



Fraunhofer Institut
Verkehrs- und
Infrastruktursysteme



www.ivi.fraunhofer.de

2008

Jahresbericht

Jahresbericht 2008

Fraunhofer-Institut
für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI



Fraunhofer-Institut
für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI

Zeunerstraße 38
01069 Dresden

Telefon +49 (0) 351 / 46 40-800
Fax +49 (0) 351 / 46 40-803
www.ivi.fraunhofer.de

Drei Themenfelder, die mit den Begriffen »Verkehr-Energie-Umwelt« umschrieben werden, prägen das Profil des Instituts für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI in Dresden. In diesem Forschungsumfeld bilden Verkehrsaufkommen, Energieverbrauch und Umweltbelastung weitgehend komplementäre Fragestellungen, die ganzheitlicher, zukunftsfähiger und damit nachhaltiger Lösungen bedürfen.

»Forschung für Nachhaltigkeit und nachhaltige Forschung« sind grundlegende Ansprüche, denen sich heute viele Institute der Fraunhofer-Gesellschaft stellen. Nachhaltig zu forschen, bedeutet, Forschungs- und Entwicklungsleistungen nicht nur unter dem Aspekt hoher wissenschaftlich-technischer Kompetenz und wirtschaftlicher Verwertbarkeit zu erbringen, sondern Kreativität und wissenschaftliche Reputation auch zur Erreichung langfristiger sozialer, ökologischer, gesellschaftspolitischer und volkswirtschaftlicher Zielstellungen einzusetzen.

Der Begriff der Nachhaltigkeit hat in den letzten Jahren eine weltweite, manchmal schon inflationär anmutende Verbreitung gefunden. Nur wenigen dürfte bekannt sein, dass unweit von Dresden, am kursächsischen Hof in Freiberg, das Prinzip der Nachhaltigkeit im 17. Jahrhundert vom Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz in seinem forstwirtschaftlichen Kompendium »Sylvicultura oeconomica« erstmals formuliert wurde. Während zur damaligen Zeit extensiver Bergbau und Hüttenwesen den sächsischen Waldbestand in seiner Existenz bedrohten und von Carlowitz weitsichtig plante, die Waldbewirtschaftung so zu kultivieren, dass auch nachfolgenden Generationen im Erzgebirge ausreichend Holz zur Verfügung gestellt werden konnte, stehen heute die globalen Bedrohungsszenarien wie Klimawandel, Artensterben, epidemische Krankheiten, genetische Degeneration, Risiken der Kernenergie, Industriesterben infolge Globalisierung, weltweite Wirtschafts- und Finanzkrisen bis hin zu Terror und Gewalt im Brennpunkt der Generationenverantwortung.

Auch der Verkehr, in seiner rasanten Entwicklung und vor allem in seinen Auswirkungen in den vergangenen Jahren immer wieder eines der zentralen Themen öffentlicher Diskussionen, wird mittlerweile von vielen als eine zumindest ökologische, manchmal auch soziale Bedrohung empfunden. Dies muss nicht verwundern, hat doch bereits zu früheren Zeiten die gesellschaftliche Akzeptanz des Verkehrs häufig ambivalente Züge getragen. Waren in den Jahrzehnten der Industrialisierung Eisenbahn, Schiffsbau, später Automobilbau und Luftverkehr faszinierende, jedoch für das einfache Volk oftmals beängstigende Entwicklungsschritte zu einer modernen Industriegesellschaft, so dokumentieren heute wie damals wachsende Verkehrsströme den wirtschaftlichen Aufschwung und die Prosperität einer Region.

Andererseits gilt es heute mehr denn je zu beachten, dass der Energieverbrauch des Verkehrs sowohl in Deutschland wie auch in den meisten anderen hochentwickelten Industrieländern höher ist als der Verbrauch in der industriellen Produktion, dass mehr und mehr Flächen für Verkehrsanwendungen versiegelt werden und dass die verkehrsbedingten Umweltbelastungen erhebliche Gesundheitsrisiken hervorrufen können. In diesem Kontext hat sich der Verkehr in den letzten Jahren zu einem wirtschafts- und umweltpolitischen Thema hoher Brisanz entwickelt.

Dennoch, zunehmende Verkehrsnachfrage und Mobilitätsforderungen sind keine Wohlstandsphänomene moderner Industriegesellschaften, sondern natürliche Folgen wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung, vertiefter industrieller Arbeitsteilung, überregionaler Vernetzung, kontinuierlich aufstrebender Tourismusbranchen sowie zunehmender Globalisierung. Dies spüren gegenwärtig vor allem die Schwellen- und Entwicklungsländer, deren wirtschaftlicher Aufschwung unmittelbar an den Aufbau einer leistungsfähigen Verkehrsinfrastruktur gebunden ist. Dies spüren aber auch wir in den hochentwickelten Industrienationen, wenn beispielsweise bei der Bewältigung globaler Wirtschaftskrisen gerade dem

Automobilbau die Schlüsselfunktion zukommt, ganze Industriezweige zu stabilisieren und individuellen Konsum anzuregen, oder wenn durch umfangreiche Investitionen der Öffentlichen Hand in länderübergreifende Verkehrsprojekte die Baubranchen, die Fahrzeugindustrie und das produzierende Gewerbe gestärkt werden sollen.

Auf der anderen Seite zeichnen sich die Grenzen ungezügelt wachsender Verkehrsströme momentan stärker ab denn je. Waren es vor mehr als dreihundert Jahren die bedrohten Forstbestände der sächsischen Wälder, die ohne nachhaltige Bewirtschaftung den Erz- und Silberbergbau in Sachsen innerhalb weniger Jahre zum Erliegen gebracht hätten, sind es heute weltweit die beschränkten fossilen Ressourcen.

Es mag müßig erscheinen, darüber zu streiten, ob sich diese Ressourcen in fünfzig oder hundert Jahren erschöpfen, ob sich die globale Erwärmung in einigen Jahrzehnten in einem, zwei oder womöglich keinem Grad Temperaturerhöhung niederschlägt und ob unvorhersehbare Wetterphänomene das Leben künftiger Generationen wirklich bedrohen. So, wie der in Jahrzehnten gewachsene Wald nicht innerhalb weniger Jahre der Entwicklung des sächsischen Montanwesens geopfert werden durfte, gebietet es unsere heutige Generationenverantwortung, die über Jahrmillionen gespeicherten Energiereserven der Erde nicht innerhalb einiger Jahrzehnte dem Wohlstand und Mobilitätsbedürfnis weniger, privater Generationen preiszugeben.

Die individuelle Mobilität dennoch zu erhalten, sie energieeffizient zu gestalten und unter den Bedingungen schrumpfender Energieressourcen auch weiter auszubauen, Verkehrs- und Güterströme optimal zu steuern, das Verkehrsaufkommen auf das Notwendige zu beschränken und gleichzeitig die verkehrsbedingten Umweltbelastungen auf ein Mindestmaß zu reduzieren oder auch in Ausnahme- oder Katastrophensituationen überlebenswichtige Funktionen der Verkehrsinfrastruktur zu gewährleisten, all dies ist Ziel-

setzung, Motivation und Anspruch der wissenschaftlichen Tätigkeiten am Fraunhofer IVI. Bewusst wurde unter diesem Aspekt der Nachhaltigkeit der Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den vergangenen Jahren auf die öffentlichen Verkehrsträger, auf die Verkehrstelematik, auf die Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien im Verkehr sowie auf neue, umweltfreundliche Fahrzeug- und Antriebstechnologien gelegt.

Nachhaltigkeit beschränkt sich jedoch nicht allein auf Umweltschutz und Ressourcenschonung. Auch im 17. Jahrhundert betrachtete Carl von Carlowitz den Forstbestand nicht um des Waldes willen, sondern als Basis wirtschaftlicher Entwicklung und sozialer Wohlfahrt einer ganzen Region. Über Jahrzehnte war sein Kompendium prägend für Generationen sächsischer Forstbeamter. Wenn heute am Institut viele Diplomanden erfolgreich und mit sichtlicher Begeisterung wertvolle Beiträge zu den vielseitigen Forschungsthemen liefern, wenn hilfswissenschaftliche Tätigkeit und Praktika am Institut mehr denn je nachgefragt sind, wenn zahlreiche Doktoranden wissenschaftliche Kompetenz auf hohem Niveau verkörpern, wenn eine wachsende Zahl Auszubildender sich mit Engagement den verschiedensten wissenschaftlich-technischen oder organisatorischen Aufgaben stellt, dann ist auch dies ein Teil gelebter Nachhaltigkeit, auf den wir in besonderem Maße stolz sind.

So möchte ich mich in diesem Jahr vor allem bei den vielen jungen Mitarbeitern und den Studenten für die angenehme, erfolgreiche und vertrauensvolle Zusammenarbeit bedanken, die den Forschungsalltag an einem Fraunhofer-Institut so kreativ und nachhaltig bereichert.



Dr.-Ing. Matthias Klingner
Institutsleiter (komm.)



