, Fahrzeug und Ladung sowie
- Start- und Zielposition

eingeben. Der Webservice TruckTrix® analysiert die Befahrbarkeit der Engstelle automatisch und gibt im positiven Ergebnisfall einen Manövrierorschlag als Video zurück.

Leistungen

Derzeit können Befahrbarkeitsanalysen beim Fraunhofer IVI beauftragt werden. Auf Wunsch sind aktuelle Luftbilder einer leistungsfähigen Flugdrohne (www.horus.mobi) erhältlich. Eine Vermarktung von TruckTrix® über ein Fraunhofer-Spin-off ist in Vorbereitung.



1 Objektive Analyse für Transportplanung und Genehmigungsverfahren.





INTELLIGENTE VERKEHRSSYSTEME

LEISTUNGSANGEBOT

- ▶ Konzeption und Erprobung von Systemlösungen für vernetztes und automatisiertes Fahren
- ▶ Verkehrserfassung, -information und -management
- ▶ Kommunikationsnetze und -protokolle
- ▶ Auskunft- und Navigationsanwendungen
- ▶ Analyse und Bewertung sowie Integration und Qualitätssicherung von Verkehrs- und Sensordaten
- ▶ Verarbeitung großer Datenmengen (Big Data)
- ▶ Softwarelösungen für mobile Applikationen sowie Front- und Backend-Anwendungen
- ▶ Nutzbarmachung semantischer Technologien für die Datenverarbeitung und die Integration von Diensten
- ▶ Tarifbezogene Lösungen für klassisches, elektronisches und mobiles Ticketing
- ▶ Modellierung und Simulation von Tarifen
- ▶ Trend- und Technologiestudien

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 ermöglichen es, den Verkehr besser zu organisieren, neue Mobilitätsangebote zu etablieren und die Verkehrsteilnehmer aktiver einzubeziehen. Smartphones und Wearable Devices sowie vernetzt bzw. automatisiert fahrende Fahrzeuge sind dabei zentrale Aspekte.

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. Hierzu zählen Information und Navigation, Verkehrsautomatisierung und Verkehrsmanagement sowie Ticketing und Tarife, auch unter Berücksichtigung von Querschnittsthemen wie der Elektromobilität.

In allen Gebieten spielt die Verarbeitung großer Datenmengen eine wichtige Rolle. Das Fraunhofer IVI betreibt hierfür ein eigenes Verkehrs- und Mobilitätsdatenzentrum. Es ist für den Verkehrsbereich assoziierter Partner des nationalen Big-Data-Kompetenzzentrums ScaDS an der TU Dresden.

Kenntnisse und Erfahrungen in den Bereichen Informatik, Mathematik, Softwaretechnologie, Informations- und Automatisierungstechnik sowie Verkehrswissenschaft, verbunden mit dem Know-how aus Anwendungsprojekten, sind die Basis für die erfolgreiche Arbeit der Abteilung.

»Guide2Wear« – ÖPNV-NAVIGATION MITTELS SMARTWATCH

Sebastian Pretzsch

Telefon +49 351 4640-689

sebastian.pretzsch@ivi.fraunhofer.de

Die Information von Fahrgästen im öffentlichen Nahverkehr über Smartphones ist mittlerweile ein weit verbreiteter Service. Eine Vielzahl von mobilen Applikationen ist dafür verfügbar. Die meisten dieser Apps leisten Unterstützung auf der geplanten Route. Nur wenige bieten darüber hinaus eine intensive Begleitung bei einer Abweichung von der vorgeschlagenen Route.

Anders als im Auto gibt es in Bus und Bahn keine Halterung für Smartphones. Damit Informationen nicht verloren gehen, müsste es aber griffbereit sein und sich möglichst in der Hand befinden. Gerade im öffentlichen Verkehr erweist sich diese Anforderung als Barriere. Wer Gepäck mitführt oder nur über einen Stehplatz im Bus verfügt, hat keine Hand frei.

Das Projekt

An diesem Punkt setzte das Forschungsvorhaben *Guide2Wear* an, ein Projekt im Rahmen des Förderaufrufs »Traveller of the Future«, das nach zwei Jahren Laufzeit im August 2016 erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Im Mittelpunkt stand die Nutzung von Wearable Devices für Passagiere im öffentlichen Nahverkehr.

Guide2Wear wurde von einem internationalen und interdisziplinären Team getragen. Psychologen, Soziologen, Geografen, Zukunftsforscher, Verkehrswissenschaftler, Wirtschaftsfachleute, Juristen und Informatiker arbeiteten eng zusammen. So konnten einerseits die verschiedenen Nutzergruppen und ihre spezifischen Anforderungen sowie die Vorstellungen der Stakeholder im öffentlichen Nahverkehr ermittelt und der Einfluss von neuen Angeboten auf das Mobilitätsverhalten betrachtet werden. Andererseits erfolgte unter der Federführung des Fraunhofer IVI die Entwicklung einer App für verschiedene Smartwatches.

Die Smartwatch-App

Die App stellt die erforderlichen Informationen zur Reisebegleitung auf Smartwatches bereit, so dass das Smartphone weitestgehend in der Tasche bleiben kann. Der Weg von und zur Haltestelle ist ebenso integriert wie Angaben über verfügbare Bike-Sharing-Fahrräder an der Zielhaltestelle. Ein-, Aus- und Umstiege werden über die Smartwatch annonciert. Bei Verspätungen, Umleitungen und verpassten Abfahrten stehen alternative Routen zur Verfügung. Die wichtigsten Angaben sind über die Smartwatch auf einen Blick erkennbar.

Ergänzend dient eine weiterführende Smartphone-basierte App zur Ansicht näherer Details und zur Eingabe von Zielinformationen und Präferenzen. Dafür wird eine flexiblere und genauere 3D-Kartendarstellung verwendet und die Ein- und Ausgabe über Sprache unterstützt. Beide Geräte bilden für *Guide2Wear* eine Einheit. Eine Eingabe am Smartphone wird auch auf der Smartwatch erkannt und eine Bedienung der Smartwatch beeinflusst die Applikation auf dem Smartphone.

Die Smartwatch-App wurde während der Abschlusskonferenz in Wien live demonstriert. Für Dresden und die Region um San Sebastián in Spanien gibt es angepasste Versionen. Eine Ausdehnung auf andere Städte und Regionen und die Einbindung weiterer Mobilitätsangebote sind zukünftig geplant.





STRATEGIE UND OPTIMIERUNG

LEISTUNGSANGEBOT

- ▶ Analysen und Risikobewertung in der Gefahrenabwehr: Brandschutzbedarfsplanung, Rettungsdienstbereichsplanung, Standortoptimierung
- ▶ Einsatzführungssysteme für Feuerwehr, Rettungsdienst, Katastrophenschutz, Polizei und Spezialeinheiten
- ▶ Websysteme zur Datenerfassung/-auswertung: Stammdaten und Einsatzbereitschaft, Lokalisierung von Einsatzkräften, Kameraüberwachung, Web-GIS
- ▶ Robuste verteilte Systeme mit Analytikwerkzeugen aus Data Mining, Machine Learning und NLP auf Basis von Big/Smart Data
- ▶ Prozessneugestaltung durch digitale Transformation von KMUs, Datenvisualisierung mittels des eigens entwickelten Datenexplorationstools AcubeS
- ▶ Entscheidungsunterstützung für operative Logistik: Dynamische Tourenplanung, Komponenten für integrierte Laderaum- und Produktionsoptimierung
- ▶ Asset-Management-Systeme für Transportinfrastrukturen: Instandhaltungsplanung und prädiktive Analyse

Dr. Kamen Danowski

Telefon +49 351 4640-660

kamen.danowski@ivi.fraunhofer.de

Die Abteilung »Strategie und Optimierung« entwickelt in enger Zusammenarbeit mit Praxispartnern Verfahren und Module zur effektiven Planung und Steuerung von Ressourcen für unterschiedlichste Bereiche:

- Sicherheit und Gefahrenabwehr: Feuerwehr, Rettungsdienst, Katastrophenschutz und Polizei,
- Digitale Geschäftsprozesse: Betreiber digitaler Plattformen und Infrastrukturen, OEMs, Softwaredienstleister, sowie
- Logistik und Infrastruktursysteme: Transportdienstleister, Infrastrukturbetreiber und Kontraktoren.

Zu den Kernkompetenzen der Abteilung gehören sowohl die Entwicklung neuartiger wissenschaftlicher Modelle und Optimierungsmethoden als auch die Konzeption und Implementierung komplexer Systeme.

In zahlreichen Forschungsprojekten erarbeitete anwendungsorientierte Lösungen werden unmittelbar in die Praxis überführt, sind frei zu konfigurieren und somit flexibel einsetzbar. Sie umfassen die algorithmische Planung und Optimierung von Abläufen, das Ressourcenmanagement, Szenarien- und Trendanalysen, Bewertung von Unsicherheitsfaktoren, Integration von Infrastruktur-, Geo- und Sachdaten sowie Visualisierungen.

Dank der engen Kooperation mit den Anwendern genießen die Systeme bei den Hauptauftraggebern – Ministerien, Landkreise, Kommunen, Ämter und Behörden, Industrieunternehmen, Europäische Union – eine hohe Akzeptanz.

IMPRESS – ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG IN GROSSSCHADENSLAGEN

Dr. Ralf Hedel

Telefon +49 351 4640-679

ralf.hedel@ivi.fraunhofer.de

Motivation

Großschadenslagen mit einem Massenanfall von Verletzten (MANV) stellen Einsatzkräfte vor komplexe Herausforderungen: die dringende Rettung und Evakuierung von Betroffenen einerseits, begrenzt verfügbare Ressourcen und Zeitdruck andererseits. Zielstellung des Projekts *IMPRESS*, gefördert innerhalb des 7. EU-Rahmenprogramms, ist es, die Effektivität und die Effizienz des Kräfte- und Mitteleinsatzes in Großschadenslagen zu steigern. Ein weiterer Aspekt ist die optimale Einbeziehung freiwilliger Helfer sowie der Bevölkerung in die durchzuführenden Maßnahmen. Deren Austausch zur aktuellen Lage und zu Hilfsangeboten findet meist über soziale Medien statt. Die Auswertung vergangener Großschadenslagen hat aber auch die damit einhergehenden Schwierigkeiten aufgezeigt: Vielfach werden ungeprüfte und falsche Informationen geteilt und Rettungsmaßnahmen teilweise behindert. Helfer bringen sich selbst und andere unnötig in Gefahr.

Entscheidungsunterstützung, Kommunikation und Lageinformationen

Der technologische Schwerpunkt von *IMPRESS* ist die digitale Entscheidungsunterstützung für die eingesetzten Rettungskräfte. Das Fraunhofer IVI entwickelt ein System aus Server- und mobilen Komponenten mit folgenden Funktionen:

- Registrierung von Verletzten, Personendaten und Symptomen,
- eTriage – Verletzensichtung und Festlegung der Behandlungspriorität,
- Übernahme von Messwerten drahtlos angebundener Sensoren,
- Empfang von Warnungen aus der Leitstelle,
- Senden von Lageinformationen an die Leitstelle,
- Auftragsverwaltung für die Rettungskräfte sowie Statusmeldungen,
- Nachrichtenaustausch mit der Leitstelle.

Darüber hinaus werden Funktionen für die Bevölkerung bzw. freiwillige, ungebundene Helfer implementiert, darunter:

- Senden von Lageinformationen und Hilfesuchen aus dem Schadensgebiet an die Leitstelle sowie
- Empfang von aktuellen Warnungen und Übersichten über Hilfesuche aus der Leitstelle.

IT-Architektur

Das *IMPRESS*-Gesamtsystem umfasst folgende Komponenten: mobile Applikation, Leitstellensoftware, Entscheidungsunterstützungsalgorithmen (Decision Support System), Data Management und Schnittstellen. *IMPRESS* baut auf eine lose gekoppelte Architektur und aktuelle Webservicetechnologien. So bleibt der Datenaustausch transparent. Einzelne Komponenten können ausgetauscht oder aktualisiert, neue Komponenten hinzugefügt werden. Um die Anbindung externer Systeme und Datenquellen zu erleichtern, basiert *IMPRESS* auf offenen Standards.

Die in *IMPRESS* entwickelten Technologien wurden in großmaßstäbigen Übungen von Endanwendern unter Praxisbedingungen in mehreren europäischen Ländern getestet.

Fazit

Anhand der erreichten Ergebnisse schätzen Anwender und Experten aus der Praxis, dass mit *IMPRESS* Großschadenslagen wesentlich besser zu bewältigen sind. Der Einsatz von Personal und Rettungsmitteln wird effektiver und effizienter. Das Potential freiwilliger Helfer und der Bevölkerung lässt sich einfacher erschließen und deren Risiken verringern.





ORTUNG, INFORMATION UND KOMMUNIKATION



LEISTUNGSANGEBOT

- ▶ Entwurf und Test hybrider Lokalisierungsverfahren
- ▶ Erarbeitung von Lösungen für spur- und gleisgenaue Ortung
- ▶ Einbindung drahtloser Sensornetzwerke
- ▶ Tests zur Verifikation und Validierung von Ortungs- und Kommunikationskomponenten
- ▶ Evaluation von Ortungs- und Sensorsystemen
- ▶ Bewertung von digitalen Verkehrsdatendiensten
- ▶ Signalsimulation mittels Software Defined Radio
- ▶ Interferenzuntersuchungen
- ▶ Ausbreitungs- und Performanceanalysen
- ▶ Bewertung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

Prof. Dr. Oliver Michler

Telefon +49 351 4640-663

oliver.michler@tu-dresden.de

Die Gewinnung von Ortungsinformationen bildet die Basis für Tracking- und Routenplanungsprozesse beim Transport von Gütern bzw. bei der Beförderung von Personen in Verkehrsnetzen. Meist spielen hier nicht die absoluten Koordinaten, sondern die relativen Entfernungen zu Punkten (z. B. Terminals, Haltestellen), zu Linien (z. B. Fahrspuren oder Gleise) oder zu anderen bewegten Objekten (z. B. benachbarte Fahrzeuge) eine vorherrschende Rolle. Um die anwendungsspezifisch teilweise recht hohen Anforderungen an die Genauigkeit und Integrität dieser Ortsbestimmung zu erreichen, sind innovative und verkehrsträgerübergreifende Technologien sowie hybride Ansätze gefragt.

In enger Kooperation mit dem Lehrstuhl »Informationstechnik für Verkehrssysteme« der Technischen Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«, agiert deshalb am Fraunhofer IVI die Forschungsgruppe »Ortung, Information und Kommunikation«. Sie hat sich auf entwicklungsbegleitende Tests und Analysen von Komponenten für Intelligente Verkehrssysteme spezialisiert.

Im Fokus der Arbeiten stehen Ortungs- und Kommunikationsanwendungen für den öffentlichen Personennahverkehr, den Schienengüterverkehr und den urbanen Straßenverkehr. In diesem Zusammenhang gehören u. a. auch Interferenzanalysen und die standardkonforme Simulation von Ortungs- und Kommunikationssignalen auf der Hochfrequenzebene zu den angewandten Methoden. Verschiedene Signalgeneratoren und -analysatoren gestatten anspruchsvolle Untersuchungen im Labor, in Fahrzeugen und im freien Feld.

LABORGESTÜTZTE TESTROUTINEN FÜR KOMMUNIKATIONSDIENSTE DES VERNETZTEN FAHRENS

Julia Maria Engelbrecht

Telefon +49 351 4640-677

julia.maria.engelbrecht@ivi.fraunhofer.de

Die fortschreitenden Entwicklungen im automatisierten und vernetzten Fahren bedingen eine Vielzahl neuer Sicherheits- und Komfortfunktionen, die auf Kommunikation und Ortung basieren. Dies führt zu einer Zunahme an eingesetzter Fahrzeugsensorik und einer erhöhten Datenverarbeitung. Zusätzlich wird eine Anbindung des Fahrzeugs zu anderen Verkehrsteilnehmern und Infrastrukturelementen über drahtlose Kommunikationstechnologien (Car2X oder Vehicle2X) erfolgen. Da vor allem sicherheitskritische Fahrfunktionen nicht im öffentlichen Verkehrsraum getestet werden, müssen Erprobungen unter reproduzierbaren Laborbedingungen oder auf abgeschlossenen Testfeldern stattfinden.