Inhaltsverzeichnis

Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	8
Fraunhofer-Institute in Sachsen	8
Fraunhofer-Themenverbund Verkehr	9
Fraunhofer-Allianz SysWasser	9
Das Institut im Profil	10
Das Institut in Zahlen	12
Aufgaben und Projekte	14
Besondere Einrichtungen und Großgeräte	15
<hr/>	
Verkehr, Energie und Umwelt	16
»Elektrische und thermische Modellierung Lithium-basierter Energiespeicher«	18
»Ganzheitliche Regelungen und Steuerungen für Kläranlagen«	19
Intermodale Verkehrsinformations- und Managementsysteme	20
»ORINOKO - Projektabschluss mit vierversprechenden Ergebnissen«	22
»Reiseplanung der nächsten Generation«	23
Fahrzeug- und Verkehrssystemtechnik	24
»Energie- und Leistungsbilanzen in hybriden ÖPNV-Fahrzeugen«	26
»EBSF - European Bus System of the Future«	27
<hr/>	
Nachwuchsforschung	28
Mitgliedschaften, Schutzrechte	39
Wissenschaftliche Veröffentlichungen	40
Besondere Ereignisse	44
Institutslieben	48
So finden Sie uns	51
Impressum	52

Forschung für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung für die Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag von Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt.

Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Weiterentwicklung, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen auch für Information und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 57 Institute. 14 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,4 Milliarden Euro.

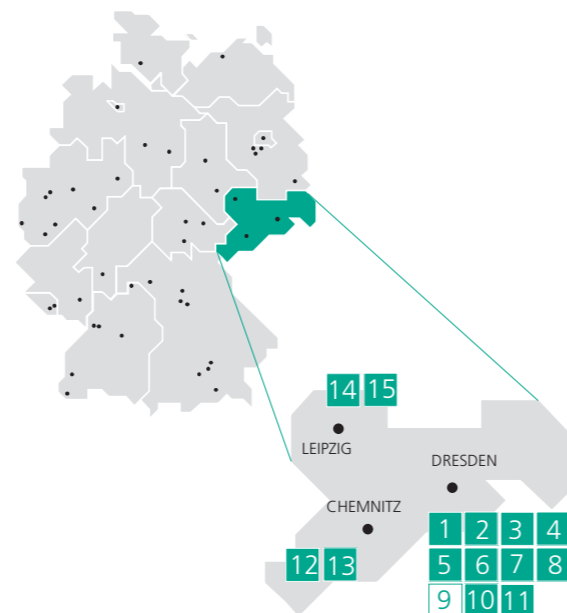
Davon fallen 1,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen. Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787-1826), der als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich war.

Fraunhofer-Institute in Sachsen

Das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme ist eines von 15 Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft in Sachsen:

- 1 Werkstoff- und Strahltechnik IWS
- 2 Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP
- 3 Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Institutsteil Dresden
- 4 Keramische Technologien und Systeme IKTS
- 5 Nanoelektronische Technologien CNT
- 6 Photonische Mikrosysteme IPMS
- 7 Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Institutsteil Dresden
- 8 Integrierte Schaltungen IIS, Institutsteil Entwurfsautomatisierung EAS
- 9 **Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI**
- 10 Verfahrenstechnik und Verpackung IVV, Anwendungszentrum Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik AVV
- 11 Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Institutsteil Dresden
- 12 Elektronische Nanosysteme ENAS
- 13 Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU,
- 14 Fraunhofer-Zentrum für Mittel- und Osteuropa MOEZ
- 15 Zelltherapie und Immunologie IZI



Fraunhofer-Allianz SysWasser

Sauberes Trinkwasser ist in vielen Regionen der Welt bis heute keine Selbstverständlichkeit. Entwicklungs- und Schwellenländern fehlt es an der dafür nötigen Infrastruktur. Aber auch moderne Industrieländer haben mit sanierungsbedürftigen Wasserver- und Abwasserentsorgungssystemen zu kämpfen. Bedingt durch den demographischen Wandel sind heute flexible und dennoch kostengünstige Lösungen gefragt.

In der Fraunhofer-Allianz SysWasser fassen 13 Fraunhofer-Institute ihr Fachwissen bei der Erforschung und Entwicklung neuester Wassertechnologien zusammen, um mit ihren Kompetenzen einen nachhaltigen Beitrag zur effizienten und umweltverträglichen Nutzung der lebenswichtigen Ressource Wasser zu leisten.

Der traditionell am Fraunhofer IVI bestehende Bereich Infrastruktursysteme kann auf den Gebieten der biologischen Abwasserreinigung sowie Anlagensteuerung und -optimierung auf langjährige regelungstechnische Erfahrungen verweisen und war an einem vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft geförderten Pilotprojekt maßgeblich beteiligt.

Die prototypische Realisierung eines integrierten, dezentralen Abwassersystems durch die Allianz SysWasser wird von der Fraunhofer-Gesellschaft im Rahmen einer marktorientierten strategischen Vorlaufforschung (MAVO) gefördert.

Sprecher der Allianz und Leiter der Geschäftsstelle

Prof. Dr. rer. nat. Walter Trösch

Telefon +49 (0) 711 / 970-42 20
 Fax +49 (0) 711 / 970-42 00
 walter.troesch@igb.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund Verkehr

Im Fraunhofer-Themenverbund Verkehr FVV bündeln derzeit 20 Fraunhofer-Institute ihr spezifisches Wissen, ihre Forschungsinfrastrukturen und langjährigen Erfahrungen im Bereich der verkehrsrelevanten Forschung, um öffentlichen und industriellen Auftraggebern komplette Systemlösungen anbieten zu können. Der Themenverbund ist in acht Geschäftsfelder untergliedert:

- Komfort- und Designkonzepte,
- Sicherheitssysteme,
- Intelligente Leichtbausysteme,
- Logistikstrukturen und -prozesse,
- Nachhaltige Antriebskonzepte,
- Mobilitäts- und Verkehrsstrategien,
- Intelligente Verkehrsmanagementsysteme sowie
- Innovative Verkehrssysteme.

Das Fraunhofer IVI bringt als Verkehrsforschungsinstitut eine Vielzahl von Kompetenzen, speziell für die Bereiche Sicherheit, Verkehrsmanagement sowie innovative Verkehrs- und Antriebskonzepte, in die Arbeit des FVV ein.

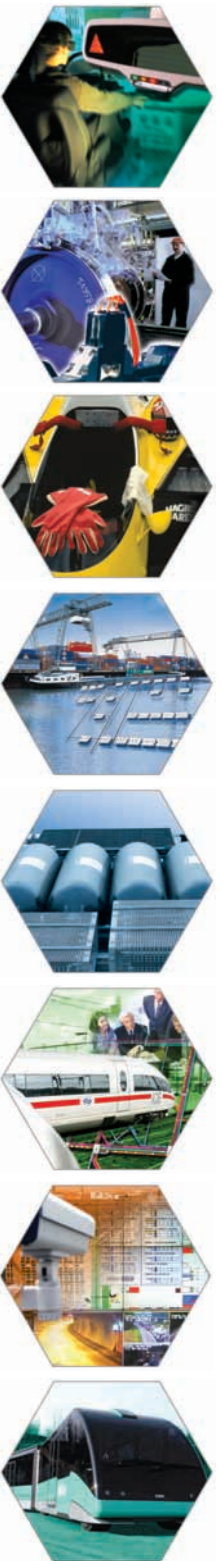
Verbundvorsitzender

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Geschäftsstelle

Fraunhofer-Themenverbund Verkehr
 Dipl.-Betriebsw. Christiane Kollosche
 Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4
 44227 Dortmund

Telefon +49 (0) 231 / 97 43-387
 Fax +49 (0) 231 / 97 43-372
 info@verkehr.fraunhofer.de



Kurzporträt

Das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI gehört zu den ältesten regelungstechnischen Forschungseinrichtungen Deutschlands, wurde 1957 gegründet und 1992 in die Fraunhofer-Gesellschaft integriert. Im Spannungsfeld der Themengebiete Verkehr, Energie und Umwelt gelang es in den letzten Jahren, ein eigenständiges Forschungsprofil auf den Gebieten der Verkehrs- und Fahrzeugtechnik zu etablieren und somit an die langjährige Tradition der Verkehrsforschung am Kultur- und Wissenschaftsstandort Dresden anzuknüpfen.

Eine enge wissenschaftlich-technische Kooperation besteht zwischen dem Fraunhofer IVI und der Technischen Universität Dresden. Besonders verbunden ist das Fraunhofer IVI auch dem Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung in Karlsruhe, dem es bis heute als zunehmend eigenständiges Teilinstitut weiterhin angehört.



Angebot an Forschung, Entwicklung und Dienstleistung

Die Arbeitsgebiete konzentrieren sich auf anwendungsbezogene Forschungsbeiträge, Entwicklungen, Prototypenbau, Großfeldversuche sowie Beratungs- und Analysedienstleistungen zu verkehrstechnischen Fragestellungen. Im Auftrag namhafter Industrieunternehmen des In- und Auslandes, kommunaler Einrichtungen und Wirtschaftsverbände oder auch im Rahmen großer nationaler und europäischer Forschungsprogramme werden Grundlagenstudien erarbeitet, verkehrstechnische Entwicklungen durchgeführt und neueste Verkehrs- und Fahrzeugtechnologien in Pilotapplikationen öffentlichkeitswirksam erprobt.

Die unbeschränkte Mobilität eines jeden Einzelnen ist ein hohes Gut gesellschaftlicher Entwicklung, das es auch unter den Bedingungen knapp werdender Rohstoffe und wachsender Belastungen der Umwelt zu bewahren gilt. Mobilität ist weniger ein Luxus, sondern vielmehr eine Grundvoraussetzung, den wechselvollen Herausforderungen einer globalisierten Welt mit der gebotenen individuellen Flexibilität begegnen zu können. In dem Maße, wie die globale Arbeitsteilung für sozialen Ausgleich, wirtschaftliche Prosperität und interkulturelle Bindung sorgt, wird der Mobilitätsanspruch des Einzelnen nicht nur bestehen bleiben, sondern in überproportionaler Weise wachsen müssen.

Mit seinem Aufgabenspektrum bietet das Fraunhofer IVI innovative Lösungen zur Beeinflussung der verkehrserzeugenden Potentiale, die Verminderung des physischen Verkehrs durch elektronische Kommunikation, die Verlagerung des umweltbelastenden Straßenverkehrs auf umweltschonende Verkehrsträger, die Vervollkommnung der Nutzung und Auslastung bestehender Verkehrssysteme sowie die Vernetzung der verschiedenen Verkehrsträger zum optimalen, intermodalen Gesamtverkehrssystem. Dies beinhaltet die konzeptionelle Gestaltung neuer Verkehrssysteme, die Simulation, Auslegung und Erprobung nachhaltiger Technologien sowie die Entwicklung und Anwendung von Fahrerassistenzangeboten.

Verkehr, Energie und Umwelt

Dr.-Ing. Matthias Klingner



Intermodale Verkehrsinformations- und Managementsysteme

Dipl.-Ing. Ulf Jung



Fahrzeug- und Verkehrssystemtechnik

Dr.-Ing. Thoralf Knotte



Energie- und Umwelttechnik

Dr.-Ing. Matthias Klingner

Verkehrsinformation und Management

Dipl.-Ing. Ulf Jung

Fahrzeugtechnologien

Dr.-Ing. Jan Schubert

Systemmodelle und Prozesssteuerung

Dr.-Ing. Ralf Bartholomäus

Disposition

Dr.-Ing. Kamen Danowski

Verkehrssysteme / Fahrer-Fahrzeug-Interaktion

Dr.-Ing. Thoralf Knotte

Operations Research im Verkehr

Dipl.-Ing. Axel Simroth

Ticketing

Dr.-Ing. Torsten Gründel

Intelligente Sensorsysteme

Dr.-Ing. Stephan Zipser

Antriebstechnik

Dr.-Ing. Holger Fichtl

Fördern & Fordern - Wir bilden aus!

Die Leistungsfähigkeit eines wissenschaftlichen Instituts hängt im besonderen Maße von der Qualifikation und dem Engagement der Mitarbeiter ab. Beste Voraussetzungen für einen erfolgreichen Start ins Berufsleben zu schaffen, ist uns deshalb ein wichtiges Anliegen.

In enger Zusammenarbeit mit Berufsschule bzw. Berufsakademie erhalten junge Leute eine fundierte fachliche Ausbildung und profitieren vom Fachwissen erfahrener Kollegen. Mit einem hervorragenden Abschluss in der Tasche können kreative und begeisterungsfähige Absolventen später anspruchsvolle Aufgaben am Institut übernehmen.



Das wichtigste Kapital, auf das ein erfolgreiches Forschungsinstitut bauen kann, ist die Kompetenz und das Erfahrungswissen seiner Mitarbeiter. Es wird nicht wie manch anderes Gut durch Gebrauch aufgezehrt, sondern gedeiht und vermehrt sich in der täglichen Projektarbeit beständig. Der 2008 zu verzeichnende »Transfer der Köpfe« vom Fraunhofer IVI in namhafte Wirtschaftsunternehmen hatte daher durchaus ambivalente Züge. Er vermittelt einerseits Anerkennung und neue, sehr persönliche Kontakte, hinterlässt aber auch schwer zu schließende Lücken im Personalbestand. Wenn es in diesem Jahr gelungen ist, dennoch das vorhandene Wissen im Institut zu sichern, dann ist dies dem überdurchschnittlichen Engagement zahlreicher neuer Mitarbeiter zu verdanken, die durch ihre Kenntnisse und Fähigkeiten das Kompetenzprofil des Instituts 2008 erheblich ausgebaut haben.

Durch die Erhöhung der Anzahl und des Umfangs akquirierter Projekte konnte 2008 der Ertrag wieder leicht gesteigert werden. Dabei trugen Forschungsvorhaben von Bund und Ländern mit 39 Prozent zur Gesamtfinanzierung bei. Mit gewissem Stolz kann das Institut auf einen Wirtschaftsertrag von 30 Prozent verweisen, was in etwa einer Verdopplung gegenüber 2007 entspricht. Die geknüpften zahlreichen Geschäftsbeziehungen zu Industriepartnern werden 2009 weiter gefestigt und ausgebaut. Das Investitionsvolumen belief sich im vergangenen Jahr auf über eine halbe Million Euro zugunsten von Forschungsinfrastruktur und projektgebundenen Mitteln.

Strategische Ziele der nächsten Jahre sind die Erweiterung der Laborausstattungen und die langfristige Sicherung der Ertragslage. Die erfolgreiche Akquisition mehrerer großer, identitätsstiftender Projekte lässt das Institut mit berechtigter Zuversicht in 2009 und die Folgejahre blicken.

Verwaltungsleitung

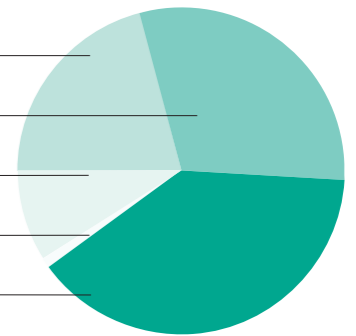
Dipl.-Kffr. Kornelia Brüggert
 Telefon +49 (0) 351 / 46 40-670
 Fax +49 (0) 351 / 46 40-803
 kornelia.brueggert@ivi.fraunhofer.de

Mitarbeiter 2008

Wissenschaftliche Mitarbeiter	52
Wissenschaftliche Hilfskräfte	21
Auszubildende	5
Nichtwissenschaftliche Mitarbeiter	7
Gesamt	85

Finanzierung

Grundfinanzierung	21%
Wirtschaftsunternehmen	30%
übrige Auftraggeber	9%
EU	1%
Bund / Länder	39%



Projektertragsentwicklung

Ertrag in Mio Euro



Intermodale Verkehrsinformations- und Managementsysteme

- www-gestützte intermodale Region- und Verkehrsinformationssysteme
- ÖPNV- und City-Informationssysteme
- Zelluläre Datenfunksysteme für die Erschließung urbaner Ballungsräume
- SMS- und WAP-Auskunftsdienste für Fahrplan- und Stadtinformationen
- Georeferenziertes Datenbanksystem für verkehrliche Anwendungen
- Mobile Informationsdienste auf PDA- und JAVA-Basis
- Disposition und Notfallmanagement
- Elektronisches Fahrgeldmanagement auf BIBO-Basis
- VDV-Pilot Handyticket
- Elektronische Tarife und automatische Fahrpreisberechnung für den ÖPNV
- ORINOKO - Operative regionale integrierte und optimierte Korridorsteuerung Nürnberg
- MOSAIQUE - Mitteldeutsches strategisches, intermodales Verkehrsmanagement-Netzwerk
- MobiKat - Planung und operative Disposition in Großschadenslagen - Systeme zur Brand-schutz- und Rettungsmittelbedarfsplanung (Abb. 1)
- DORIS REGIONAL - Dresden Oberelbe Region Informationssystem
- TourNET-Informations- und Planungstechnologie



Abb. 1: MobiKat Mobilitätssicherung im Katastrophenfall.

Verkehr, Energie und Umwelt

- Dynamische Tourenplanung für Transport-unternehmen
- Robuste Lenkregelungsverfahren
- FELICITAS - Fuel Cell Power Trains and Clustering in Heavy Duty Transport
- Hybride Powerpacks für Busse und Bahnen
- Einsatz des Dockingprinzips im Nahverkehr
- Mobile Wasserstoffversorgung HyTra
- Elektrische Hochleistungsenergiespeicher
- Modellgestütztes Screening von Umweltdaten
- PM10-Immissionsprognose
- Feinstaub-Reduktionspotential
- Wirkung von Umweltzonen
- Simulations- und Steuerungssysteme für überregionale Energieversorgungsunter-nehmen
- Betriebsoptimierung von Kläranlagen

Fahrzeug- und Verkehrssystemtechnik

- Fahrzeugkonzepte für Busse und intermediäre Fahrzeuge
- Elektrische und hybride Antriebstechnik
- Kraftstoff- und Energieeffizienzunter-suchungen von Hybridfahrzeugen inklusive Messungen
- Ergonomische Beurteilung von Bedien- und Anzeigekonzepten in der Fahrzeugtechnik
- Fahrerassistenzsysteme für Straßenfahrzeuge
- Lebenszykluskostenanalysen und Nutzen-Kosten-Untersuchungen zu neuen Verkehrs-technologien im öffentlichen Personenverkehr
- Simulation von Verkehrssituationen im Fahrsimulator
- Entwurf, Simulation und Erprobung hoch-gradig spurtreuer Mehrachslenkungen
- multisensorielle Spurerfassungssysteme für Mehrachslenkungen
- Video- und Infrarotmesstechnik und Bild-verarbeitung

Versuchsfahrzeuge

- AutoTram®, Versuchsfahrzeug zur Erprobung alternativer Antriebe, Spurführungstechniken und automatischer Lenkregelung (Abb. 1)
- Testfahrzeuge für Fahrerassistenz, Fahrer-information und automatisches Fahren

Technikausstattung

- Fahrsimulator für Straßenfahrzeuge (Abb. 2)
- Systeme zur Echtzeit-Bildverarbeitung für Verkehrsszenenanalysen
- Entwicklungs- und Testumgebung für Sensor-, Aktor- und Auswertesysteme
- Fahrplan/Fahrzeug mit Disponentenarbeits-platz und Kopplung an FABF-Führerstand (DB-BR 445)
- Externe Erprobungs- und Datenerfassungs-einrichtungen im Straßenverkehr
- Mobile Wasserstoffherzeugung (HyTra) und Tankstelle
- Teststand für Batterie- und Kondensator-speicher auf Zell- und Systemebene

Laborräume

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



Abb. 1: AutoTram®.