Entwicklung neuer Testroutinen

Mit steigender Anzahl an Fahrzeugsensoren nimmt der Umfang von Testabläufen zu. Hierbei ist ein systematischer Ansatz vom Einzelsensor über Steuergeräte und Softwareschnittstellen mehrerer Geräte bis hin zum gesamten Fahrzeug zu betrachten. Jede Ebene bedarf spezifischer Testanforderungen sowie der Aufbereitung und der Reduktion an Informationen aus den unterschiedlichen Datenquellen. Die gesammelten Testergebnisse werden weiteren Anwendungen zur Verfügung gestellt oder im Zuge von Prüfberichten visualisiert. Zusätzlich qualifiziert und verifiziert die automatische Problemidentifikation die erfassten Messdaten, erkennt und analysiert aber auch versteckte Schwachstellen im Fahrzeug.

Im Beispiel von Car2X werden Inertialsensoren, Raddrehzahlsensoren, Lenkwinkelsignale und Navigationsrohdaten eingesetzt und zu einem Ergebnis fusioniert. Um in Gefahrensituationen richtig reagieren zu können, ist eine spurgenaue Lokalisierung der Fahrzeuge notwendig.

Durch die heute verfügbare Rechenleistung kann mit Hilfe von sogenannten Software Defined Radios (SDR) der Nachteil von Hardware-limitierten Testplattformen beseitigt werden, die nur spezielle Funkstandards unterstützen.

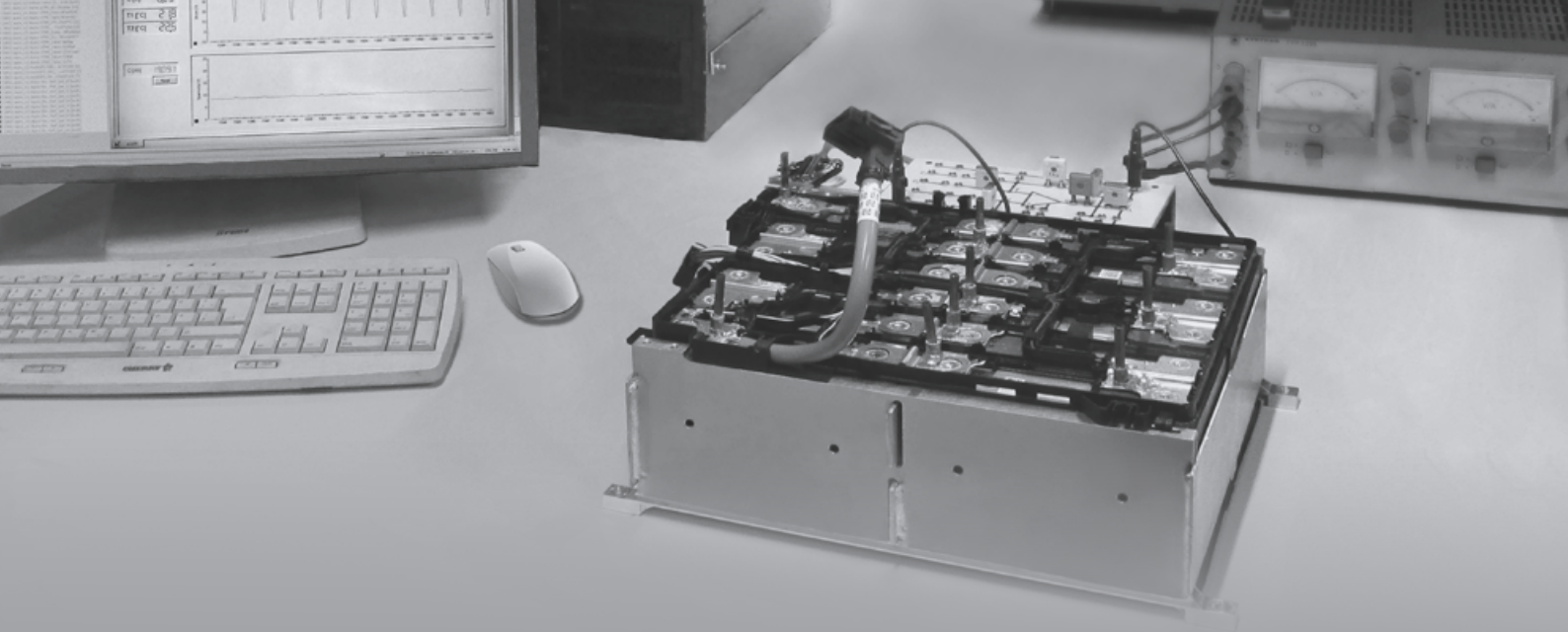
Unter dem Begriff SDR werden Konzepte für Hochfrequenzsender und -empfänger zusammengefasst, bei denen Teile der Signalverarbeitung durch Software verwirklicht werden. Unterschiedliche Telematiksysteme lassen sich nun mit einem Gerät standardkonform untersuchen. Im Fall von variierenden Systemkomponenten bzw. -anforderungen ist es lediglich erforderlich, die Software des Testgeräts anzupassen sowie die Parameter szenarienspezifisch festzulegen, vgl. Abbildung 1.

Praxiserprobung und Ausblick

Das skizzierte Vorgehen soll im Rahmen der sächsischen High-Tech-Initiative »Synchrone Mobilität 2023« in Arbeitskreisen zum Thema »Kommunikations- und Ortungstechnologien für vernetzte Fahrzeuge« und »Versuchs- und Prüffelder« umgesetzt werden. Dabei wird an erste erfolgreiche Untersuchungsergebnisse aus den Arbeiten »Evaluierung von Car2X-Modulen in urbanen und suburbanen Räumen im Rahmen von Dauerfeldtests« und »Laborgestützte Untersuchungen zur Degradation von Empfangsantennen bei der Datenübertragung im ITS-G5-Standard« angeknüpft.



1 Schematischer Lösungsansatz mit SDR.



ENERGIE- SYSTEMTECHNIK



LEISTUNGSANGEBOT

- ▶ Analytischer Entwurf elektrischer Standardmaschinen sowie Sonderbauformen mittels eigener Toolketten
- ▶ Numerische Berechnung und Optimierung elektrischer Maschinen (ASM, SM, TFM)
- ▶ Thermische Modellierung und Entwicklung von Temperaturbeobachtern zur orts aufgelösten Temperaturprognose
- ▶ Regelung und Optimierung elektrischer Traktionsantriebe
- ▶ Entwicklung neuartiger elektrischer Maschinen (HTS-Motor)
- ▶ Experimentelle Untersuchungen von Einzelkomponenten
- ▶ Erprobung elektrischer Antriebe im Systemverbund und in Fahrzeugen
- ▶ Studien und Gutachtertätigkeiten

Prof. Dr. Jana Kertzsch

Telefon +49 3731 39-2926

jana.kertzsch@ivi.fraunhofer.de

Seit Herbst 2013 kooperiert das Fraunhofer IVI eng mit dem Institut für Elektrotechnik der TU Bergakademie Freiberg mit dem Ziel, fachliche Synergien zu erschließen und ergänzende fachliche Inhalte nachhaltig zu etablieren.

Die Kompetenzen des Instituts für Elektrotechnik liegen in der Auslegung, Berechnung und Regelung elektrischer Antriebe sowie ihrer thermischen Modellierung.

Getragen wird die wissenschaftliche Ausrichtung der Forschungsgruppe von den Themenschwerpunkten 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 fachlichen Portfolios der Gruppe, das sich nahtlos in das Themenspektrum des Fraunhofer IVI eingliedert und die Lehre und Forschung am Institut für Elektrotechnik unterstützt.

Auf Basis der Expertisen beider Forschungseinrichtungen sollen innerhalb des gemeinsamen Leistungszentrums ELEKTROMOBILITÄT elektrische Antriebe entsprechend ihrer Anwendung bedarfsgerecht entwickelt werden.

RECYCLING VON LI-IONEN BATTERIEN: SCHNELL, SICHER UND EFFIZIENT ENTLADEN

Prof. Dr. Jana Kertzscher

Telefon +49 3731 39-2926

jana.kertzscher@ivi.fraunhofer.de

Mit der Verbreitung elektrischer Antriebssysteme in Fahrzeugen werden zunehmend Batteriesysteme produziert und eingesetzt. Traktionsbatterien gelten typischerweise als verschlissen, wenn 70 bis 80 Prozent der ursprünglichen Kapazität unterschritten werden. Zwar können diese Batterien im Rahmen eines »second life« z. B. noch als stationärer Zwischenspeicher für Fotovoltaikanlagen dienen, doch am Ende der Kette steht zwangsläufig das Recycling dieser Zellen.

Die Entwicklung wirtschaftlicher Recyclingverfahren im industriellen Maßstab erfolgt u. a. am Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik der TU Bergakademie Freiberg. Dabei werden die Batteriemodule zunächst demontiert, die Einzelzellen entladen und in einem Granulator durch Scheren zerkleinert. Mit der Zerkleinerung gehen Kurzschlüsse in den Folienverbunden sowie die Freisetzung von Lösungsmittelanteilen des Elektrolyten einher. Um das Risiko einer Explosion oder eines Brandes auf ein zulässiges Maß zu reduzieren, müssen die Zellen vollständig entladen sein.

Entladekonzepte

Angesichts der Anforderung an einen hohen Durchsatz der Recyclinganlage ist bei der Zellentladung ein schneller Ladungsausgleich anzustreben, wobei aus Sicherheitsgründen zelltypabhängige Temperatur und Stromgrenzen einzuhalten sind. Die in einfachen Entladeschaltungen angewendete passive Entladung mit einer ohmschen Last hat den Nachteil, dass die sinkende Zellspannung einen sinkenden Entladestrom und in der Praxis damit eine lange Entladedauer zur Folge hat.

Eine aktive Entladung über DC/DC-Boost-Konverter ermöglicht demgegenüber einen gleichbleibend hohen Entladestrom bis hin zu Klemmenspannungen von unter einem Volt sowie die Rückspeisung der Energie in das Netz bzw. die Nutzung zur Eigenversorgung der Anlage.

Allerdings führen die anfänglich hohen Entladeströme in der Zelle zu großen Überspannungsanteilen. Daraus resultiert, dass die Klemmenspannung der Zelle deutlich unter die Leerlaufspannung sinkt, die sich bei Abschaltung des Entladestroms einstellen würde. Das heißt, obgleich die Zelle noch eine signifikante Ladung trägt, erreicht die Klemmenspannung in der letzten Entladephase so kleine Werte, dass der durch den DC/DC-Konverter erzielbare Entladestrom rasch abfällt.

Untersucht wurde daher eine aktive Entladung mit einer gesteuerten Stromquelle, bei der in der letzten Entladephase negative Klemmenspannungen an der Zelle entstehen. Mit dieser Vorgehensweise wird unter Beachtung sicherheitsrelevanter Beschränkungen für den Strom und die Temperatur der Zelle die schnellstmögliche Entladung erreicht. Allerdings kann dann der entladene Zustand nicht mehr allein aus dem aktuellen Strom- und Spannungsmesswert ermittelt werden, sondern muss durch zelltypabhängige Bewertungskriterien der Signalverläufe analysiert werden.

Prototypische Realisierung

In einem prototypischen Aufbau der leistungselektronischen Komponenten einschließlich der Steuerungs- und Überwachungseinheit kann das Konzept der stromgesteuerten Entladung hinsichtlich der schnellen und sicheren Entladung einer Einzelzelle unter einer vorgegebenen Restladung validiert werden. Zusätzlich lässt sich mit diesem Aufbau die Entladung von ganzen Batteriemodulen, bestehend aus in Reihe geschalteten Einzelzellen, realisieren. Die Modulentladung hat den Vorteil, dass bereits vor der Demontage des Batteriemoduls ein sicherer Zustand hergestellt ist und sich die Sicherheitsvorkehrungen damit vereinfachen. Das entwickelte Entladekonzept soll im Fortgang der Arbeiten für die Integration in die Recyclinganlage der TU Bergakademie Freiberg vervollkommen werden.

NACHWUCHSFORSCHUNG

INDOOR-POSITIONIERUNG IN FAHRGASTZELLEN MITTELS LECKWELLENLEITERN

Motivation

Sowohl die Einführung kundenspezifischer fahrstreckenbezogener Tarife als auch die Optimierung der Fahrpläne auf Grundlage aktueller Fahrgaststromdaten erfordert die Lokalisierung von Passagieren in Fahrgastzellen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV). Als Mittel der Wahl bietet sich dafür die Funkortung an. Mehrwegeausbreitung und Funkabschattungen im Fahrzeug führen jedoch häufig zu Ungenauigkeiten bei der Positionsbestimmung.

Ursache dafür ist die oft nicht vorhandene Sichtverbindung (engl. Line of Sight, LoS) zwischen den fest im Fahrzeug verbauten Funkknoten und mobilen Endgeräten der Passagiere. Abhilfe können spezielle Koaxialantennen, sogenannte Leckwellenleiter (engl. Leaky Coaxial Cable, LCX) schaffen, mit denen sich an jedem Punkt der Fahrgastzelle eine LoS zwischen festen und mobilen Knoten herstellen lässt.

Aufgrund der mittlerweile in Fahrgastzellen vorhandenen Funkinfrastruktur sowie der Tatsache, dass moderne Smartphones Empfangspegel messen können, wurde zur Erfassung der Passagiere die Pegelbewertung (RSSI) mittels LCX gewählt.

Zielstellung

Bisher dienen kommerziell verfügbare LCX ausschließlich der Funkversorgung. Die Verwendung von Leckwellenleitern für die Ortung erfordert jedoch die Entwicklung eines speziellen LCX-Typs, der einerseits einen charakteristischen Pegelverlauf besitzt und sich andererseits unempfindlich gegenüber Umgebungseinflüssen zeigt. Anliegen der Arbeit war es deshalb, den Einsatz von LCX zur Positionierung in Fahrgastzellen näher zu untersuchen.

Modellbasierte Umsetzung

Die Charakterisierung des Entwicklungsprozesses erfolgte in einem Vorgehensmodell, mit dessen Hilfe zwei LCX-Prototypen für ein pegelbasiertes Ortungsverfahren erstellt wurden. Als Werkzeug diente die elektromagnetische Feldberechnung, um einerseits Leckwellenleiterstrukturen und andererseits deren Einsatz in einer Fahrgastzelle simulativ zu betrachten. Da beide LCX-Modelle vorher festgelegte Vorgaben erfüllten, konnten sie bei einem Kabelhersteller gefertigt werden.

Praxiserprobte Erkenntnisse

Eine messtechnische Validierung in einer vordefinierten Fahrgastzellenumgebung bestätigte die Übertragbarkeit der Simulationsergebnisse. Der Einsatz der Prototypen zur Indoor-Positionierung wurde sowohl in Modell- als auch in realen Fahrzeugumgebungen, wie der AutoTram® (Abbildung 1) oder der AutoTram® Extra Grand des Fraunhofer IVI, untersucht. Die Vorstellung eines entwickelten zonenselektiven Positionierungsansatzes zeigte, dass mit LCX-Prototyp 2 die besten Ergebnisse zu erzielen waren.