Abb. 2: Fahrsimulator.



Abb. 3: Batteriestand.



Dr.-Ing. Matthias Klingner
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-640
matthias.klingner@ivi.fraunhofer.de

Die Arbeitsschwerpunkte der Abteilung »Verkehr, Energie und Umwelt« konzentrieren sich auf Kernfragen der technologischen Entwicklung, die dem wachsenden Mobilitätsbedürfnis mit ökologisch verträglichen, ressourcenschonenden und wirtschaftlich tragbaren Lösungen entgegenkommen. Untergliedert in drei Forschungsgruppen prägen Themen zu modernen Hybridantrieben, elektrischen Energiespeichern, emissionsfreier Verkehrssystemtechnik, energieeffizienter Anlagentechnik, Hochleistungsbrennstoffzellen und Wasserstofftechnologien sowie alternativen Kraftstoffen aus regenerativen Quellen, aber auch Programmentwicklungen zur optimalen Fahrtroutenplanung für Transportunternehmen das wissenschaftliche Profil.

Kompetenzen

Energie- und Umwelttechnik

Verkehrsaufkommen, Traktionsenergie und resultierende Umweltbelastung sind weitgehend komplementäre Fragestellungen. Auf der Grundlage langjähriger Analysen umfangreicher Messdaten aus den Luftmessnetzen des Bundes und der Länder können die Auswirkungen verkehrsbedingter Immissionen weitgehend objektiv unter Verwendung leistungsfähiger signaltheoretischer Verfahren nachgewiesen werden. Mit großem Interesse werden diese Forschungsergebnisse zu verkehrsrelevanten Umweltthemen in der Öffentlichkeit wahrgenommen.

Neben verkehrs- und umweltspezifisch orientierten Themenstellungen werden in der Arbeitsgruppe seit vielen Jahren komplexe Simulations- und Steuerungssysteme für überregionale Stromversorgungsnetze und Großkläranlagen weiterentwickelt und in die Leittechnik der Auftraggeber implementiert.

So wird eine mehr als fünfzigjährige Tradition des Fraunhofer IVI als eines der ältesten regelungstechnischen Institute in Deutschland fortgeführt.

Systemmodelle und Prozesssteuerung

Die effiziente Lösung vieler Entwicklungsaufgaben im Bereich der Fahrzeugsystemtechnik basiert heutzutage auf leistungsfähigen Simulationsmodellen und Algorithmen zum Entwurf komplexer Steuerungs- und Regelungssysteme. Neben der dazu erforderlichen Methodenkompetenz verfügt die Arbeitsgruppe auch über praktische Erfahrungen in der Implementierung anspruchsvoller Steuerungsverfahren in die Fahrzeugtechnik. Besonders herausstellenswerte Ergebnisse sind Entwicklungen zum vorausschauenden Energiemanagement hybrider Antriebskonfigurationen, zur hochpräzisen Mehrachslenkung in langen Fahrzeugen sowie zu Diagnosealgorithmen für Lithium-Ionen-Traktionsbatterien.

Operations Research im Verkehr

Die Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe konzentrieren sich auf die Überführung theoretischer Lösungsansätze und die Anwendung der in der Theorie verfügbaren Werkzeuge des Operations Research auf konkrete praktische Fragestellungen im Bereich Verkehr und Transport, wie z. B. zur Standort-, Lagerhaltungs- oder Tourenplanung. Eine Besonderheit ist die Spezialisierung auf Planungsprobleme unter Ungewissheit: Der in der Praxis üblicherweise anzutreffenden unsicheren und unvollständigen Informationslage wird durch eine dynamisch-stochastische Modellierung Rechnung getragen. Neben der Problemanalyse, der Modellierung und dem Algorithmenentwurf umfasst das Leistungsspektrum auch die Implementierung komplexer Optimierungslösungen sowie die Erarbeitung von Studien und Spezifikationen.

Partner

- AVL List GmbH
- Bombardier Transportation GmbH
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
- CCM Centre for Concepts in Mechatronics
- CD Tschechische Bahnen, Eisenbahnforschungsinstitut VUZ
- CWA Constructions SA/Corp.
- fht Flüssiggas Handel & Transport GmbH & Co. KG
- Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG
- Fraunhofer-Institutszentrum Dresden
- Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
- Imperial College of Sciences, Technology & Medicine London
- initions AG
- INRETS Französisches Nationales Institut für Transport, Verkehr und Sicherheit
- LfULG Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
- Li-Tec Battery GmbH & Co. KG
- Nationale Technische Universität Athen
- NuCellSys GmbH
- Rolls-Royce
- Stadtentwässerung Dresden GmbH
- Technische Universität Belfort-Montbéliard
- Technische Universität Eindhoven
- Technische Universität Graz
- Universität Genua
- Vattenfall Europe Transmission AG



Elektrische und thermische Modellierung Lithium-basierter Energiespeicher

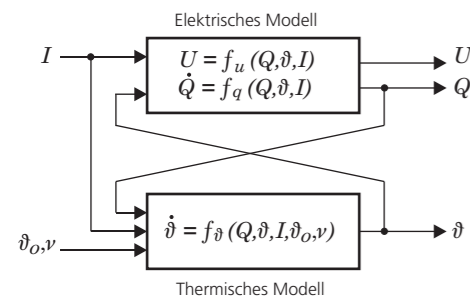


Abb. 1: Struktur eines Batteriemodells.



Abb. 2: Batterie-Versuchsstand.

Ansprechpartner
Dr.-Ing. Ralf Bartholomäus
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-815
ralf.bartholomaeus@ivi.fraunhofer.de

Motivation

Wegen ihrer hohen Energie- und Leistungsdichte sowie ihrer Langlebigkeit sind Lithium-basierte Batterietechnologien auch in Traktionsanwendungen eine aussichtsreiche Alternative zu herkömmlichen Energiespeichern. Ein wesentlicher Bestandteil jeder Batterieentwicklung ist die Modellierung der eingesetzten Zellen. Diese Modelle sind bedeutsam für

- die Simulation des Batteriemoduls hinsichtlich der elektrischen und thermischen Eigenschaften (z. B. Wirksamkeit der Ausgleichsschaltung und des Kühlsystems),
- den Entwurf von Überwachungs- und Diagnosesystemen (z. B. die Online-Bestimmung des Lade- und Alterungszustandes sowie der Zellinnentemperatur) und
- die Entwicklung von Algorithmen zur optimalen Leistungssteuerung im Hybridantrieb (Energiemanagement).

Für diese Aufgaben reicht eine makroskopische Beschreibung des verkoppelten dynamischen elektrischen und thermischen Verhaltens der Zelle aus, welche den Ladungszustand Q , die Klemmenspannung U sowie die Zelltemperatur ϑ in Abhängigkeit des elektrischen Stroms I und der Kühlbedingungen darstellt. Letztere werden durch die Geschwindigkeit ν und die Temperatur ϑ_0 des Kühlmittels charakterisiert. Das Modell ist so zu parametrieren, dass es die in Versuchen an einer Lithium-Ionen-Zelle aufgenommenen Messreihen bestmöglich nachbildet.

Schwerpunkte

Am Fraunhofer IVI werden Methoden entwickelt, die eine systematische Vorgehensweise bei der Modellierung von Lithium-Ionen-Zellen ermöglichen.