Außerdem wurde ein neuer Ansatz der Lokalisierung betrachtet, die »zonenselektive« Positionierung. Die Messungen in der AutoTram® Extra Grand beinhalten hierbei die drei Fahrzeugzonen vorn, Mitte und hinten entsprechend der Gelenke des Fahrzeugs. Passagiere werden diesen Zonen zugeordnet. Auch hier zeigten sich mit Prototyp 2 die besten Ergebnisse. Die Tests erfolgten unter Verwendung von vier unterschiedlichen Systemen: Standard-LCX, LCX-Prototyp 1, LCX-Prototyp 2 und Referenzsystem ohne LCX nur mit WLAN-Access-Points.

Julia Maria Engelbrecht
Telefon +49 351 4640-677
julia.maria.engelbrecht@ivi.fraunhofer.de

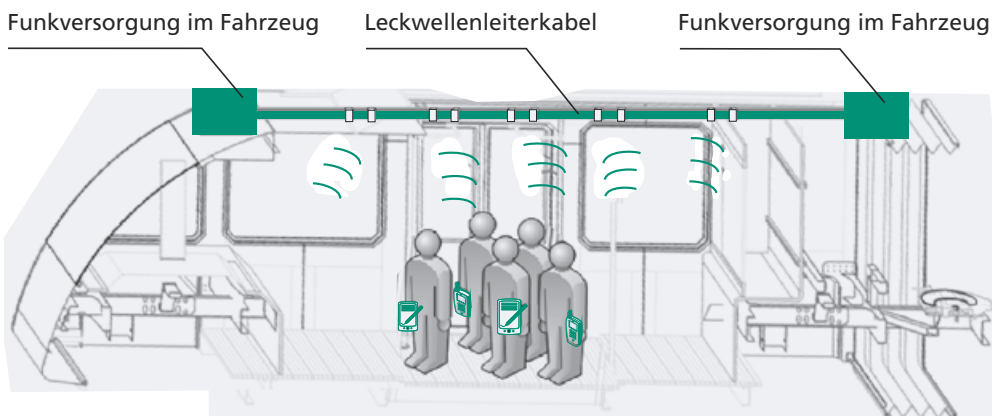


Ausblick

Die Nutzung von LCX-gestützten Positionierungssystemen im ÖPNV bietet große Vorteile. So kann der Anbieter kostengünstige Systeme zur Fahrgasterfassung installieren und damit dem Kunden den Mehrwert eines bequemen und genauen Preis- und Navigationssystems ermöglichen.

In einem nächsten Schritt ist die Verwendung von LCX mit anderen Ortungstechniken, die eine höhere Ortungsgenauigkeit beinhalten, zu untersuchen. Hierbei können messtechnische Analysen in Fahrgastzellen mit den in dieser Arbeit entwickelten LCX-Prototypen und kommerziell verfügbaren Ortungssystemen durchgeführt werden.

Darüber hinaus lassen sich mit dem beschriebenen Vorgehensmodell auch mögliche andere Ortungstechnologien betrachten. Die Vorteile des Einsatzes von Leckwellenleitern, wie die gegebene LoS-Beziehung zwischen mobilem Endgerät und den fest installierten Knoten sowie die Reduktion der Anzahl von fest in einem Fahrzeug verbauten Ankerknoten, stehen hierbei deutlich im Vordergrund.



1 AutoTram® mit Leckwellenleiter zur Funkversorgung und -ortung.

Die vorliegenden Ergebnisse wurden als Dissertation an der Fakultät für Verkehrswissenschaften »Friedrich List« der Technischen Universität Dresden eingereicht.

Mein besonderer Dank gilt meinen Gutachtern, Prof. Dr.-Ing. Oliver Michler, TU Dresden, sowie Prof. Dr.-Ing. Ralf Collmann, HTW Dresden.

BESTIMMUNG DER IMPEDANZ VON LEISTUNGSKONDENSATOREN

Intention

Zur Kompensation induktiver Blindleistung in industriellen Anlagen werden Kondensatoren verwendet. Diese sind thermischen und elektrischen Belastungen ausgesetzt, die zu Alterungsprozessen führen. Schließlich erfüllt der Kondensator die ihm zugeordnete Aufgabe nicht mehr, einzelne Exemplare platzen oder entzünden sich. Solche Fehler verursachen hohe Kosten, die sich jedoch vermeiden ließen, indem eine Anlage drohende Ausfälle erkennt und in einem nächsten Schritt verhindert. Bevor ein Kondensator ausfällt, steigt sein Innenwiderstand (Electrical Series Resistance, R_{ESR}) deutlich an. Das macht ihn zu einem wertvollen Indikator bezüglich der Alterung des Prüflings. Im Rahmen dieser Arbeit sollte deshalb ein kostengünstiges, industrietaugliches Messverfahren zur Erfassung des Innenwiderstands entwickelt werden.

Grundlagen

Abbildung 1 zeigt ein gebräuchliches Ersatzschaltbild für Kondensatoren, das im Bereich von Nennfrequenz bis Resonanzfrequenz eingesetzt werden kann. R_{ESR} liegt in der Größenordnung weniger Milliohm. Abbildung 2 demonstriert das Frequenzverhalten des Kondensators. Im Nennbetrieb ist R_{ESR} um mehrere Größenordnungen kleiner als der Blindwiderstand des Kondensators, was die Messung erschwert. Bei Resonanzfrequenz wird die Impedanz real, sie nimmt den Betrag des Innenwiderstandes R_{ESR} an. Durch Alterungsprozesse, z. B. Selbstheilung oder Kontaktverlust an der Schoopierung, verringert sich mit der Zeit die Kapazität um wenige Prozent, während der Innenwiderstand um ein Vielfaches ansteigt.

Messverfahren

Das entwickelte Verfahren basiert auf der Entdämpfung des Kondensators, dem in der Phase der Netztrennung ein negativer Widerstand R_{NEG} in Reihe zugeschaltet wird. Durch den Kurzschluss dieser Reihenschaltung wird R_{NEG} zum positiven R_{ESR} addiert. Mathematisch kann das System als Schwingkreis beschrieben werden, dessen Dämpfung proportional zum enthaltenen Wirkwiderstand ist. Es entfällt die Dämpfung, wenn R_{NEG} und R_{ESR} sich aufheben. Daraus folgt, dass das System ungedämpfte Schwingungen ausführt, wenn R_{NEG} und R_{ESR} betragsmäßig gleich sind. Die ungedämpfte Schwingung ist an einer konstanten Amplitude erkennbar.

Messschaltung

Das beschriebene Messverfahren wurde in einer Schaltung umgesetzt und der negative Widerstand durch einen Negativimpedanzkonverter (NIK) realisiert. Der Betrag von R_{NEG} ist einstellbar über eine Steuerspannung. Ein Regelkreis stellt R_{NEG} so ein, dass die Amplitude der in Kondensator und NIK auftretenden Schwingung konstant ist. So ist sichergestellt, dass

$$R_{NEG} = R_{ESR}$$

Damit kann R_{ESR} berechnet werden.

Ergebnis

Messungen an Kondensatoren verschiedener gebräuchlicher Größen ergaben Abweichungen kleiner als 30 Prozent. Der erwartete Anstieg des Innenwiderstands um ein Vielfaches kann somit sicher erkannt werden. Dieses Ergebnis wurde mit dem ersten Prototyp der Schaltung erreicht, der auf einer Punktrasterleiterplatte aufgebaut ist. Es zeigte sich, dass die Kontaktierung des Prüflings ebenso wie die Charakterisierung des Stellgliedes kritischen Einfluss auf die Messergebnisse haben. Das gilt auch für den Operationsverstärker, mit dem der NIK realisiert wird.

Malte Keil
Telefon +49 351 4640-688
malte.keil@ivi.fraunhofer.de

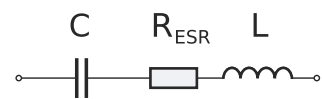


Ausblick

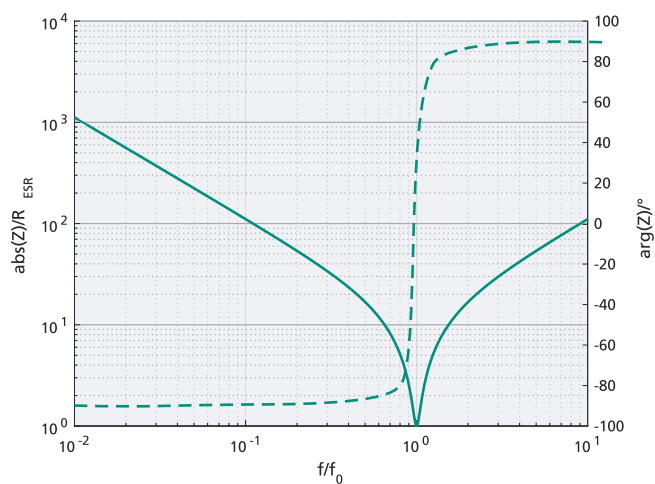
Mehrere Maßnahmen zur Minimierung der Messabweichung sind geplant. Dazu gehören die Fertigung einer Leiterplatte mit optimiertem Layout, die Integration einer Kalibrierung bei Umgebungsbedingungen und Tests mit weiteren Operationsverstärkern. Um das Messverfahren für den industriellen Einsatz vorzubereiten, wird eine Schutzbeschaltung entwickelt. Der Installationsaufwand und die Raumforderung der Messmodule lassen sich durch eine kompakte und robuste Bauform minimieren.

Fazit

Mit dem entwickelten Messverfahren wurde die Voraussetzung für eine kostengünstige und zuverlässige Alterungsüberwachung von Kondensatoren geschaffen. Diese kann helfen, die Betriebskosten industrieller Anlagen mit Kondensatoren zu senken und deren Betrieb sicherer zu machen.



1 Ersatzschaltbild für Kondensatoren.



2 Frequenzverhalten eines Kondensators.

Die Ergebnisse entstanden im Rahmen einer Diplomarbeit an der Technischen Universität Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik.

Mein herzlicher Dank gilt Dipl.-Kff. Mandy Koritz, Fraunhofer IVI, und meinen Betreuern Dr.-Ing. Andreas Mögel, TU Dresden, sowie Dipl.-Ing. Claudius Jehle, Fraunhofer IVI.

REKONSTRUKTION UND ANALYSE VON VERKEHRSUNFÄLLEN AUF BASIS VON EREIGNISDATENREKORDERN (EDR)

Motivation und Umsetzung

Sicherheit im Straßenverkehr ist ein zentrales Thema zahlreicher Forschungsvorhaben, welche die drei Schwerpunkte Infrastruktur, Fahrer und Fahrzeug adressieren. Die Analyse realer Verkehrsunfälle bietet dafür eine geeignete Grundlage. Eine umfassende Datenerhebung an der Unfallstelle gestattet dabei eine hinreichend genaue Rekonstruktion.

Die aktuell dafür eingesetzten Methoden stützen sich hauptsächlich auf Spuren, die am Unfallort vorzufinden sind. Durch den Einsatz fahrdynamischer Regelungssysteme, wie beispielsweise dem Antiblockiersystem (ABS) oder dem elektronischen Stabilitätsprogramm (ESP), treten jedoch kaum noch verwertbare Blockierspuren auf.

Um diesem Problem zu begegnen, wurde eine neue Methode zur Rekonstruktion von Verkehrsunfällen entwickelt. Diese basiert auf der Aufzeichnung verschiedener fahrdynamischer Daten durch einen im Fahrzeug verbauten Ereignisdatenrekorder (Event Data Recorder, EDR) im Falle einer Karambolage.

Die folgende Auflistung zeigt einen Ausschnitt der auf dem EDR enthaltenen Informationen, welche die Volkswagen AG dankenswerter Weise für die Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat:

- Fahrgeschwindigkeit,
- Geschwindigkeitsänderung in lateraler und longitudinaler Richtung,
- Gaspedalstellung,
- Bremsbetätigung,
- Motordrehzahl.

EDR-Datenanalyse mit SAVE

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Programm SAVE zur automatischen Aufbereitung und Klassifizierung der auf dem EDR gespeicherten Daten entwickelt. Damit lassen sich Informationen identifizieren, die für die Unfallrekonstruktion von Bedeutung sind.

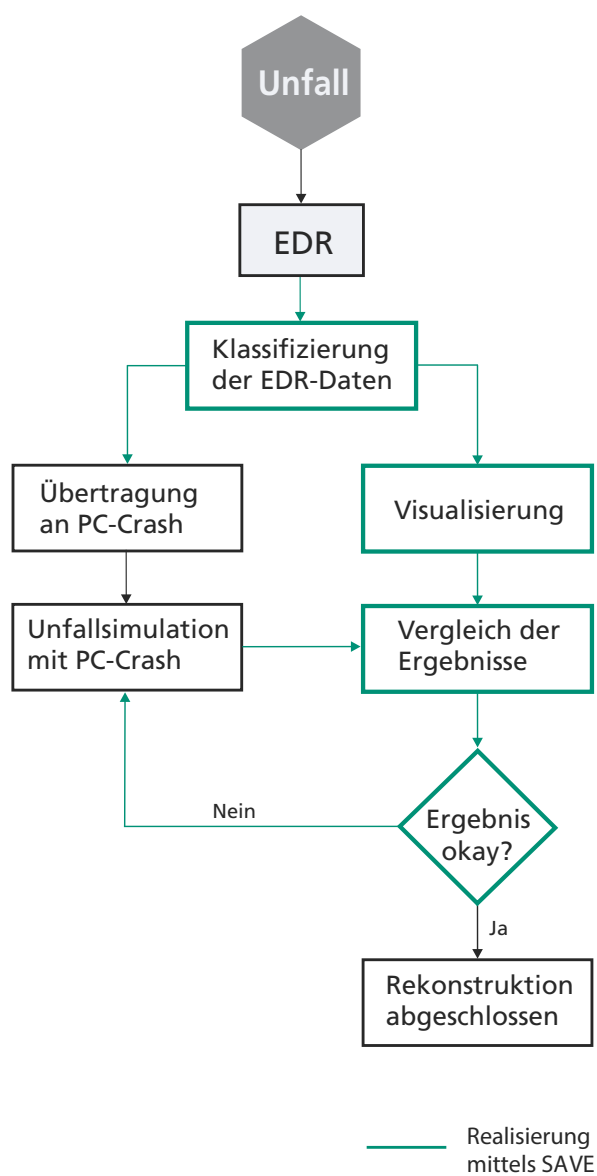
Neben der Berechnung der Fahrzeugtrajektorien eignet sich SAVE – dank der grafischen Oberfläche – auch für die Visualisierung zeitlicher Verläufe.

Zusätzlich enthält SAVE eine integrierte Schnittstelle zur Kommunikation mit der von DSD angebotenen Rekonstruktionssoftware PC-Crash. Damit sind die berechneten Fahrzeugtrajektorien interaktiv darstellbar.

Die Rekonstruktion des Verkehrsunfalls erfolgte mittels der Kommunikation zwischen den beiden Programmen SAVE und PC-Crash (Abbildung 1).

Des Weiteren wurden ausgewählte Surrogate Safety Measures mit Hilfe der Daten des EDR berechnet. Diese dienen zur Beurteilung der Kritikalität der Verkehrssituation unmittelbar vor der Kollision. Außerdem ergaben die Untersuchungen, dass sich die EDR-Daten zur Betrachtung der Vermeidbarkeit des Verkehrsunfalls eignen.

Dominik Schreiber
Telefon +49 351 4640-810
dominik.schreiber@ivi.fraunhofer.de



1 Prinzipieller Ablauf der neuen Rekonstruktionsmethode.

Ergebnis

EDR-Daten stellen eine sinnvolle Ergänzung zu herkömmlichen Spuren am Unfallort dar. Mit SAVE steht nun ein Programm zur Verfügung, das die Fahrzeugtrajektorie der Fahrzeuge bestimmt und die Kommunikation mit der Rekonstruktionssoftware PC-Crash automatisiert. Damit können die fehlenden Brems- und Blockierspuren unter Verwendung der EDR-Daten ersetzt werden.

Anhand des Vergleichs der EDR-Daten mit denen der Crash-Sensorik wird gezeigt, dass die Geschwindigkeitsdaten des EDR toleranzbehaftet sind. Die Abweichung zum tatsächlichen Wert kann sowohl positiv als auch negativ sein. Während der Durchführung der Unfallrekonstruktion ist dieser Aspekt zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse entstanden im Rahmen einer Diplomarbeit an der Technischen Universität Dresden, Fakultät für Verkehrswissenschaften »Friedrich List«, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr und in Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG.

Mein besonderer Dank gilt meinen Betreuern Univ.-Prof. Dr.-Ing. Regine Gerike, TU Dresden, sowie Dr.-Ing. Christian T. Erbsmehl und Dr.-Ing. Tom Landgraf, Fraunhofer IVI. Bedanken möchte ich mich auch bei Prof. Dr.-Ing. Matthias Klingner, Fraunhofer IVI, sowie Dipl.-Ing. Axel Büchner und Dipl.-Ing. Michael Stanzel, Volkswagen AG.

KONSTRUKTION EINES STROMÜBERTRAGUNGSSYSTEMS FÜR DEN ELEKTRISCHEN VERTEILERVERKEHR

Entwicklungsimpuls des Vorhabens

Die Integration elektrischer Antriebe in moderne Fahrzeuge des Individualverkehrs steigt stetig und erfordert die Weiterentwicklung schneller, sicherer und unkomplizierter Nachladetechnologien. Auch im Bereich des Verteilerverkehrs kommen auf der »letzten Meile« (tägliche Laufleistung < 80 Kilometer) vermehrt emissionsarme Traktionsantriebe zum Einsatz, deren Nachladeprozesse in das Tagesgeschäft einzugliedern sind. Gegenwärtig werden die Energiespeicher der elektrischen Verteilerfahrzeuge an Ladesäulen – entweder direkt an den Laderampen der Verteilerzentren oder auf speziellen Flächen mit der benötigten Ladeinfrastruktur – über Nacht aufgefüllt. Die Energieübertragung wird mit einer konventionellen Kabel- und Steckerverbindung mit manueller Kontaktierung umgesetzt, deren Einsatzflexibilität durch die geringen Ladeleistungen (≤ 22 Kilowatt) in Kombination mit einem nicht automatisierten Ladeprozess wesentlichen Einschränkungen unterliegt.

Im Projekt *EDDA* (Elektromobilitäts-Demonstration Docking-Anwendung) entwickelte das Fraunhofer IVI gemeinsam mit Partnern bereits ein automatisiertes Schnellladesystem für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), das durch eine geeignete, überflurige Schnittstelle große Energiemengen mit hohen Ladeleistungen (≤ 250 Kilowatt) zwischen einer wegseitigen Ladestation und dem fahrzeugseitigen Energiespeicher übertragen kann, jedoch speziell auf diesen Anwendungsfall zugeschnitten ist.

Vor diesem Hintergrund lag der Fokus der Arbeit auf der Konzeption eines überfahrbaren, unterflurigen Hochstromübertragungssystems, das ebenfalls eine vollautomatische Nachladung von Verteilerfahrzeugen während der Be- und Entladephasen an den Laderampen der Verteilerzentren ermöglicht.

Systemdesign und Anwendungsbezug

Voraussetzung für die Kompatibilität dieser innovativen Schnittstelle mit den Traktionsbatterien des Fahrzeugs und der Ladestation ist die Adaption der technischen Parameter des Ladevorgangs aus dem ÖPNV-Einsatz in das Anforderungsprofil dieses neuen Anwendungsfalls. Angelehnt an einen konstruktionsmethodischen Ansatz erfolgte eine Aufteilung des zu entwerfenden Stromübertragungssystems in die Teilsysteme

- fahrzeugseitiger Kontakt,
- wegseitiger Kontakt und
- Fahrbahnabdeckung,

deren Zusammenspiel die definierten Erwartungen an das Gesamtsystem vollumfänglich erfüllt. Durch eingehende Analysen der Randbedingungen wurden die primären Anforderungen

- verfügbarer Einbauraum unterhalb der elektrischen Verteilerfahrzeuge sowie
- die Größe des Luftspalts, der zur Kontaktherstellung geschlossen werden muss, und
- die Positionsabweichungen der Verteilerfahrzeuge in drei Raumrichtungen an den Laderampen der Verteilerzentren

definiert.

Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Gewährleistung der geforderten Funktionalität und deren konstruktiver Umsetzung für das adressierte Einsatzgebiet.

Christian Seiler
Telefon +49 351 4640-895
christian.seiler@ivi.fraunhofer.de

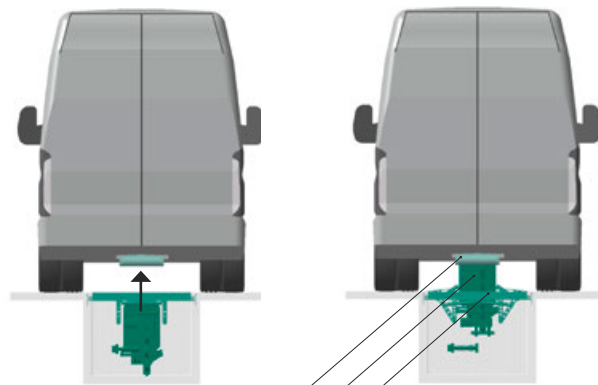


Konstruktive Realisierung und Funktionsbeschreibung

Als unterflurige Basis dient der wegseitige Kontakt, der in einem fest installierten Schacht unterhalb der Fahrbahn angebracht ist und für die Luftspaltschließung nach Positionierung des Verteilerfahrzeugs ein Zahnstangenhubgetriebe mit vertikal stehender Zahnstange nutzt. Angetrieben durch einen geeigneten Schrittmotor werden potentielle Fehlerquellen in der Anlage bereits dadurch minimiert, dass dieser als alleiniger Antrieb im Stromübertragungssystem fungiert.

Nach der Luftspaltüberwindung kommt es zum Kontaktschluss mit dem fahrzeugseitigen Kontakt, der am Fahrzeug fixiert ist. Zum Ausgleich der Positionsabweichungen sind beide Kontakte prismatisch geformt, um eine geführte, formschlüssige Verbindung zwischen den Teilsystemen herstellen zu können. Während des Ladevorgangs wird der Antrieb abgeschaltet und beide Kontaktpartner mittels Elektromagnete in einer definierten Position aneinandergehalten. Nach Beendigung des Nachladevorgangs fällt der wegseitige Kontakt schwerkraftbedingt in seine Ausgangsposition zurück und wird dabei von einem hydraulischen Stoßdämpfer abgebremst.

Der Anlagenteil »Fahrbahnabdeckung« schützt in Ruhelage die wegseitige Hauptmechanik vor äußeren Einwirkungen, beispielsweise durch überfahrende Fahrzeuge oder Extremwitterung. Ein mechanischer Schwenkmechanismus übernimmt nach Initialisierung der Aufwärtsbewegung des wegseitigen Kontakts die Öffnung der Schutzeinrichtung und schließt diese nach Beendigung des Ladevorgangs selbsttätig.



fahrzeugseitiger Kontakt
wegseitiger Kontakt
Fahrbahnabdeckung

1 Stromübertragungssystem
vor (links) und beim Lade-
vorgang (rechts).

Perspektive

Für die Weiterentwicklung von DC-Schnellladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge stellen die erlangten Resultate einen wichtigen Realisierungsschritt dar. Gerade im Hinblick auf die zukünftige Erweiterung des Einsatzspektrums und der bevorstehenden Kommerzialisierung dieser nicht nur individuell, sondern auch autonom gesteuerten Fahrzeuge kommt die beim Konstruktionsprozess berücksichtigte Vollautomatisierbarkeit der Vorrichtung zum Tragen.

Das Kontaktsystem wird am Fraunhofer IVI anhand eines Versuchsaufbaus getestet und automatisiert.

Die durchgeführten Untersuchungen erfolgten im Rahmen einer Diplomarbeit an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (FH) Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik.

Mein besonderer Dank gilt den Betreuern, Prof. Dr.-Ing. Iris Römhild, HTW, sowie Dr.-Ing. Sven Klausner und Dipl.-Ing. (FH) Tim Vorwerk, Fraunhofer IVI.

ENTWICKLUNG EINES KLASSIFIKATIONS-ANSATZES ZUR SEGMENTERKENNUNG IM SCHIENENPERSONENNAHVERKEHR (SPNV)

Motivation und Zielstellung

Das Global Positioning System (GPS) ist die State-of-the-Art-Grundlage für ortsbezogene Dienstleistungen, wie z. B. Navigationsanwendungen im motorisierten Individual- (MIV) oder im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Die Verfügbarkeit und Genauigkeit ist jedoch durch Abschirmungen und Mehrwege (Multipath), wie sie beispielsweise durch Tunnel oder auch unterirdische Linienführung oder Häuserschluchten entstehen, nicht immer gegeben, weshalb die Verwendung anderer Umgebungsinformationen erforscht wird. In Hinblick der enormen Anwendungsmöglichkeiten von maschinellen Lernmethoden und der Vielfalt an Sensoren in mobilen Endgeräten besteht die Motivation, Gesetzmäßigkeiten innerhalb von Merkmalen basierend auf Sensordaten anhand eines Modells nachzuweisen, das eine Segmentklassifikation durchführen kann. Im Vergleich zu Ansätzen basierend auf Funktechnologien wie WLAN oder Bluetooth hat ein solches alternatives Ortungsverfahren den Vorteil, dass die Infrastruktur keine Hardware bereitstellen muss, die weitere Kosten durch Installation, Instandsetzung und Wartung verursacht.

Untersuchungsszenario

Für die Datenerfassung bot sich Nürnberg an, da die Stadt über ein ausgeprägtes U-Bahn-Netz verfügt und auch eine fahrerlose Linie betreibt. Auf den Linien U1 und U3 (Abbildung 2) wurden Sensordaten von insgesamt 42 Segmenten erhoben. Für die Analyse erfolgte eine Auswahl der Hardware- und Softwaresensoren unter Einbeziehung weiterer virtueller Sensoren. Um eine Betrachtung bezüglich der Ausrichtung durchzuführen, wurden drei unterschiedliche Mobilgerätepositionen – Sitz, Hosen- und Jackentasche (willkürlich) – untersucht.

Methodik

Der Klassifikationsansatz stellt ein Verfahren für eine Segmenterkennung anhand mobiler Sensordaten dar und lässt sich in zwei Systeme einteilen. Das erste System übernimmt die Basisklassifikation auf Grundlage der mobilen Sensordaten, die eine Segmenterkennung in einem kurzen Zeitfenster realisiert. Dieses Modell wurde mit einem Random-Forest-Ansatz ermittelt, der Gesetzmäßigkeiten innerhalb von Merkmalen – basierend auf den Sensordaten – findet und beschreibt. Diese Zusammenhänge können durch Eigenschaften des Rad-Schiene-Systems, durch die Art der Befahrung (Bremsen, Beschleunigen) oder anderweitig verursacht werden.

Aufgabe des zweiten Systems ist es, die Klassifikationsergebnisse der Basisklassifikation durch eine Sequenzoptimierung zu verbessern. Hierzu wurde ein Viterbi-Algorithmus eingesetzt, der auf einem Hidden-Markov-Modell aufbaut. Diese Sequenzbetrachtung gestattet eine Segmenterkennung über einen längeren Zeitraum.

Ergebnisse

Im ersten Schritt wurde geprüft, wie viele Sensoren herangezogen und welche miteinander verknüpft werden sollten. Dabei hat sich herausgestellt, dass drei bis fünf Sensoren für eine Klassifikation sinnvoll sind. Das beste Resultat wurde dabei für die Sensorkombination Beschleunigung, Magnetfeld, Druck, Gyroskop und horizontale Projektion erzielt.

Die Auswertung der fünf geeignetsten Kombinationen hat gezeigt, dass die Sensoren Gyroskop, Druck und Magnetfeldsensor in allen Varianten vorhanden sind.

Wolfram Keil
 Telefon +49 351 4640-858
 wolfram.keil@ivi.fraunhofer.de



Die Annahme, dass deren Einfluss auf eine Klassifikation am größten ist, konnte durch die Analyse der Feature Importance (FI) bestätigt werden. Anhand der besten Sensorkombination wurden die drei verschiedenen Positionen entsprechend der definierten Szenarien

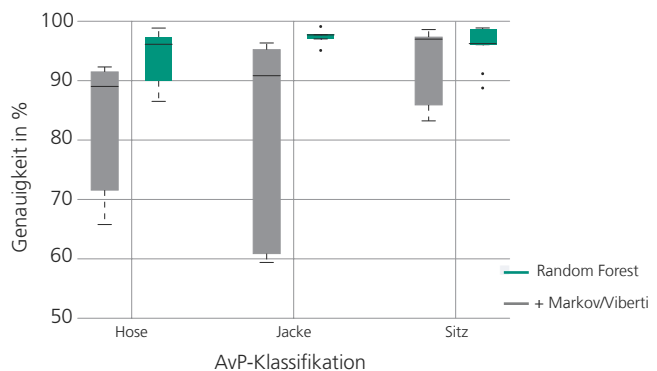
- eine gegen sich selbst (One vs. Self, OvS),
- eine gegen den Rest (One vs. Rest, OvR) sowie
- alle gegen einen Teil (All vs. Part, AvP)

untersucht, die Aufschluss über die Rotationsabhängigkeit gaben.

Daraus ging hervor, dass sich basierend auf einem AvP-Szenario ein generisches Modell entwickeln lässt, das eine Klassifikationsgenauigkeit von bis zu 90 Prozent und mehr ermöglicht. Durch die Anwendung des Viterbi-Algorithmus zur Sequenzoptimierung verbesserten sich die Ergebnisse in jedem Szenario. Für die 20 Segmente der Linie U3 konnten dadurch Genauigkeiten von fast 100 Prozent erreicht werden. Wurden lediglich Daten einer Position betrachtet (OvS), ergaben sich – bis auf die Geräteposition Sitz – weitaus schlechtere Resultate.

Fazit

Die errechneten Klassifikationsgenauigkeiten auf Grundlage der erfassten Daten zeigen, dass prinzipiell eine Segmenterkennung realisierbar ist. Bei der Betrachtung verschiedener Sensoren konnte nachgewiesen werden, dass Gyroskop, Druck- und Magnetfeldsensor den signifikant größten Teil zu einer Klassifikation beitragen. Gezeigt wurde auch, dass es möglich ist, ein generisches Modell mit Daten unterschiedlicher Ausrichtungen zu trainieren. Diese Tatsache begünstigt die Umsetzung in einem realen Anwendungsfall.



1 Klassifikationsergebnisse des AvP-Szenarios für die Segmente der Linie U3.



2 U-Bahn-Liniennetz Nürnberg mit den erhobenen Linien U1 und U3.

© VAG

Die Ergebnisse entstanden im Rahmen einer Diplomarbeit an der Technischen Universität Dresden, Fakultät für Verkehrswissenschaften »Friedrich List«.

Mein besonderer Dank gilt den Betreuern, Prof. Dr.-Ing. Oliver Michler und Dipl.-Ing. (FH) Paul Balzer, TU Dresden, sowie Dipl.-Inf. Sebastian Pretzsch, Fraunhofer IVI.

BESONDERE EREIGNISSE

Fraunhofer IVI als Teil von *Shift2Rail*

Nach einem gründlichen Auswahlprozess hat die Europäische Kommission das *Smart DeMain*-Konsortium zu einem der 19 assoziierten Mitglieder des *Shift2Rail*-Programms ernannt. Innerhalb von *Shift2Rail* wird das Konsortium Arbeiten im »Innovation Programme 3: Cost-Efficient and Reliable High-Capacity Infrastructure« ausführen, in dem neue Technologien für eine signifikante Verbesserung der Schieneninfrastruktur entwickelt werden sollen. Die Projektpartner werden sich auf den Entwurf von Infrastrukturkomponenten der nächsten Generation und auf ein ganzheitliches Konzept zur Wartung und Instandhaltung der Infrastruktur konzentrieren. Dies spiegelt sich auch im Namen des Konsortiums wider, das von Strukturon Rail geleitet wird: *Smart DeMain* steht für »Smart Design and Maintenance for the Railway of Tomorrow«. Neben dem Fraunhofer IVI gehören Acciona, Cemoso und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e. V. zu den weiteren Mitgliedern.