Ausgangspunkt ist die Definition einer hinreichend komplexen Modellstruktur, mit der alle relevanten Eigenschaften des elektrischen und thermischen Verhaltens der Zelle innerhalb der zulässigen Betriebsschranken nachgebildet werden können. Für diese Struktur wird dann mit modellbasierten Methoden ein optimaler Versuchsplan aufgestellt, der die Messdatenrelevanz bei gegebener Versuchszeit maximiert. Der am Fraunhofer IVI eingesetzte Batterie-Versuchsstand gestattet Lastzyklen auch für Zellen mit sehr großen Stromraten (250 A / 500 A Laden/Entladen bei 0 V bis 5 V) unter verschiedenen Umgebungsbedingungen bei einer hohen Messgenauigkeit. Aufgrund der daraus resultierenden umfangreichen Messdatensätze ist eine effiziente Bestimmung der Modellparameter nur durch Algorithmen möglich, die speziell an die vorliegende Struktur angepasst sind. Nach der Parameterbestimmung liegt ein komplexes Modell vor, das den Ausgangspunkt für weitere Vereinfachungen und erforderliche Anpassungen an den jeweiligen Anwendungsfall bildet. Durch eine Bibliothek anwendungsrelevanter Modelle und ein automatisches Verfahren zur Umrechnung zwischen diesen wird eine solche Modellanpassung optimal vorgenommen. Insgesamt können mit der entwickelten Vorgehensweise Modelle von Lithium-Ionen-Zellen für unterschiedliche Anwendungen effizient und mit einem hohen Automatisierungsgrad erstellt werden.

Ganzheitliche Regelungen und Steuerungen für Kläranlagen



Abb. 1: Leitwarte Dresden-Kaditz.



Abb. 2: Kaditz: Biologische Reinigung.

Ansprechpartner
Dipl.-Ing. Andreas Jacobs
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-638
andreas.jacobs@ivi.fraunhofer.de

Hintergrund

Mit zunehmendem Einblick in die ökologischen Vorgänge auf der Erde entwickelt sich ein wachsendes Umweltbewusstsein, das auf Ressourcenschonung und präventive Schadensverhütung gerichtet ist. Die ausgewogene Aufrechterhaltung der biologischen und chemischen Vorgänge im natürlichen Wasserkreislauf erfordert bei steigender Wasserentnahme, die Mengen an Schadstofffrachten im rückgeführten Abwasser auf ein Minimum zu beschränken.

Für einen der größten Abwasserbetriebe in Sachsen, die Stadtentwässerung Dresden GmbH, ist das Fraunhofer IVI seit mehr als 10 Jahren Ansprechpartner bei der Entwicklung und Einführung neuartiger Steuerungs- und Regelungsverfahren zur Optimierung der Betriebsführung. Die in dieser Zeit gemeinsam entwickelten Lösungen tragen wesentlich zu einer Verbesserung der Ablaufwerte der Anlage bei und leisten einen Beitrag zur Senkung der Betriebskosten.

Schwerpunkte

- Beratung bei der Auswahl der Automatisierungstechnik,
- Implementierung regelungstechnischer Algorithmen,
- Energieoptimierung und Spitzenlastmanagement,
- Aufbau des Kanalnetzleitsystems mit derzeit ca. 100 Bauwerken,
- Entwicklung und Implementierung von Software zur Steuerung und Regelung von Schieberbauwerken,
- Mitwirkung bei der Abflusssteuerung im Verbundbetrieb.

Kläranlage Dresden-Kaditz

Ein Meisterwerk der Stadtplanung ist die Entwässerung Dresdens. Über 1300 km Abwasserkanäle führen Schmutz- und Regenwasser der Kläranlage Dresden-Kaditz zu, die bereits 1910 als eine der modernsten mechanischen Kläranlagen Europas erbaut wurde.

Mit der Inbetriebnahme einer neuen biologischen Reinigungsstufe für 740 000 Einwohner im Jahr 2004 wurde das technische Denkmal im Zulaufbereich erhalten, jedoch gleichzeitig das historisch erprobte funktionelle Grundprinzip verschiedener Klärstufen weiterentwickelt. Das stetig wachsende Einzugsgebiet der Kläranlage mit einer Vielzahl von Pump-, Schieber- und Sonderbauwerken, die alle überwacht und bedient werden müssen, erstreckt sich derzeit entlang der Elbe von Pirna bis Cossebaude.

Für abwassertechnische Anlagen entwickelte das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme gemeinsam mit der Stadtentwässerung Dresden GmbH und deren Kooperationspartnern hierarchisch strukturierte Regelungsstrategien, die der Komplexität des gesamten Abwasserbehandlungsprozesses, vom Transport im Kanalnetz bis zur biologischen Reinigung in der Kläranlage, genügen.

Ziel ist, auch bei schwankender hydraulischer Belastung eine ganzjährige strikte Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Ablaufwerte bei energieminimaler Betriebsweise zu erreichen.



Dipl.-Ing. Ulf Jung
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-663
ulf.jung@ivi.fraunhofer.de

In der Abteilung »Intermodale Verkehrsinformations- und Managementsysteme« arbeitet ein fachlich breit aufgestelltes Team, vor allem aus den Bereichen Informationstechnik, Informatik, Verkehrstechnik und Automatisierungstechnik, an vorwiegend praxisorientierten Projekten. In drei personell und inhaltlich eng miteinander verwobenen Arbeitsgruppen, zwischen denen ein reger Kompetenzaustausch erfolgt, werden Aufträge von Ministerien, Kommunen, Verkehrsunternehmen, der Industrie und der Europäischen Union bearbeitet.

Kompetenzen

Verkehrsinformation und Management

Die Arbeitsgruppe »Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement« beschäftigt sich vorrangig mit der Entwicklung und Konzeption von Systemen, die der Erfassung, Auswertung und Verbreitung von Verkehrsdaten und Informationen dienen. Neben der Anwendung moderner bildgebender Verfahren für die automatische Verkehrszustandserfassung steht der Entwurf von Algorithmen für die Analyse und Zustandsermittlung im Vordergrund. Dabei werden nicht nur Softwarelösungen entwickelt, sondern auch die notwendige Kamerahardware (Wireless und Low-Power) assembliert, die in unterschiedlichen Projekten zum Einsatz kommt.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Umsetzung mobiler und stationärer Auskunftssysteme für Reisende im öffentlichen Verkehr unter Nutzung von UMTS und GPS. In enger Zusammenarbeit mit Verkehrsunternehmen erfolgen Systementwurf und Überführung in die Praxis bis zum Betrieb des Gesamtsystems. Es existieren inzwischen eine Reihe von Kompetenzen bezüglich der optimalen Datenerfassung und Verknüpfung zum Aufbau großer verkehrsträgerübergreifender intermodaler Auskunftssysteme.

Disposition

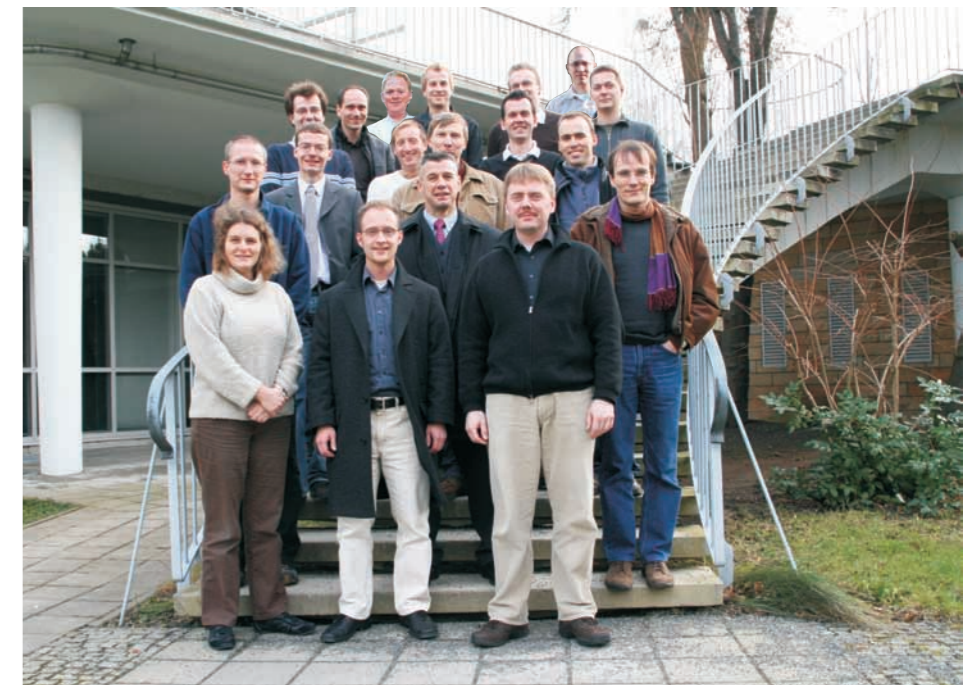
Die Kernkompetenzen dieser Gruppe fokussieren sich auf die Entwicklung und Implementierung von Verfahren zur optimierten Planung und Steuerung von humanen und technischen Ressourcen. Durch die Integration neuartiger Algorithmen, fortgeschrittener IuK-Technologien und Methoden der Geowissenschaften werden Lösungen für die Bereiche Katastrophen- und Notfallmanagement, Logistik sowie Mobilitätssteuerung und -information geschaffen. Die in enger Zusammenarbeit mit den Anwendern entwickelten und in den Dauerbetrieb überführten Systeme bieten eine wirkungsvolle Entscheidungshilfe für öffentliche Einrichtungen und Industrie. Verkehrsunternehmen werden durch beratende und technische Konzeptstudien unterstützt.