Reise nach Nevada

Seit dem Besuch einer hochrangigen Delegation des Gouverneurs von Nevada im Juli 2015 am Fraunhofer IVI laufen auf beiden Seiten verschiedenste Anstrengungen, Industriekontakte zu knüpfen, wissenschaftliche Kooperationen aufzubauen und Synergien zu erschließen. Die in Sachsen angelandene Forschungsinitiative »Synchrone Mobilität 2023« ist dabei besonders prädestiniert, sächsische Innovationspotentiale mit denen des US-Bundesstaates zu verbinden.

So stand der am 2. März von amerikanischer Seite einberufene Workshop in der City Hall von Las Vegas ganz im Zeichen des autonomen und vernetzten Fahrens. Professor Dr. Matthias Klingner und Dr. Frank Steinert stellten ihre Visionen zu einem parallelen Forschungsvorhaben in Las Vegas und Reno unter dem Titel »Synchronized Mobility« vor und formulierten Schritte für eine zeitnahe Umsetzung.

Wechselseitige Besuche wie der von Professor Alexander Paz der Universität Las Vegas oder der von Staatssekretär Dr. Hartmut Mangold dokumentieren das gegenseitige Bemühen, die transatlantische Zusammenarbeit zu stärken.

GHTC® Science Slam

Das BMBF förderte mit der Kampagne »Research in Germany« die internationale Sichtbarkeit deutscher Forschung. Darunter fiel von 2011 bis 2016 auch die Vergabe der German Hightech Champion Awards (GHTC®) an außerordentliche Innovationen durch eine Jury. Die Technologien des Fraunhofer IVI »AutoTram® Extra Grand« und »SMART-WAY – Mobile ÖPNV-Navigation« wurden 2012 gekürt und in Neu Delhi vor internationalem Publikum präsentiert.

Am 4. März feierte der GHTC® in München seinen Abschluss. Dr. Thoralf Knotte und Sebastian Pretzsch vom Fraunhofer IVI durften neben 20 weiteren Champions ihre Projekte einem hochkarätigen Publikum in einem Science Slam-Format erneut vorstellen. Der ausgelobte Publikumspreis in der Kategorie »Transport« wurde an Sebastian Pretzsch für seine *SMART-WAY*-Präsentation verliehen.

Kick-off *iHub*

Am 7. März erfolgte an der Berliner Geschäftsstelle des Konsortialführers Schenker Deutschland AG der offizielle Start des Projekts *iHub*. Der Hersteller von Elektro-Lkw, die FRAMO GmbH, das Softwarehaus PTV AG, das Institut für postfossile Logistik PFL sowie das Fraunhofer IVI entwickeln gemeinsam das IT-gestützte System *iHub* zur Steuerung von gemischten dieselbetriebenen und elektrischen Lkw-Flotten für ein Logistikzentrum. Das Vorhaben wird im Rahmen des Programms »IKT für Elektromobilität III« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und ist Teil der »Digitalen Agenda 2014 bis 2017«.



Praxistest eines schnellladefähigen Plug-In-Hybridbusses

Unterstützt durch eine Bundesförderung testeten die Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) AG und das Fraunhofer IVI im Rahmen des »Schaufenster Bayern – Sachsen ELEKTROMOBILITÄT VERBINDET« von März bis September einen Plug-In-Hybridbus im Liniendienst auf der topographisch anspruchsvollen Linie 61. Der vom schweizerischen Hersteller Carrosserie Hess AG gelieferte Gelenkbus ist mit einer Hochleistungsbatterie und Leistungselektronik der Firma Vossloh Kiepe GmbH ausgerüstet. Die Nachladung erfolgte am Betriebshof Dresden Gruna über ein Stromabnehmersystem der Firma Schunk.

Die installierte Batterie hat einen nominellen Energieinhalt von 48 kWh und kann mit einer Leistung von bis zu 330 Kilowatt geladen werden. Mit Hilfe der nutzbaren Energiemenge von 38 kWh lässt sich der Bus auch rein elektrisch betreiben. Er eignet sich daher insbesondere für den Einsatz auf Linien, die durch städtebaulich sensible Bereiche führen. Neben der rein elektrischen Fahrfunktion sowie der externen elektrischen Nachladung wird ein selbstlernendes und adaptives Energie- und Leistungsmanagement für Hybridbusse untersucht. Dieses passt sich an die Charakteristik einer jeden Linie selbstständig an und hat zum Ziel, den Kraftstoffverbrauch zu minimieren.

Fraunhofer-Delegationsreise nach Kolumbien

Vertreter aus mehr als zehn Fraunhofer-Instituten besuchten vom 31. März bis 7. April das lateinamerikanische Land, um mit Firmen, Ministerien und Universitäten Möglichkeiten der Zusammenarbeit und des fachlichen Austauschs zu eruieren.

Mandy Koritz vertrat als Verantwortliche für International Business das Fraunhofer IVI. Auf großes Interesse stießen neben der AutoTram® Extra Grand und dem schnellladefähigen Elektrobus auch ein am Institut entwickeltes Monitoringsystem zur Überwachung der Alterungsprozesse von Batteriezellen.

Startschuss für den Test des *RMVSmart*-Tarifsystems

Seit April 2016 testet der Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV) ein völlig neues ÖPNV-Tarifangebot: *RMVsmart*. Zunächst können 20.000 Personen dieses Angebot mit ihrem Smartphone nutzen. Es kombiniert leistungsgerechte Preise im Schienennetz mit Pauschalpreisen für Bus und Tram. Die von Fahrgästen kritisierten großen Preissprünge an Zonengrenzen des heutigen RMV-Tarifs entfallen damit.

Das Fraunhofer IVI entwickelte gemeinsam mit dem RMV und der WVI GmbH die konzeptionellen Grundlagen des neuen Tarifangebots und stellte eine innovative Softwaretechnologie für den zentralen *RMVSmart*-Tarifrechner bereit.

Virtuelle Besichtigung autartec®

Die zweite öffentlichkeitswirksame Veranstaltung zu dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Programm »Innovative regionale Wachstumskerne« stand ganz im Zeichen des futuristischen Wohnens.

Eingebettet in die Kulisse des Geierswalder Sees wurde am 21. April den zahlreichen Besuchern ein ansprechendes Fachprogramm geboten. Neben Gastvorträgen zu »Smart Living Technologies« oder »Architektonischen Gestaltungsoptionen mit Photovoltaik« stellten die autartec®-Partner ihre Einzeltechnologien als Präsentation oder als Exponat auf der begleitenden Hausmesse vor.

Das Highlight war ein computergeneriertes, virtuell begehbare *FreiLichtHaus*. Das 3D-Modell wurde, ganz zeitgemäß und innovativen Technologien verpflichtet, mit Hilfe der Augmented-Reality-Technologie in die reale Seeumgebung integriert. Die Tablets und Smartphones der Fachbesucher dienten als Datenbrille, um einen realistischen Eindruck vom geplanten Gebäude zu erlangen.



vbw-Kongress »Automatisiertes Fahren – Infrastruktur«

Unter dem Motto »Deutschland hat Zukunft« fand am 2. Mai beim Verein der Bayerischen Wirtschaft vbw in München eine Veranstaltung zum Thema »Automatisiertes Fahren – Infrastruktur« statt.

Während Bundesminister Alexander Dobrindt die Strategien und Maßnahmen der Bundesregierung ausführlich erläuterte, sprach Professor Matthias Klingner vom Fraunhofer IVI über den aktuellen Stand der Technik und ging auf die Inhalte derzeitiger und geplanter Forschungsvorhaben ein.

Im Rahmen der anschließenden Podiumsdiskussion nutzten die mehr als 100 interessierten Besucherinnen und Besucher die Gelegenheit, den hochkarätigen Gästen Fragen zu diesem spannenden Thema zu stellen.

Erfolgreicher Test eines neuartigen Lenksystems in China

Nach einjähriger Entwicklungsphase erfolgten am 2. Mai die erfolgreiche Implementierung und der Test einer Mehrachslenkung für den fast 35 Meter langen Bus eines chinesischen Industriepartners.

Das dreigliedrige Fahrzeug verfügt über sechs lenkbare Achsen und kann in zwei Richtungen betrieben werden. Dank des elektronischen Lenksystems des Fraunhofer IVI erreicht es die Spurtreue einer Straßenbahn und lässt sich trotz seiner außergewöhnlichen Abmessungen gut manövrieren.

Offizielle Eröffnung der Leipziger E-Buslinie 89

Am 2. Mai 2016 wurde im Beisein des Leipziger Oberbürgermeisters Burkhard Jung ein Batteriebus auf der Linie 89 der Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH im Rahmen des Projekts *EBus Butterfly* – finanziell unterstützt von der Bundesregierung im Rahmen des Förderprogramms »Schaufenster Bayern – Sachsen ELEKTROMOBILITÄT VERBINDET« – offiziell eingeführt.

Bei dem Fahrzeug handelt es sich um den *EDDA*-Bus des Fraunhofer IVI. Das Fahrzeug verkehrt im regulären Liniendienst zwischen dem Hauptbahnhof und der Endhaltestelle »Connewitz Kreuz«, wo die Batterien des Busses nach jedem Umlauf innerhalb der planmäßigen Wendezeit nachgeladen werden.

Betrieben wird der Bus durch die LVB. Die Versorgung der Ladestation – ebenfalls bereitgestellt vom Fraunhofer IVI – erfolgt über das Bahnstromnetz der Leipziger Straßenbahn, so dass der Infrastrukturaufwand minimiert werden konnte.

IVS-Fahrdemonstration in Dresden

Im Rahmen der Initiative »Synchrone Mobilität 2023« fand am 25. Mai ein Treffen des breitgefächerten Konsortiums aus Industrie und Forschung unter Beteiligung von Vertretern des Sächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) und des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) statt.

Den Höhepunkt der Veranstaltung am Fraunhofer IVI bildete eine erste Demonstration zum hochautomatisierten und vernetzten Fahren in Dresden. Ein Fahrzeug der IAV GmbH bewegte sich automatisiert entlang der Bergstraße und kommunizierte mit einer eigens ausgerüsteten Lichtsignalanlage. In einem weiteren Fahrzeug wurden vor allem Aspekte des vernetzten Fahrens gezeigt.

MESSEN

EUSTO-Abschlusskonferenz

Die von Dr. Ralf Hedel geleitete Abschlusskonferenz des EUSTO-Projekts am 26. und 27. Mai im Kulturrathaus Dresden stand unter der Überschrift »Towards Secure Transport Systems«.

Ziel der Veranstaltung war es, Forscher und Anwender aus den Bereichen Überlandtransport und dessen Schutz zusammenzubringen, um Kooperationen zu stärken und die Vernetzung voranzutreiben. Redner aus mehreren europäischen Ländern und den USA hielten Vorträge zum Schutz von Transportinfrastrukturen und zu sicheren Betriebsabläufen. Themenschwerpunkte waren dabei neuartige Bedrohungen, Best Practice und technische Innovationen. Am Ende des zweitägigen Events konnten Referenten und Gäste sich an einer Diskussion zu wichtigen Fragen der künftigen Forschung und Entwicklung beteiligen.

Anwendertag »Elektrischer Lieferverkehr«

Fast 70 Experten aus Logistik, Kommunen, Branchenverbänden, Fahrzeugherstellern und angewandter Forschung führte der Anwendertag »Elektrischer Lieferverkehr« am 30. und 31. Mai im Fraunhofer IVI in Dresden zusammen. Von kontrovers diskutierten politischen Randbedingungen, über die herstellerneutrale Beschreibung technischer Möglichkeiten bis hin zur Perspektive der Fahrzeughersteller sowie Fahrzeugnutzer – insbesondere Spediteure und Logistiker – wurden unterschiedliche Sichtweisen erörtert und Interessenslagen abgeglichen.

Von dem Angebot, mehrere für den Lieferverkehr relevante elektrische Fahrzeuge verschiedener Klassen wie Kleintransporter, Lastenpedelec, Pkw bis hin zum Lkw selbst zu »erfahren«, wurde reger Gebrauch gemacht.

► **CeBIT in Hannover**

14. bis 18. März 2016

Vorstellung des BMWi-Förderprojekts *iTESA* (Intelligent Traveller Early Situation Awareness) auf dem Stand des Bundesministeriums

► **Energy Storage Europe in Düsseldorf**

15. bis 17. März 2016

Präsentation des Fraunhofer-IVI-Batteriemonitoringsystems auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Allianz Energie

► **new mobility in Leipzig**

12. bis 13. April 2016

Ausstellung des schnellladefähigen Elektrobusses des Fraunhofer IVI auf dem Stand der Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH

► **GPEC in Leipzig**

7. bis 9. Juni 2016

Darbietung aktueller Entwicklungen aus dem EU-Projekt *TARGET* (Training Augmented Reality Generalised Environment Toolkit) zur Einsatzsimulation und zum Training bei der Polizei



Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften

Auch 2016 nutzten knapp 900 Besucher die Möglichkeit, faszinierende Einblicke in ausgewählte Forschungsprojekte des Fraunhofer IVI zu erhalten. Unter dem Motto »Staunend durch die Nacht« konnten die Gäste auf leisen Sohlen ihre Runden auf dem Testoval drehen – entweder als Fahrer eines Elektro-Pkw oder als Passagier in einem Plug-In-Hybridbus. Die virtuelle Besichtigung des autartec®-Hauses mittels einer Augmented-Reality-Anwendung begeisterte Groß und Klein. Neben Mal- und Bastelangeboten gab es für die Jüngsten eine Schatzsuche, bei der sie zukunftssträngige Ortungstechnologien kennenlernen konnten.

Das Fraunhofer IVI war die Startstation der Sondertour des Dresdner Oberbürgermeisters Dirk Hilbert. Vor der offiziellen Eröffnung hatten die hochrangigen Gäste, zu denen auch die Sächsische Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst (SMWK), Dr. Eva-Maria Stange gehörte, die Möglichkeit, die zahlreichen Angebote des Instituts als Erste wahrzunehmen.

Projektabschluss *Guide2Wear*

Die finale Konferenz zu *Guide2Wear* fand am 13. Juni in Wien statt. Internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen hatten zwei Jahre gemeinsam mit dem Ziel gearbeitet, Passagiere im ÖPNV mittels Wearable Devices zu unterstützen.

Unter Leitung des Fraunhofer IVI entstand eine Anwendung für Smartwatches, die eine ÖPNV-Navigation anbietet und dabei verschiedene Modi (u. a. Bikesharing) einbinden kann.

Die App wurde von den Konferenzteilnehmern live im Wiener Verkehr getestet. Dafür standen 12 Smartwatches zur Verfügung.

Nevadareise mit Staatssekretär Dr. Mangold

Nach dem Besuch einer Delegation des Gouverneurs von Nevada 2015 wurde eine Kooperation zum Aufbau digitaler Testfelder für autonomes Fahren in Sachsen und Nevada angestrebt. Nach dem Vorbild der sächsischen Initiative »Synchrone Mobilität 2023« soll dazu ein »Open-Innovation Living Laboratory Ecosystem« in Nevada entstehen.

Gemeinsam mit Vertretern aus Wirtschaft und Politik reiste Staatssekretär Dr. Hartmut Mangold (SMWK) vom 12. bis 17. Juli nach Kalifornien und Nevada, um dem Chief Strategy Officer des Gouverneurs von Nevada, Dale Erquiaga, die aktuellen Entwicklungen in Sachsen vorzustellen und die nächsten Schritte zu besprechen. Dabei wurden gemeinsame Projekte, der Austausch wissenschaftlicher Mitarbeiter sowie die Bildung einer bilateralen Arbeitsgruppe zu verkehrsrechtlichen Rahmenbedingungen auf ministerieller Ebene diskutiert. Von Seiten des Fraunhofer IVI begleitete Sebastian Pretzsch die Delegation.

Offizieller Beginn des Projekts *IN2SMART*

»Intelligent Innovative Smart Maintenance of Assets by Integrated Technologies« (*IN2SMART*) ist der Titel des ersten Forschungs- und Innovationsprojekts des *Shift2Rail* Joint Undertaking, an dem das Fraunhofer IVI teilnimmt. *IN2SMART* startete am 1. September und hat eine Laufzeit von drei Jahren.

Ein Konsortium aus 19 Partnern – zusammengestellt aus den Gründungs- und assoziierten Mitgliedern und koordiniert durch ANSALDO STS (Italien) – wird gemeinsam an Themen aus dem Bereich »Systeme und Strategien für die intelligente Wartung und Instandhaltung« arbeiten. Innerhalb des Projekts *IN2SMART* wird das Fraunhofer IVI das Work Package 9 leiten, das die Grundlagen für das zukünftige Asset Management in Bahninfrastrukturen legen und Entscheidungsunterstützung bieten soll.

MESSEN

Kick-off-Veranstaltung *AutoTruck*

Eine Woche nach Beginn der dreijährigen Projektlaufzeit startete am 8. September das BMWi-Forschungsvorhaben *AutoTruck* mit einem Treffen der neun Partner in Lehrte.

Unter Federführung der Götting KG sollen bis Herbst 2019 Technologien wie hochgenaue Ortung und Navigation, sichere Kollisionsvermeidung, Car-2-Infrastructure-Kommunikation, Echtzeit-Manöverplanung sowie selbsttätiges Docken für den vollautomatischen kooperativen Betrieb von Nutzfahrzeugen in geeigneten Automatisierungszonen entwickelt und in einem Logistikzentrum mit angrenzenden Erschließungsstraßen demonstriert werden.

Bei den zusätzlich eingesetzten Komponenten und Verfahren wird auf die Zulassungsfähigkeit im Straßenverkehr und den gemischten Betrieb mit/ohne Fahrer abgezielt.

Pressekonferenz zur ÖPNV-Fachtagung

Im Mittelpunkt der von der Sächsischen Energieagentur (SAENA) am 15. September durchgeführten Fachtagung »Intelligente Lösungen für effiziente Mobilität« standen Visionen und Herausforderungen zum Thema Digitalisierung und Vernetzung im Verkehrsbereich. Sächsische Unternehmen und Forschungseinrichtungen präsentierten ihre Kompetenzen und gaben einen Einblick in laufende Entwicklungen, neueste Technologien sowie praktische Erfahrungen.

Professor Matthias Klingner sprach in seinem Schlussvortrag »Synchrone Mobilität in Dresden – Synchronized Mobility in Nevada« über laufende internationale Aktivitäten und Kooperationen. Auf der dazu einberufenen Pressekonferenz stellte er sich zusammen mit hochrangigen Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik den Fragen der interessierten Journalisten.

► **InnoTrans in Berlin**

20. bis 23. September 2016

Vorstellung hinsichtlich Material, Fertigung und Nutzerkomfort optimierter Wagenkästen für Schienenfahrzeuge zusammen mit dem Fraunhofer IWS auf dem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

► **IAA Nutzfahrzeuge in Hannover**

22. bis 29. September 2016

Präsentation des neuen TruckTrix®-Webservice zur Planung und Simulation von Großraum- und Schwertransporten auf dem Stand der Goldhofer AG

► **FLORIAN in Dresden**

6. bis 8. Oktober 2016

Ausstellung neuer MobiKat-Komponenten zur Lageführung sowie Datenerfassung und -auswertung für die Feuerwehr



Projektabschluss *EmiD*

Die Abschlussveranstaltung mit begleitendem Workshop für Fuhrparkverantwortliche zum Projekt »EmiD – Elektromobilität in Dresden« fand am 26. September im Plenarsaal des Dresdner Rathauses statt.

Nach den Grußworten von Bürgermeisterin Eva Jähnigen, Beigeordnete für Umwelt und Kommunalwirtschaft, und Dr. Lutz Bryja, Referatsleiter am Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) stellten die vier Projektpartner ihre Ergebnisse vor. Sebastian Pretzsch, Gruppenleiter am Fraunhofer IVI und Leiter des Forschungsvorhabens, präsentierte in seinem Vortrag ein neu entwickeltes Buchungssystem mit Reichweitengarantie und Ladeempfehlungen.

EmiD ist eines von rund 40 Projekten im »Schaufenster Bayern – Sachsen ELEKTROMOBILITÄT VERBINDET« und wurde vom Freistaat Sachsen im Rahmen der Schaufensterinitiative der Bundesregierung gefördert.

Kick-off *Heat2Go*

Am 19. Oktober startete am Fraunhofer IVI das Forschungsprojekt *Heat2Go* mit dem Ziel, ein neuartiges und effizientes Heizsystems für vollelektrische Stadtbusse zu entwickeln und abschließend zu demonstrieren. Damit soll eine zentrale Problemstellung gelöst, vollständige Emissionsfreiheit erreicht und die Hemmschwelle gegenüber dem Einsatz von Elektrobussen weiter gesenkt werden. Mit AURORA und KONVEKTA sind zudem zwei Experten im Bereich Klimatisierung von Nutzfahrzeugen involviert, die diese Innovation entscheidend mitgestalten und in ein marktfähiges Produkt überführen können.

Das Projekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) gefördert.

Preisverleihung *EcoTrain*

Im Rahmen des bundesweiten Wettbewerbs »Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen« werden besonders innovative und visionäre Projekte prämiert und sichtbar gemacht. Am 2. November bekam die DB RegioNetz Verkehrs GmbH in Annaberg-Buchholz die von Bundespräsident Joachim Gauck unterzeichnete Urkunde für das Forschungsvorhaben *EcoTrain* überreicht. In Kooperation mit der TU Dresden, der TU Chemnitz sowie dem Fraunhofer IVI erfolgt bis 2017 der Umbau eines Triebwagens der Erzgebirgsbahn. Dank des vorgesehenen modularen Hybridantriebssystems, vollständig elektrifizierter Nebenverbraucher und einer umweltfreundlichen CO₂-Klimaanlage sollen Diesel- und Energieverbrauch gesenkt und somit Lärm- und Schadstoffemissionen reduziert werden.

Das Projekt »EcoTrain – Nachhaltiges Antriebs- und Energiemanagement« wird innerhalb der Initiative »Schaufenster Bayern – Sachsen ELEKTROMOBILITÄT VERBINDET« gefördert.

Besuch einer Delegation von Toyota

Seit mehr als zwei Jahren arbeitet das Fraunhofer IVI erfolgreich auf dem Gebiet der Fahrzeug- und Verkehrssicherheit mit Toyota Motor Europe zusammen. Hervorgegangen ist daraus u. a. eine Veröffentlichung auf der Expert Symposium on Accident Research (ESAR)-Konferenz im Jahre 2016, die eine neuentwickelte und praktisch erprobte Methode (Analysis and Investigation Method for all Traffic Scenarios – AIMATS) zur Erhebung realer und kritischer Verkehrsszenarien beschreibt.

Im Nachgang dessen fand am 1. Dezember in Dresden ein internationales Meeting unter Beteiligung hochrangiger Vertreter von Toyota Japan, Toyota USA und Toyota Europe statt. Professor Matthias Klingner hieß die Delegation willkommen und leitete gemeinsam mit Dr. Christian T. Erbsmehl, Gruppenleiter »Fahrzeug- und Verkehrssicherheit«, die Veranstaltung.

Testfahrten in Schweden

Vom 5. bis 23. Dezember fanden in der Nähe von Göteborg (Schweden) im Rahmen des europäischen Forschungsvorhabens *TRANSFORMERS* Test- und Erprobungsfahrten eines neuartigen hybriden Sattelzugs mit vielversprechenden Ergebnissen hinsichtlich Senkung des Energie- und Kraftstoffverbrauchs statt.

Innerhalb des Projekts arbeiten große europäische Nutzfahrzeughersteller, Zulieferer, Forschungsinstitute und Endanwender an der Optimierung der Ladeböden und der Entwicklung neuer Komponenten für den straßengebundenen Gütertransport, um die Auslastung zu erhöhen, eine verbesserte Aerodynamik zu erreichen und die Bremsenergie zu verwerten.

Das Fraunhofer IVI ist federführend an der Entwicklung und Integration des elektrischen Antriebsstrangs beteiligt. Innerhalb von nur drei Jahren gelang es dem Team, einen zulassungsfähigen Sattelanhänger mit der neuen Technologie aufzubauen. Bei Kopplung an eine konventionelle Zugmaschine entsteht ein voll funktionsfähiger Hybridantrieb.

Sächsische Wirtschaftsdelegation in Kolumbien

Am 7. Dezember empfing Federico Gutiérrez, Bürgermeister der Stadt Medellín (Kolumbien) eine europäische Wirtschaftsdelegation, um über Möglichkeiten des Einsatzes von Ultra-Capacity-Bussen im ÖPNV der Stadt zu sprechen.

Die Partner Siemens, HÜBNER, Bozankaya und das Fraunhofer IVI stellten ein Buskonzept für schnell wachsende Großstädte vor, das bei vergleichbarer Transportkapazität wirtschaftlicher und flexibler als Straßenbahnen ist. Dabei kommt dem neuartigen elektronischen Lenksystem, einer Schlüsseltechnologie des Fraunhofer IVI, eine besondere Bedeutung zu, da nur so bis zu 36 Meter lange Busse in urbanen Gebieten problemlos bewegt werden können.

IBD-Netzwerktreffen

Das International Business Development (IBD) Netzwerk der Fraunhofer-Gesellschaft trifft sich zweimal jährlich. Mitglieder sind nicht nur die Vertreter der in Deutschland ansässigen Institute, sondern auch Kolleginnen und Kollegen der weltweiten Representative Offices.

Am 7. und 8. Dezember tagte das Netzwerk in den Räumlichkeiten des Fraunhofer IVI. Die Teilnehmer erörterten institutsübergreifende Themen und Strategien. Bei einem Spaziergang über den historischen Dresdner Striezelmarkt konnten in ungezwungener Atmosphäre Probleme und Erfahrungen hinsichtlich internationaler Forschungskooperationen ausgetauscht werden.

MITGLIEDSCHAFTEN UND SCHUTZRECHTE

MITARBEIT IN GREMIEN

Danowski, Kamen

- Fachgruppe »Katastrophenschutz der Euroregion Elbe/Labe«

Engelbrecht, Julia Maria

- IEEE Region 8: Europe, Middle East and Africa
- IEEE Intelligent Transportation Systems Society
- IEEE Vehicular Technology Society
- VDE Bezirksverein Dresden e. V.

Erbsmehl, Christian T.

- EVU Europäische Vereinigung für Unfallforschung und Unfallanalyse e. V.

Festag, Andreas

- Acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaft »Neue autoMobilität«

Grimm, Jan

- BASt Bundesanstalt für Straßenwesen, Betreuerkreis »Einfluss von Fehlern auf Streckenbeeinflussungsanlagen«
- COST Action TU1305 Social Networks and Travel Behaviour
- 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, Arbeitsgruppe Cyber-physikalische Systeme
- UITP International Association of Public Transport

Hedel, Ralf

- Sprecher der ECTRI Thematic Group »Security and Risk Analysis«

Jehle, Claudius

- Fraunhofer-Allianz Energie

Kertzsch, Jana

- VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.

Knote, Thoralf

- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe AG 3.10 »Theoretische Grundlagen des Straßenverkehrs«

Klingner, Matthias

- Dresden-concept e. V.
- Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie
- Fraunhofer-Alumni e. V.
- International Monorail Association
- Netzwerk »Dresden – Stadt der Wissenschaften«
- Verein Forum Elektromobilität e. V.

Michler, Oliver

- Cool Silicon e. V.
- DGON Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e. V., Fachgremium »Verkehrstelematik«

Potthoff, Ulrich

- Fraunhofer-Allianz Batterien
- Förderverein HYPOS – Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany e. V.

Rauschert, André

- Fraunhofer-Allianz Big Data

Städel, Christian

- DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Normungsausschuss »Thermische Speicher für gewerbliche Anwendungen«

PATENTE

- Klausner, S.; Gamsizlar, Ö.: **Elektrische Kontaktanordnung.**
Deutsches Patent DE 10 2009 023 072, 2012
- Klingner, M.: **Leistungssteuereinrichtung und Verfahren zum Lastausgleich eines Netzes.**
Deutsche Patentanmeldung DE 10 2011 114 344, Offenlegung am 21. März 2013
Europäische Anmeldung 20. September 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

ZERTIFIKATE

- Städel, Christian: **Sachverständiger für Energieeffizienz von Gebäuden.** Registriernummer 1191-16-2016

MARKEN

- **AutoTram®** DE 304 17 949.3, 2004
- **autartec®** DE 30 2012 021 316.2/42, 2012
- **Feldschwarm®** DE 30 2013 013 880, 2013
- **HORUS®** DE 30 2013 006 673.1, 2014
- **TruckTriX®** DE 30 2014 003 169.8, 2014

PUBLIKATIONEN

AUFSÄTZE UND VORTRÄGE

Baldi, M. M.; Heinicke, F.; Simroth, A.; Tadei, R.: **New Heuristics for the Stochastic Tactical Railway Maintenance Problem.** In: *Omega. The International Journal of Management Science*, Elsevier B.V., 2016, vol. 63, pp. 94-102, ISSN 0305-0483, DOI: 10.1016/j.omega.2015.10.005

Balzer, P.; Michler, O.; Löffler, G.: **Intelligentes Telematiksystem zur Beladungserkennung von Güterwagen: Ergebnisse zu Sensorik und Signalverarbeitung.** 25. Verkehrswissenschaftliche Tage, Dresden, 16.-17. März 2016, Vortrag: P. Balzer

Bartholomäus, R.; Lehmann, T.: **Enhancement of Battery Lifetime Using Model Predictive Control of Hybrid Energy Storage System.** International Symposium on Advanced Battery Power, Münster, 25.-27. April 2016, Postervortrag

Bartholomäus, R.; Lehmann, T.: **Model Predictive Control of a Dual Mode Energy Storage System.** 9th Graz Symposium Virtual Vehicle, Graz, Österreich, 23.-25. Mai 2016, Vortrag C. Jehle

Bartholomäus, R.; Lehmann, T.; Wittig, H.: **Modellierung und Ladezustandsschätzung für Lithium-Ionen-Batterien.** 1. Herbstworkshop Energiespeicher, TU Dresden, 15. November 2016

Bartholomäus, R.; Schneider, U.; Helfer, W.: **Fast Current Control in Bidirectional Buck-Boost Converters for Electric Vehicles.** 9th Graz Symposium Virtual Vehicle, Graz, Österreich, 23.-25. Mai 2016, Vortrag: C. Jehle

Berendes, E.; Socher, S.; Jehle, C.; Potthoff, U.: **State of Charge Estimation On Lithium-Sulfur-Batteries Using Impedance Spectroscopy.** 9th International Workshop on Impedance Spectroscopy IWIS 2016, Chemnitz, 26.-28. September 2016, Vortrag: S. Socher

Danowski, K.: **MobiKat – Mobile Information, Kommandoarbeit und Taktik.** Fachveranstaltung »Neue Technologien für die Terrorismusabwehr«, Karlsruhe, 8. März 2016

Danowski, K.: **Technologien zur Unterstützung der Arbeit der Polizei.** Fachtagung auf der GPEC – General Police Equipment Exhibition & Conference, Leipzig, 7.-9. Juni 2016