Ticketing

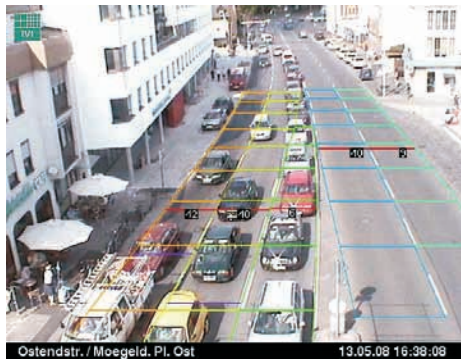
Diese Gruppe beschäftigt sich mit elektronischem Fahrgeldmanagement und mobilem Ticketing. Schwerpunkte sind IT-Systeme, Geschäftsprozesse, Tarife, automatische Fahrpreisberechnung sowie Tarifsimulation. Das Spektrum ergänzen Querschnittsthemen der Bereiche Mobilität und Tourismus, etwa interaktive Webapplikationen mit attraktiven digitalen Karten oder die Integration von Ticketing- und Auskunftssystemen. In Zusammenarbeit mit Industriepartnern, Verkehrsverbänden und -unternehmen werden hierzu Machbarkeitsstudien und technische Konzepte erstellt, innovative softwaretechnische Lösungen entwickelt und in den praktischen Betrieb überführt. Die Mitarbeit in bundesweiten eTicketing-Projekten bietet eine hervorragende Basis für die praxisnahe Anwendung neuer Technologien im Verkehrsbereich.

Partner

- DB Deutsche Bahn AG
- DfT Department for Transport United Kingdom
- DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- DVB Dresdner Verkehrsbetriebe AG
- HanseCom
- Landeshauptstadt Dresden
- Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge
- Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH
- MDV Mitteldeutscher Verkehrsverbund GmbH
- PTV Planung Transport Verkehr AG
- RVD Regionalverkehr Dresden GmbH
- RMV Rhein-Main-Verkehrsverbund GmbH
- Scheidt & Bachmann GmbH
- Siemens AG
- Siemens IT Solutions and Services
- SSP Consult - Beratende Ingenieure GmbH
- Stadt Leipzig
- Stadt Nürnberg
- Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften
- VBB Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg GmbH
- VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
- VVO Verkehrsverbund Oberelbe GmbH
- VVV Verkehrsverbund Vogtland GmbH



ORINOKO - Projektabschluss mit vielversprechenden Ergebnissen



Ansprechpartner
Dipl.-Ing. Georg Förster
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-682
georg.foerster@ivi.fraunhofer.de

Projektbeschreibung

Von 2004 bis 2008 förderte das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Forschungsprogramm »Verkehrsmanagement 2010« das Nürnberger Projekt ORINOKO (Operative Regionale Integrierte und Optimierte Korridorsteuerung) mit dem Ziel, unter Federführung des Verkehrsplanungsamtes der Stadt Nürnberg einen Beitrag zur Verbesserung des Verkehrsablaufes in Stadtstraßennetzen zu leisten. Dafür wurden unter anderem Möglichkeiten einer Signalprogramm- auswahl auf Basis praktikabler und preiswerter Datenerfassungsmethoden untersucht und getestet. Wichtige Bausteine bildeten dabei die Weiterentwicklung von Videosensoren und die Evaluation von taxibasierten *floating car data* (FCD) als Alternative zu konventionellen Induktionsschleifen.

Schwerpunkte

Das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI war mit einer Projektgruppe in die folgenden Arbeiten involviert:

- Entwurf und Implementierung einer Datenbank zur Fusion unterschiedlicher Verkehrsdaten,
- Realisierung der Schnittstellen zu angeschlossenen Systemen, wie z. B. dem rechnergestützten Betriebsleitsystem (RBL) der Nürnberger Verkehrs-AG,
- Untersuchungen zur möglichen Verschneidung von Verspätungslagen im öffentlichen Verkehr mit der Verkehrsqualität auf den Straßen,
- Weiterentwicklung eines Systems zur videobasierten Erhebung von Straßenverkehrsdaten.

Ausgewählte Ergebnisse

Für das vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR und von der Nürnberger Taxi-Zentrale bereitgestellte FCD-System wurde gezeigt, dass dessen Daten einen guten Beitrag für mittel- und langfristige Qualitätsanalysen in urbanen Straßennetzen leisten. Die wesentlichen Informationen über die Veränderungen von Wartezeiten und von Rückstaulängen lassen sich durch adäquate Analysemethoden auch aus den vergleichsweise stark veräuschten und systematisch mit räumlichen und zeitlichen Lücken versehenen FCD-Messungen extrahieren.

Vielversprechende Ergebnisse erzielte das Fraunhofer IVI mit seinem Videosensorsystem, dessen Messfehler im Bereich Verkehrsstärkeerfassung bei durchschnittlich guten Sichtverhältnissen unter zehn Prozent liegt. Damit ergeben sich auch hinsichtlich der Online-Steuerung des Straßenverkehrs Einsatzfälle, bei denen die Videosensoren eine echte Alternative zu Induktionsschleifen darstellen können.

Vom Fraunhofer IVI wurde ein Verfahren konzipiert, mit dem sich optimale Standorte für ortsfeste Detektoreinheiten zur Verdichtung von FCD-Messungen bestimmen lassen.

Als Herausforderung haben sich im Projekt die Zusammenführung der sehr heterogenen Datenquellen sowie die recht großen Datenmengen dargestellt. Wenngleich alle diesbezüglichen technischen und organisatorischen Aufgaben sehr erfolgreich waren, wird in diesem Themenfeld und in der Frage der Qualitätssicherung für Verkehrsdaten insgesamt ein Handlungsspektrum für künftige Projekte gesehen.

Reiseplanung der nächsten Generation

Motivation

Herkömmliche Verkehrsinformationssysteme wie Fahrplanauskunft im öffentlichen Nah- und Fernverkehr sowie Auto-Routenplaner sind meist nur auf einen Verkehrsträger konzentriert und bieten keine durchgängige Reiseplanung.

Eine umfangreiche Machbarkeitsuntersuchung zu Möglichkeiten und Methoden, dem Reisenden eine ganzheitliche Reiseauskunft zur Verfügung zu stellen, stand im Mittelpunkt des von der Deutschen Bahn AG beauftragten Projektes »Intermodale Reiseauskunft«.

Durch neuartige algorithmische und verfahrenstechnische Zugänge gelang es, die Grundlage für die Realisierung einer intermodalen, d. h. verkehrsträgerübergreifenden Reiseauskunft mit Ist- und Prognoseinformationen zu den Anschlussbedingungen zu schaffen.

Zielsetzung

Die technologischen Lösungsansätze ermöglichen eine effiziente, zielsichere und durchgängige Reiseplanung über alle für den Reisenden relevanten Verkehrsnetze. Unter Verwendung spezifischer Algorithmenkonstruktionen, mehrkriterieller Optimierungsverfahren, Prinzipien der algorithmischen Integration fahrplan- und nicht fahrplan-gesteuerter Verkehrsströme sowie einer geeigneten Schnittstellengestaltung konnte eine bemerkenswerte Reduktion des Berechnungsaufwandes erreicht werden. Einen weiteren wichtigen Bestandteil der Untersuchungen bildete die Problematik der Datenintegration und -modellierung. So wurden für die jeweiligen Datentypen detaillierte Analysen bzgl. Verfügbarkeit, Qualität und Aktualisierungsmöglichkeiten durchgeführt.

Durch die am Fraunhofer IVI gemeinsam mit der Deutschen Bahn AG geleisteten Arbeiten gelang es, die Grundlagen einer neuen und zukunftsorientierten Lösung im Bereich der Mobilitätsdienste für den Reisenden zu schaffen.



Ansprechpartner
Dr.-Ing. Kamen Danowski
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-660
kamen.danowski@ivi.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Thoralf Knote
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-628
thoralf.knote@ivi.fraunhofer.de

In der Abteilung »Fahrzeug- und Verkehrssystemtechnik« werden vorrangig Konzepte für Fahrzeuge bzw. deren Komponenten bearbeitet. Das Hauptaugenmerk liegt auf innovativen Fahrzeugsystemen für den straßengebundenen Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Dabei wird ein übergreifendes Leistungsspektrum angeboten, das die Bereiche Gesamtfahrzeugentwurf, innovative Antriebe, Energieverbrauch, Lenkregelungs- und Fahrerassistenzsysteme sowie Betriebskonzepte beinhaltet. Die Betreiber- und Nutzersicht steht im Vordergrund.

Kompetenzen

Fahrzeugtechnologien

Der Bereich »Fahrzeugtechnologien« ist auf die Gesamtfahrzeugentwicklung ausgerichtet. Die Arbeiten umfassen hauptsächlich die Basisauslegung, das Packaging sowie Lenk-, Karosserie- und Fahrwerkskonzepte von Bussen und intermediären ÖPNV-Fahrzeugen. Hierfür dient das Versuchsfahrzeug AutoTram® als praktischer Anwendungsfall. Die fachliche Begleitung des Linieneinsatzes von Hybridbussen bildet einen weiteren Schwerpunkt der Arbeiten dieser Gruppe.

Antriebstechnik

Dieser Bereich bündelt vornehmlich die Entwicklung von Antriebs- sowie Energieübertragungs- und -managementkonzepten für Fahrzeuge des ÖPNV. So werden neuartige, speziell elektrische Antriebskomponenten mit innovativen Speichertechnologien für Elektroenergie kombiniert und unter Zuhilfenahme moderner Simulationswerkzeuge in unterschiedlichen Einsatzsituationen vorab getestet.