Dobrinkova, N.; Kostaridis, A.; Olunczek, A.; Heckel, M. (u. a.): **Disaster Reduction Potential of IMPRESS Platform Tools.** First IFIP Conference on Information Technology in Disaster Risk Reduction ITDRR 2016, Sofia, Bulgarien, November 16-18, 2016, Vortrag: N. Dobrinkova

Engelbrecht, J.; Weber, R.; Michler, O.: **Reduction of Multipath Propagation at PoA Positioning Using Uniform Circular Array Antennas. An Analysis by Measurements in Vehicular Scenarios.** 13th IEEE Workshop on Positioning, Navigation and Communication WPNC 2016, Bremen, 19.-20. Oktober 2016, Postervortrag

Erbsmehl, C.: **Analysis and Investigation Method for All Traffic Scenarios (AIMATS).** Expert Symposium on Accident Research ESAR 2016, Hannover, 9.-10. Juni 2016

Erbsmehl, C.: **Assistenzsysteme aus Sicht der Fahrzeugsicherheit.** Verwertungsworkshop zum Projekt PrüfAss, Zwickau, 30. August 2016

Erbsmehl, C.; Landgraf, T.; Urban, M.; Laskosky, S.: **FAPS – Fraunhofer IVI Accident-Prevention-School. A New Method to Increase the Overall Traffic Safety by Using Real Accident Data and Expert Evidence.** 25th Annual Congress of the EVU, Bratislava, Slowakei, Oktober 20-22, 2016, Vortrag: C. Erbsmehl

Erschienen in: Proceedings. 25th Annual Congress. Kasanický, G.; Kolla, E.; Macurová, L.; Benecová, K. (Hrsg.), Žilina, Editing Centre of University of Žilina, 2016, S. 335-341, ISBN: 978-80-554-1260-3

DAK

DRESDNER AUTOMATISIERUNGS- TECHNISCHE KOLLOQUIEN

Festag, A.: **Advanced Techniques for Wireless Vehicular Communication.** 23rd World Congress on Intelligent Transport Systems and Exhibition ITS 2016, Melbourne, Australia, October 10-14, 2016

Festag, A.: **European V2X Standardization and Pilot Projects.** 5G V2X Workshop, München, 16. Oktober 2016

Festag, A.: **Car-2-X Kommunikation: Von 11p zu 5G.** 6. Brandenburger Sensornetztag Digitalisierung in Verkehr & Logistik IHP, Frankfurt/Oder, 10. November 2016

Festag, A.; Kühlmorgen S.; Maslekar, N.: **Decentralized Congestion Control for Multi-Hop Vehicular Communication.** 23rd World Congress on Intelligent Transport Systems and Exhibition ITS 2016, Melbourne, Australia, October 10-14, 2016, Vortrag: A. Festag

Fichtl, H.: **Elektromobilität für Nutzfahrzeuge und Busse – Forschung und Entwicklung am Fraunhofer IVI Dresden.** VDI-Bezirksverein Bayern Nord, Nürnberg, 16. Juni 2016

Fichtl, H.; Beims, M.; Claus, S.; Werner, C.: **EcoTrain – der neue Hybridtriebwagen der Erzgebirgsbahn.** 43. Tagung moderner Schienenfahrzeuge, Graz, Österreich, 3.-6. April 2016, Vortrag: H. Fichtl

Erschienen in: ZEVrail. Berlin, Georg Siemens Verlag, 2016, Jg. 140, Sonderheft, S. 73-79, ISSN: 1618-8330

Fichtl, H.; Beims, M.; Claus, S.; Werner, C.: **EcoTrain: The Erzgebirgsbahn's New Hybrid Railway Vehicle.** In: *Transportation Research Procedia, Amsterdam [et al.], Elsevier, 2016, vol. 14, pp. 575–584, ISSN 2352-1465, DOI 10.1016/j.trpro.2016.05.296*

► Modellbildung und Regelung von Drei-Wege-Autoabgaskatalysatoren

Dipl.-Ing. Radoy Stanchev
Technische Universität Darmstadt,
Institut für Automatisierungstechnik und
Mechatronik, 25. April 2016

► Modellbasierte Methoden zur Berechnung von Solltrajektorien am Beispiel unteraktuierter mechanischer Systeme

Dipl.-Ing. Carsten Knoll
Technische Universität Dresden,
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik,
Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie,
27. Juni 2016

► Formale Reglersynthese mittels konvexer Kombinationen

Bastian Schürmann, M. Sc.
Technische Universität München,
Fakultät für Informatik,
Lehrstuhl für Echtzeitsysteme und Robotik,
24. Oktober 2016

► Synthese robuster Regler für lineare Mehrgößensysteme

Dr. Tobias Zaiczek
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS,
Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS,
21. November 2016

Fichtl, H.; Steinert, F.: **IVision and IVInet – Tool Chain for the Electrification of City Bus Routes.** In: *Transportation Research Procedia, Amsterdam [et al.], Elsevier, 2016, vol. 14, pp. 2554-2563, ISSN 2352-1465, DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.344*

Gründel, T.: **Zukunft des automatisierten Fahrens mit Blick auf den MIV und ÖPNV.** new mobility – Mobilität neu denken, Leipzig, 12.-13. April 2016

Gründel, T.: **Vernetztes / automatisiertes Fahren. Pilotprojekte in Sachsen.** 11. Wackerbarth-Forum, Thema »Intelligente Verkehrssysteme«, Radebeul, 15. November 2016

Gründel, T.; Sauer, J.: **Erkenntnisse aus der Entwicklung eines eTarifs.** 56. Kontiki-Konferenz, Duisburg, 16.-17. Juni 2016

Hahmann, S.; Hedel, R.; Olunczek, A.; Heckel, M.: **INCIMOB – Mobile Application for Emergency Responders.** PSC Europe Forum Conference, Joint IMPRESS-CONCORDE Workshop »Decision Support Tools for Effective Health Emergency Management«, Athens, Greece, October 23-24, 2016, Vortrag: S. Hahmann

Hedel, R.; Olunczek, A.; Heckel, M.: **IMPRESS – Improving Preparedness and Response of Health Services in Major Crises.** BMBF-Workshop »Innovative Ansätze zur Unterstützung des Helfermanagements und der Kooperation von freiwilligen, ungebundenen Helferinnen und Helfern und den Einsatzorganisationen«, Berlin, 11. April 2016, Postervortrag

Heinicke, F.: **A Multi-Depot Vehicle Routing Problem with Travel Costs and Customer Costs for Tamping Scheduling.** 28th European Conference on Operational Research EURO 2016, Poznan, Poland, July 3-6, 2016, Vortrag: F. Heinicke

Heinicke, F.; Simroth, A.: **From Floating Car Data to Time-Dependent Route Scheduling: A Holistic Methodology.** Annual Workshop of the EURO Working Group on Vehicle Routing and Logistics Optimization VeRoLog 2016, Nantes, France, June 6-8, 2016, Vortrag: F. Heinicke

Hobert, L.; Festag A.: **AutoNet2030 communications: V2X for Cooperative Automated Driving.** AutoNet2030 – Final Workshop, AstaZero, Sandhult, Sweden, October 27, 2016

Holfeld, D.; Simroth, A.: **Risk Analysis for a Synchro-modal Supply Chain Combined with Smart Steaming Concepts.** ERCIM News, Sophia Antipolis, ERCIM EEIG, 2016, issue 105, pp. 28-29, ISSN 0926-4981, online: <http://ercim-news.ercim.eu/en105/special/risk-analysis-for-a-synchro-modal-supply-chain-combined-with-smart-steaming-concepts>

Holfeld, D.; Simroth, A.; Tadei, R.: **Risk Analysis for a Synchro-modal Supply Chain.** 28th European Conference on Operational Research EURO 2016, Poznan, Poland, July 3-6, 2016, Vortrag: D. Holfeld

Huber, R.; Nitzsche, G.; Wagner, S.; Engel, S.; Beyersdorfer, S.; Zipser, S.: **Zur elektrohydraulischen Mehrachslenkung von Fahrzeugen.** In: *at – Automatisierungstechnik, Berlin, de Gruyter, 2016, Bd. 64, Heft 10, S. 795–805, ISSN 0178-2312*

Jehle, C.; Hampel, F.; Steinert, F.; Potthoff, U.: **IVIon: Ein umfassendes Batteriefendiagnose-System.** 5. Fachtagung »Elektrik/Elektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen und elektrisches Energiemanagement« EEHE 2016, Wiesloch, 8.-9. Juni 2016, Vortrag: C. Jehle

Erschienen in: Elektrik/Elektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen und elektrisches Energiemanagement VII. Hoff, C.; Sirch, O. (Hrsg.), Renningen, expert Verlag, 2016, S. 246-256, ISBN 978-3-8169-3346-5

Jehle, C.; Potthoff, U.: **Batteriemonitoringsystem IVlon.** Energy Storage Europe, Düsseldorf, 15.-17. März 2016, Vortrag: C. Jehle

Klausner, S.: **Vom Diesel- zum Batteriebus – aber wie?**
Teil 1. In: *V+T Verkehr und Technik, Berlin, Schmidt, 2016, Jg. 69, Heft 4, S. 122-124, ISSN 0340-4536*

Klausner, S.: **Vom Diesel- zum Batteriebus – aber wie?**
Teil 2. In: *V+T Verkehr und Technik, Berlin, Schmidt, 2016, Jg. 69, Heft 4, S. 157-160, ISSN 0340-4536*

Klingner, M.: **Intelligente Verkehrssysteme in Sachsen.** Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Berlin, 25. Februar 2016

Klingner, M.: **Synchrone Mobilität.** Deutscher Mobilitätskongress »Neue Technologien für die Mobilität von morgen«, Frankfurt/Main, 18.-19. April 2016

Klingner, M.: **Stand der Technik und technologische Entwicklung.** Kongress »Automatisiertes Fahren – Infrastruktur«, Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft in München vbw, München, 2. Mai 2016

Klingner, M.: **Entwicklungskooperationen für eine nachhaltige Mobilität in China.** IHK-Veranstaltung »Elektromobilität in China – Entwicklung und Marktchancen«, Leipzig, 13. Juni 2016

Klingner, M.: **Synchrone Mobilität in Dresden – Synchronized Mobility in Nevada.** Fachtagung »Intelligente Lösungen für effiziente Mobilität«, Dresden, 15. September 2016

Klingner, M.; Erbsmehl, C.: **Zunehmende Automatisierung im Straßenverkehr – Chancen und Risiken für die Verkehrssicherheit.** Themenkomplex »Straße und Infrastruktur«, Fachtagung des Forums Verkehrssicherheit des Landes Brandenburg, Potsdam, 5. Dezember 2016, Vortrag: C. Erbsmehl

Knote, T.: **Energiebilanzierung von Batteriebussen unter Beachtung von Betriebsstörungen.** 5. Internationale E-Bus-Konferenz »Sauber, leise, E-Bus«, Berlin, 31. Mai - 1. Juni 2016

Knote, T.: **Ladestrategie – welche passt zu meiner Stadt?** Tagung zum Projekt ZeEUS »E-Busse im Ganztagsbetrieb bei den Stadtwerken Bonn«, Bonn, 1.-2. Juni 2016

Knote, T.: **Long-term evaluation of trolley-battery-hybrid buses and future plans in Eberswalde.** ELITPIC Partner Meeting, Gdynia, Poland, June 8-10, 2016

Kuitunen, S.; Kratzing, R.; Hütter, M.; Horvat, D.; König, W.: **Simulationsgestützte Entwicklung eines modellprädiktiven Thermomanagements auf Basis des LOTUS Evora 414E.** 10. Tagung Wärmemanagement des Kraftfahrzeugs, Potsdam, 9.-10. Juni 2016

Erschienen in: Wärmemanagement des Kraftfahrzeugs X: Energiemanagement. Steinberg, P. (Hrsg.), Renningen, expert Verlag, 2016, S. 244-261, ISBN 978-3-8169-3347-2

Landgraf, T.: **Automatisierte Thermographie.** Wissenschaftliches Seminar der Fakultät Elektrotechnik, HTW Dresden, 25. Oktober 2016

Lehmann, T.; Bartholomäus, R.; Jehle, C.: **Enhancement of Battery Lifetime Using Model Predictive Control of Hybrid Energy Storage System.** Kraftwerk Batterie 2016, Münster, 25.-27. April 2016, Postervortrag

Leinmüller, T.; Spaanderman, P.; Festag, A.: **Next Steps for Multi-Channel Operation in EU V2X Systems**. 23rd World Congress on Intelligent Transport Systems and Exhibition ITS 2016, Melbourne, Australia, October 10-14, 2016, Vortrag: T. Leinmüller

Michler, O.: **Kooperatives Fahren mit hybriden Kommunikations- und Ortungstechnologien – Stand und Zukunftspotenzial**. Abschlussveranstaltung »Perspektiven der Vernetzten eMobilität – VEReMO«, Sachsenring, Hohenstein-Ernstthal, 30. Juni 2016

Michler, O.; Richter, R.: **Laborgestützte Untersuchungen zur Übertragungstechnischen Interoperabilität zwischen LTE und GSM-R für Bahnbetriebsdienste**. 13. Fachtagung Telekommunikationstechnik, VDEI Akademie für Bahnsysteme, Fulda, 2.-3. Oktober 2016

Potthoff, U.: **Innovative Werkstoffe im technologischen Einsatz an Bauwerken**. Innovationsforum des Regionalen Wachstumskerns Westlausitz, Senftenberg, 1. Dezember 2016

Potthoff, U.: **Projekt autartec®: Schwimmendes FreiLicht-Haus – ein Lichtzeichen der Lausitz**. 3. Tagung »Schwimmende Bauten«, Großbräschen, 25. November 2016

Pretzsch, S.: **Welche Chancen bieten neue Daten und innovative Technologien für Mobilitätsanwendungen der Zukunft?** 7. Tagung »Mobilitätsmanagement von Morgen«, Handlungsfeldkonferenz »Verkehrstelematik«, Dresden, 12. Oktober 2016

Rauschert, A.: **Die digitale Befähigung des Mittelstands – das DRP-Modell**. CeBIT 2016 – Campus Mittelstand, Hannover, 15. März 2016

Rauschert, A.: **Digitalisierungstechnologie vs. alteingesessene Unternehmensstrukturen. Was müssen wir tun, um in 5 Jahren pleite zu sein?** Fusion Customer Conference, Dresden, 14. April 2016

Rauschert, A.: **Neue Methoden im Data Management: Datengetriebene BigData-Ansätze als Problemlöser**. TrendForum Business Intelligence & Analytics, Dresden, 9. September 2016

Rauschert, A.: **Dynamic Pricing and Big Data Technologies**. Henkel Innovation Day, Düsseldorf, 23. November 2016

Rauschert, A.: **Marktentwicklungen in Big Data und KI**. MDG – Medical Diagnostic Group Innovation Day, Dresden, 21. Dezember 2016

Rehme, M.; Festag, A.; Krause, J.: **Kommunikationstechnologien der Mobilität 2025+**. VDE Kongress 2016 »Internet der Dinge: Technologien, Anwendungen, Perspektiven«, Mannheim, 7.-8. November 2016, Vortrag: M. Rehme

Richter, R.; Scholz, A.; Michler, O.: **Interoperabilitätsuntersuchungen zwischen LTE und GSM-R für Bahnbetriebsanwendungen auf Basis von NI-basierten SDR-Komponenten**. 21. Technologie- und Anwenderkongress »Virtuelle Instrumente in der Praxis« VIP 2016, Fürstenfeldbruck, 26.-27. Oktober 2016, Vortrag: R. Richter, O. Michler

Erschienen in: Virtuelle Instrumente in der Praxis 2016. Begleitband zum 21. VIP-Kongress. Jamal, R.; Heinze, R. (Hrsg.), Berlin/Offenbach, VDE Verlag, 2016, S. 248-253, ISBN: 978-3-8007-4208-0