Umfangreiche Untersuchungen des Energieverbrauchs von Straßenbahnen erlauben Aussagen über die Auslegung hybrider Antriebe. Darüber hinaus werden Technologien für die Übertragung von Elektroenergie in Fahrzeuge ohne Oberleitungen entwickelt und getestet.

Verkehrssysteme / Fahrer-Fahrzeug-Interaktion

Die Planung von Nahverkehrssystemen sowie Untersuchungen zu Lebenszykluskosten von sowohl konventionellen als auch innovativen ÖPNV-Fahrzeugen gehören zu den wesentlichen Aufgaben dieser Gruppe. Für die Entwicklung und Validierung von Bedien- und Anzeigekonzepten sowie von Fahrerassistenzsystemen steht im Institut ein moderner Fahrsimulator zur Verfügung. In diesem soll u. a. der Entwurf für zukünftige Busfahrerarbeitsplätze getestet werden.

Intelligente Sensorsysteme

Die Entwicklung und experimentelle Erprobung spurtreuer Mehrachslenkungen, die aufgrund komplexer Wechselwirkungen systematisch und modellbasiert entworfen werden, steht im Mittelpunkt der Aufgaben dieser Arbeitsgruppe. Durch die enge Kooperation mit Industriepartnern gelingt es, neue Lösungen für mehrachsgelenkte Fahrzeugstrukturen zu erzielen. Die dafür erforderliche Ist- und Sollposition der elektronisch angesteuerten Lenkachsen lässt sich mit der Konzeption von Sensorsystemen, die auf Bewegungsschätzungen der Fahrzeugmodule beruhen, ermitteln.

Ein weiteres Arbeitsfeld umfasst Methoden zur Objekterkennung und Merkmalsextraktion in Bilddaten. Die Verfahren wurden bislang zur optischen Spur- und Hinderniserkennung bei Fahrzeugen eingesetzt. Zukünftig ist ihre erweiterte Nutzung u. a. für referenzierte Infrarotaufnahmen zur automatischen Gesundheitsüberwachung geplant.

Partner

- Barnimer Busgesellschaft mbH
- BMW AG
- Bombardier Transportation GmbH
- BSE Warehouse (PTY) Ltd
- DEKRA Automobil GmbH, Klettwitz
- DEKRA e.V.
- DESIGNTEAM D
- DIAS infrared GmbH
- DVB Dresdner Verkehrsbetriebe AG
- EvoBus GmbH
- Göppel Bus GmbH
- Hübner GmbH
- Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
- LVB Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH
- Li-Tec Battery GmbH & Co. KG
- MAN Nutzfahrzeuge AG
- M&P Motion Control and Power Electronics GmbH
- RALLE Landmaschinen GmbH
- RWS Railway Service GmbH
- SANERI Pty (Ltd)
- Solaris Bus & Coach S.A.
- Technische Universität Dresden
- Thielert Aircraft Engines GmbH
- üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG
- VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
- Volkswagen AG
- Vossloh Kiepe GmbH
- WITTUR Electric Drives GmbH
- Yoo GmbH
- ZF Friedrichshafen AG





Energie- und Leistungs- bilanzen in hybriden ÖPNV-Fahrzeugen

Ausgangssituation

Vor dem Hintergrund schwindender Energieressourcen ist auch bei Fahrzeugen des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) der Einsatz von energieeffizienteren und schadstoffemissionsarmen Technologien notwendig.

Bei Elektrofahrzeugen kann ein Teil der kinetischen und potentiellen Energie des Fahrzeugs in Elektroenergie zurückgewandelt werden (Rekuperation). Dieses Prinzip wird bei Straßenbahnen und Oberleitungsbusen bereits häufig angewandt. Voraussetzung ist, dass zeitgleich andere Verbraucher für die Aufnahme der rekuperierten Energie vorhanden sind. Alternativ kann ein geeigneter Energiespeicher vorgesehen werden. Somit ist es möglich, deutlich mehr Bremsenergie zu nutzen.

Durch die auf diese Weise erreichte Reduktion des Netzenergiebezuges und verringerte Übertragungsverluste lassen sich Einsparungen von bis zu 30 Prozent des Fahrzeuggesamtenergieverbrauchs erreichen. Gleichzeitig tragen Energiespeicher zur Stabilisierung der Netzspannung sowie zur Verringerung von Lastspitzen im Fahrleitungsnetz bei. Für eine Dimensionierung der geeigneten Speichergröße ist die Ermittlung der vorzuhaltenden Energie- und Leistungsreserven zwingend erforderlich. Diese Parameter sind von einer Vielzahl von Faktoren, wie der örtlichen Verteilung der Netzzurückspeisung, der Streckentopographie sowie des Außentemperatureinflusses auf den Hilfsenergiebedarf abhängig.

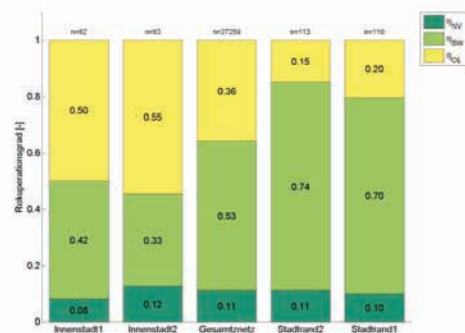


Abb. 1: Anteile der Nutzung anfallender Bremsenergie bei Außentemperaturen größer 15°C (dunkelgrün: Nebenverbraucher, hellgrün: Bremswiderstand, gelb: Oberleitung).

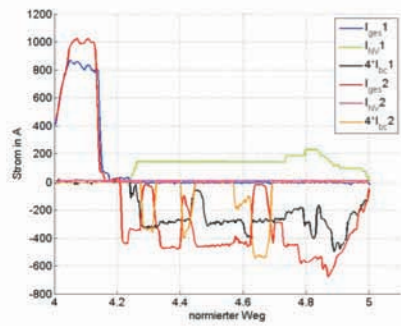


Abb. 2: Vergleich der aufgezeichneten Ströme zweier Messfahrten über den normierten Weg.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Martin Lehnert
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-650
martin.lehnert@ivi.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Sven Klausner
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-812
sven.klausner@ivi.fraunhofer.de

Aufgabe und Lösungsansatz

Da sich sowohl Fahrzeuge als auch Netze der Betreiber und Umgebungseinflüsse sehr stark unterscheiden, ist für die Auslegung einer auf den Anwendungsfall optimierten Energiespeicherlösung eine individuelle Analyse dieser Parameter, basierend auf messtechnischen Untersuchungen, nötig.

Am Fraunhofer IVI wurde in einer neunmonatigen Messkampagne der Energie- und Leistungsbedarf eines modernen 45-m-Straßenbahnzugs vom Typ NGT D12DD für das gesamte Streckennetz orts- und zeitabhängig im regulären Fahrbetrieb und ohne Eingriff in die Fahrzeugsteuerung ermittelt. Die bei dieser Messkampagne anfallenden Datenmengen wurden gemäß den geforderten Auswertekriterien mit einer speziell entwickelten Software durch aufwendige Berechnungen komprimiert, aggregiert und dargestellt.

Anschließend konnte anhand der gewonnenen Messergebnisse mit Hilfe von Simulationswerkzeugen eine für den speziellen Anwendungsfall und zur Erfüllung der angestrebten Betriebsziele optimierte Energiespeicherdimensionierung unter Berücksichtigung verschiedener Energiespeichertechnologien mit ihren spezifischen Eigenschaften durchgeführt werden.

EBSF - European Bus System of the Future



Hintergrund

Obwohl mit Bussen der weitaus größte Teil der Beförderungsleistungen im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) erbracht wird, gelten sie in vielen Fällen als Verkehrsmittel zweiter Klasse.

Um die Leistungsfähigkeit, die Effizienz sowie die Attraktivität von Linienbussen in einem ganzheitlichen Ansatz steigern zu können und gleichzeitig die europäische Busindustrie zu stärken, haben sich rund 50 Partner im FP7-Projekt »European Bus System of the Future« zusammengeschlossen.

Im Konsortium vertreten sind namhafte europäische Bushersteller, deren Zulieferer, Verkehrsunternehmen, Verwaltungen, Verbände sowie Universitäten und Forschungseinrichtungen.

Auf der Grundlage definierter Nutzeransprüche werden sowohl neuartige Lösungen im Bereich der Fahrzeugtechnik, der Infrastruktur als auch der Kommunikation und Fahrgastinformation erarbeitet.

Beabsichtigt ist, wesentliche Ergebnisse und Entwicklungen beispielhaft in verschiedenen europäischen Städten wie Rom, Rouen, Budapest oder Bremerhaven zu prüfen und zu bewerten.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Thoralf Knotte
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-628
thoralf.knote@ivi.fraunhofer.de

Aufgaben

Das Fraunhofer IVI ist in vier Teilbereichen vertreten. Unter seiner Leitung werden im Arbeitspaket »Energie, Umwelt, Klimatisierung« u. a. neuartige Energiemanagementsysteme für konventionelle Dieselantriebe entwickelt, die als Prototyp getestet werden sollen.