Socher, S.; Jehle, C.; Potthoff, U.: **LiS-Batterien mit Si-Dünnschichtanoden als Alternative zu Li-Metall-Anoden.** Batterieforum Deutschland 2016, Berlin, 6.-8. April 2016, Vortrag: C. Jehle

Socher, S.; Jehle, C.; Potthoff, U.: **Improving the Functional Safety of Automotive Batteries Using In-situ Impedance Spectroscopy.** 6th Transport Research Arena TRA 2016, Warsaw, Poland, April 18-21, 2016, Postervortrag

Erschienen in: Transportation Research Procedia, Amsterdam [et al.], Elsevier, 2016, vol. 14, pp. 3661-3666, ISSN 2352-1465, DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.437

Socher, S.; Jehle, C.; Potthoff, U.: **Increased Functional Safety: Redundant Temperature Estimation of Automotive Batteries.** Kraftwerk Batterie 2016, Münster, 25.-27. April 2016, Vortrag: C. Jehle

Socher, S.; Jehle, C.; Potthoff, U.: **Ladezustandsbestimmung von Lithium-Schwefel-Zellen mit Hilfe von in-situ Impedanzspektroskopie.** 5. Fachtagung Elektrik/Elektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen und elektrisches Energiemanagement EEHE 2016, Wiesloch, 8.-9. Juni 2016, Vortrag: S. Socher

Erschienen in: Elektrik/Elektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen und elektrisches Energiemanagement VII. Hoff, C; Sirch, O. (Hrsg.), Renningen, expert Verlag, 2016, S. 246-256, ISBN 978-3-8169-3346-5

Socher, S.; Jehle, C.; Potthoff, U.: **On-line State Estimation of Automotive Batteries Using In-situ Impedance Spectroscopy.** In: *Progress Reports on Impedance Spectroscopy: Measurements, Modeling, and Application.* Kanoun, Olfa (Hrsg), Berlin, de Gruyter, 2016, S. 49-56, ISBN: 978-3-11-044983-9

Tauscher, P.; Engelbrecht, J. M.; Förster, G.; Michler, O.: **Einsatz kooperativer GNSS-Empfänger zur gleisselektiven Ortung im intelligenten Schienengüterverkehr.** DGON-Symposium »Positionierung und Navigation für intelligente Verkehrssysteme« POSNAV 2016, Berlin, 5.-6. Juli 2016, Vortrag: P. Tauscher

Wagner, S.; Nitzsche, G.: **Advanced Steer-by-Wire System for World's Longest Buses.** 19th IEEE Intelligent Transportation Systems Conference »Intelligent Transportation for Smarter Societies« ITSC 2016, Rio de Janeiro, Brazil, November 1-4, 2016, Vortrag: S. Wagner

Weber, R.; Balzer, B.; Michler, O.; Mademann, E.: **Improved RO-SLAM Using Activity Classification for Automated V2X Infrastructure Mapping.** 13th IEEE Workshop on Positioning, Navigation and Communication WPNC 2016, Bremen, 19.-20. Oktober 2016, Vortrag: R. Weber

Wittig, H.; Bartholomäus, R.; Lehmann, T.: **VeloCité – Development of an Energy Storage System for an E-Bike.** 6th Transport Research Arena TRA 2016, Warsaw, Poland, April 18-21, 2016, Vortrag: H. Wittig

Erschienen in: Transportation Research Procedia, Amsterdam [et al.], Elsevier, 2016, vol. 14, pp. 3631-3640, ISSN 2352-1465, DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.431

LEHRTÄTIGKEITEN

Bartholomäus, Ralf

Optimale Steuerung kontinuierlicher Prozesse.
Technische Universität Dresden,
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik,
Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie, SS 2016

Robuste Regelung.
Technische Universität Dresden,
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik,
Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie, SS 2016

Festag, Andreas

Machine-to-Machine Communication.
Technische Universität Dresden,
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik,
Institut für Nachrichtentechnik (IfN), WS 2016/17

Kertzscher, Jana

Berechnung elektrischer Maschinen.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, SS 2016

Einführung in die Elektrotechnik.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, WS 2015/16, SS 2016, WS 2016/17

Elektrische Energiewandler.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, SS 2016

Elektrische Maschinen und Antriebe.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, WS 2015/16, WS 2016/17

Energiespeicher.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, WS 2015/16, WS 2016/17

Energietechnik. (Ringvorlesung)
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, WS 2015/16, WS 2016/17

Grundlagen der Elektrotechnik.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, SS 2016

Hybrid- und Elektroantriebe.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, WS 2015/16, WS 2016/17

Regelung elektrischer Antriebe I.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, SS 2016

Regelung elektrischer Antriebe II.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, WS 2015/16, WS 2016/17

Theorie elektrischer Maschinen.
Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, WS 2015/16, WS 2016/17

AKADEMISCHE ARBEITEN

DOKTORANDEN

Lehmann, Robert

Integriertes System- und Dienste-Management in der industriellen Automation. TU Dresden

MASTERSTUDENTEN

Berendes, Erik

Ladezustandsbestimmung von Lithium-Schwefel-Zellen mit Hilfe von Impedanzmessungen. TU Berlin

Eldessouky, Omar Yasser

Entwurf eines Generators für kinematische Fahrzeugmodelle. TH Ingolstadt (FH)

Wittenberg, Alexander

Alterungsbestimmung von Lithium-Ionen-Zellen mittels Klassifikationsverfahren. TU Bergakademie Freiberg

DIPLOMANDEN

Gierisch, Florian

Konzeption und prototypische Realisierung eines hybriden Ortungsverfahrens unter Einbeziehung von Bluetooth LE. TU Dresden

Keil, Malte

Entwurf und Aufbau einer Messanordnung zur Bestimmung der Impedanz von Leistungskondensatoren im laufenden Betrieb. TU Dresden

Keil, Wolfram

Entwicklung eines Klassifikationsansatzes zur Segmenterkennung im SPNV auf Grundlage von mobilen Sensordaten. TU Dresden

Klingner, Matthias

Elektroenergiesysteme.

Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, SS 2016

Systemtheorie in der Anwendung. (Blockveranstaltung)

Technische Universität Bergakademie Freiberg,
Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik,
Institut für Elektrotechnik, WS 2015/16, WS 2016/17

Knote, Thoralf

Straßenverkehrstechnik.

Technische Universität Dresden,
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,
Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr,
WS 2015/16, SS 2016, WS 2016/17

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 2016

Fahrzeugkommunikation und Ortung.

Technische Universität Dresden,
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,
Institut für Verkehrstelematik,
WS 2015/16, SS 2016, WS 2016/17

Satellitenkommunikation und positionsbezogene
Kommunikationssysteme.

Technische Universität Dresden,
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,
Institut für Verkehrstelematik,
WS 2015/16, SS 2016, WS 2016/17

Technik und Verfahren digitaler, adaptiver und
intelligenter Systeme.

Technische Universität Dresden,
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,
Institut für Verkehrstelematik,
WS 2015/16, SS 2016, WS 2016/17

Theorie und Technik der Informationssysteme.

Technische Universität Dresden,
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,
Institut für Verkehrstelematik,
WS 2015/16, SS 2016, WS 2016/17

Verkehrssensorik.

Technische Universität Dresden,
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,
Institut für Verkehrstelematik, SS 2016

Potthoff, Ulrich

Modellierung und Simulation in der Verkehrstelematik.

Technische Universität Dresden,
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,
Institut für Verkehrstelematik, WS 2015/16, WS 2016/17

Modellierung und Simulation 2.

Technische Universität Dresden,
Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«,
Institut für Verkehrstelematik, SS 2016

Rauschert, André

Ideen-, Innovations- und Change Management.
Gründungsmanagement.

Hochschule Mittweida (FH),
Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen,
Fakultät Medien,
WS 2015/16, SS 2016, WS 2016/17

Schreiber, Dominik

Entwicklung einer innovativen Methode zur Rekonstruktion und Analyse von Fahrzeugtrajektorien auf Basis von EDR-Daten. TU Dresden

Schwarzbach, Paul

Laborgestützte Untersuchungen zur Degradation von Empfangsantennen bei der Datenübertragung im ITS-G5-Standard. TU Dresden

Seiler, Christian

Konstruktion eines Stromübertragungssystems für Verteilerfahrzeuge mit wegseitiger Hauptmechanik HTW Dresden (FH)

Starke, Martin

Erarbeitung eines Antriebs- und Fahrwerkkonzeptes für einen Pendelbus zur Wartburg. TU Dresden

Ußler, Hagen

Ein Beitrag zur Evaluierung von Car2X Modulen in urbanen und suburbanen Räumen unter Verwendung der Einsatzfahrzeuge der Dresdener Verkehrsunfallforschung. TU Dresden

BACHELORSTUDENTEN**Dawn, Timothy**

Untersuchung von Algorithmen zur automatisierten formalen Beschreibung von Informationen zum Zweck der Klassifizierung. Staatliche Studienakademie Dresden (BA)

Lempke, Felix

Entwurf und Implementierung einer Ergebnisanalyse für automatisierte Befahrbarkeitsanalysen. HTW Dresden (FH)

Schröder, Erik

Methoden zum Zusammenfassen und Generalisieren taktischer Zeichen bei Großschadenslagen. HTW Dresden (FH)



INSTITUTSLEBEN

Mehr als 100 ehemalige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter strömten an einem sonnigen Freitag im Mai ins Institut, um sich gemeinsam zu erinnern, aber auch, um die neu gestalteten Räumlichkeiten zu besichtigen. Sie alle hatten irgendwann einmal in diesem Haus gearbeitet. Viele von ihnen sind dem Institut treu verbunden, obwohl sie inzwischen eine andere Wirkungsstätte haben oder sich längst im Ruhestand befinden.

Forschung auf der Zeunerstraße in Dresden gibt es seit nunmehr 55 Jahren, 1961 wurde das Gebäude bezogen und hat seitdem eine Menge gute Zeiten erlebt, aber auch schlechte überstanden. Jede Dekade hatte ihre Besonderheiten, ihre Persönlichkeiten und ihre wissenschaftlichen Schwerpunkte – nicht nur geprägt vom technologischen Wandel, sondern auch von den Veränderungen in Gesellschaft und Politik. Geblieben ist der Wunsch, sich selbst treu zu bleiben und immer ein Gespür für das richtige Maß in der richtigen Zeit zu haben.

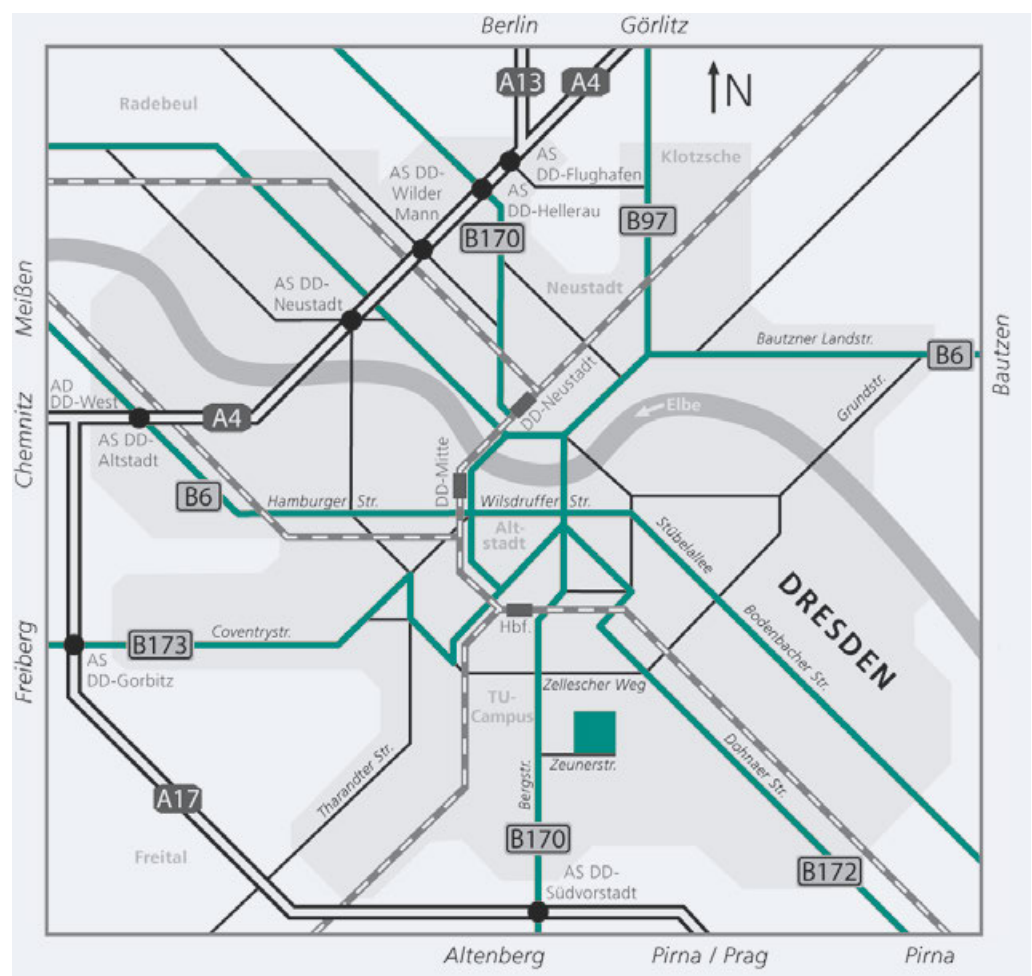
Eine ganze Reihe an Traditionen konnten über fünf Jahrzehnte bewahrt werden, egal ob Doktorfeiern, Wandertage oder weihnachtliche Überraschungen für Groß und Klein.

Besondere Aufmerksamkeit genießen heute Maßnahmen zur Erhaltung der körperlichen Fitness. Eine größere Bedeutung wird ebenfalls der Vereinbarkeit von Familie und Beruf beigemessen. So nehmen die Beschäftigten gern Angebote des Instituts wie den Gesundheitstag oder In-Haus-Massagen an und beteiligen sich an gemeinsamen sportlichen Aktivitäten. Beliebt ist auch das Eltern-Kind-Büro, das ausreichend Platz zum Spielen und Arbeiten bietet. Darüber hinaus wurde 2016 erstmalig in Kooperation mit dem DLR SchoolLAB ein Ferienprogramm für Institutsschulkinder zum Thema »Verkehr gestern, heute und morgen« organisiert.

SO ERREICHEN SIE UNS

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

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.



Ab **Flughafen Dresden** mit dem Taxi (15 km) oder mit der Flughafen-S-Bahn über Bf. Dresden-Neustadt bis Dresden 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



INSTITUTSLEITER

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

VERWALTUNG

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

KOMMUNIKATION UND DESIGN

Elke Sähn
Telefon +49 351 4640-612
presse@ivi.fraunhofer.de

INTERNATIONAL BUSINESS

Mandy Koritz
Telefon +49 351 4640-637
mandy.koritz@ivi.fraunhofer.de

EUROPEAN BUSINESS

Daniela Larsen
Telefon +49 351 4640-817
daniela.larsen@ivi.fraunhofer.de

www.ivi.fraunhofer.de

IMPRESSUM

KONZEPTION UND REDAKTION

Elke Sähn
Kathy Lindt

LAYOUT UND GRAFISCHE BEARBEITUNG

Gitta Neumann
Manuela Stahr

BILDQUELLEN

Elke Sähn
Christin Schoen
Manuela Stahr

Fraunhofer IVI	S. 24, 46 (2), 64
TU Bergakademie Freiberg	S. 32
Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg (VAG)	S. 43
Wirtschaftsförderung Sachsen	S. 48 (2)
Kerstin Herold	S. 50 (2)

DRUCKEREI

SDV
Die Medien AG.

Tharandter Straße 23-35
01159 Dresden
Telefon +49 351 4203-1305

www.sdv.de