Im Arbeitspaket »Modularität« erfolgt die Untersuchung sowohl technischer als auch finanzieller und rechtlicher Rahmenbedingungen für modulare Buskonzepte. Ein wesentliches Element stellt die Koppelbarkeit im laufenden Betrieb dar. Das Fraunhofer IVI trägt mit seinen Erfahrungen aus der Entwicklung des Fahrzeugkonzeptes AutoTram® zum Gelingen der Arbeiten bei.

Die Spezifizierung eines Fahrerarbeitsplatzes als Standard für europäische Linienbusse ist Inhalt eines weiteren Arbeitspakets. Gegenüber heutigen Lösungen müssen neuartige Bedien- und Überwachungselemente Berücksichtigung finden. Eine Modellerprobung des zu entwickelnden Fahrerarbeitsplatzes ist im Fahrsimulator des Fraunhofer IVI vorgesehen.

Im Rahmen des Arbeitspakets »Anwendungsfall Budapest« wird das Fraunhofer IVI den Test eines Prototyps messtechnisch begleiten.



Möglichkeiten der Nutzung multivariater Analysemethoden zur Untersuchung von Verkehrsdaten

Motivation

Verkehrsmanagement umfasst die Optimierung des Verkehrsflusses und die Steuerung der Verkehrsnachfrage. Zur Erfüllung der Managementziele benötigt man eine umfassende Analyse der Verkehrssituation durch Auswertung der Daten verschiedenster Messsysteme. Diese Aufgabe ist manuell nur schwer zu bewältigen.

Für eine automatisierte Untersuchung eignen sich statistische Verfahren, die in der Lage sind, mehrere Datenkanäle gleichzeitig auszuwerten. Diese werden als multivariate Verfahren bezeichnet.

Datenbasis und -struktur

Für die multivariaten Analysen wurden Daten der Stadt Nürnberg aus den in Abb. 1 gezeigten Quellen verwendet:

- Induktionsschleifen (blaue Kreise) des Verkehrsleitsystems (VLS) aus dem Messe- und Veranstaltungsgebiet,
- Taxipositionen (auch: floating car data, kurz: FCD) auf den roten Richtungstreckenzügen und
- Videokameras eines Knotenpunktes.

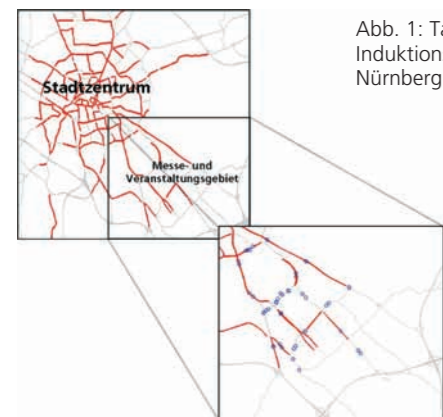


Abb. 1: Taxipositions- und Induktionsschleifen aus Nürnberg.

Außerdem lagen Induktionsschleifen-daten der Pegelzählstellen (PZS) der Landeshauptstadt Dresden vor.

Die Datenspeicherung erfolgt in Form eines dreidimensionalen Datenwürfels, der sich aus

- Messkanälen,
- Intervallen eines Tages und
- Tagen im Untersuchungszeitraum

zusammensetzt.

Für die nachfolgenden Verfahren sind jedoch auch zweidimensionale Matrizen notwendig. Dazu wird der Würfel je nach gewünschter Dimension entsprechend in Datenscheiben zerlegt, die anschließend aneinandergereiht werden.

Clusteranalyse

Durch die Ermittlung von Ähnlichkeiten erkennen die Verfahren der Clusteranalyse automatisiert Strukturen in umfangreichen Datenmengen. Dabei werden Objekte entsprechend ihrer Eigenschaften verglichen.

Bei der Clusteranalyse für Verkehrsdaten kann jede der drei oben genannten Dimensionen den Objekttyp darstellen. Gruppierungen der Datenkanäle, der Tagesintervalle und der Tage des Untersuchungszeitraumes sind möglich.

Bei den untersuchten Verfahren zeigte sich, dass das Ward-Verfahren sehr gute Klassifizierungseigenschaften besitzt. Weitere Standardverfahren (u. a. Single-, Complete- und Average-Linkage) wurden vergleichend betrachtet.

Unterschiedliche Clusterlösungen in den untersuchten Dimensionen bieten für Induktionsschleifendaten und FCD Ansatzpunkte der Fusion, die auch aufgezeigt werden. Bei sehr ähnlichen Clusterlösungen, wie bei der Dimension der Tagesintervalle (siehe Abb. 2), ist sogar eine Substitution möglich.

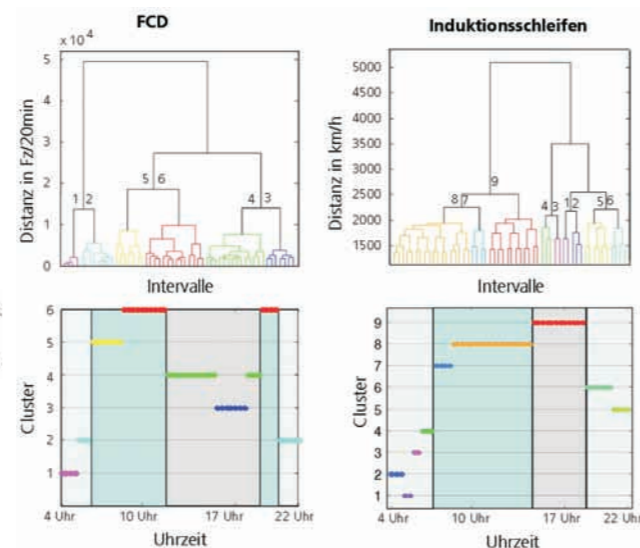


Abb. 2: Clusterung der Tagesintervalle.

Hauptkomponentenanalyse

Mit der linearen Hauptkomponentenanalyse steht ein noch mächtigeres Hilfsmittel zur Verfügung, das auf automatisierbarem Weg Informationen über Signalbestandteile liefert.

Je nach betrachteter Dimension werden typische Tagesgänge (Basisfunktionen, siehe Abb. 3) oder typische Detektorverhältnisse (Basismuster) gefunden, die in Kombination die Daten eines Tages sehr ausführlich beschreiben.

Gemeinsamkeiten für alle Messwertquellen zeigen sich in den Basisfunktionen (siehe Abb. 3). Es finden sich deshalb Ansatzpunkte zu Fusion bzw. Substitution der infrastrukturgebundenen Detektionssysteme durch FCD, da in allen Quellen grundsätzlich ähnliche Signalbestandteile enthalten sind, obwohl unterschiedliche

- Messgrößen (Verkehrsstärke, FCD: Geschwindigkeit),
- Messbereiche (punktbezogen, FCD: streckenbezogen) und
- Messgebiete (andere Stadtteile, Städte)

vorliegen.



Die vorliegenden Untersuchungen entstanden im Rahmen einer Diplomarbeit an der Technischen Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«, Institut für Verkehrstelematik, in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI.

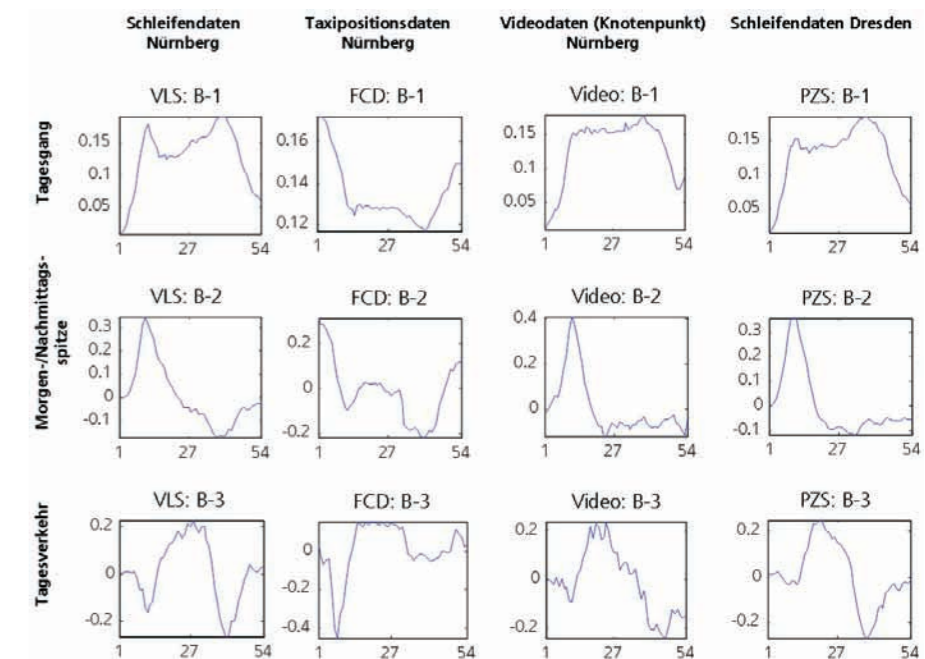
Mein Dank gilt besonders meinen Betreuern, Dipl.-Ing. Georg Förster, Fraunhofer IVI, und Dipl.-Ing. Matthias Körner, TU Dresden.

Dipl.-Ing. Ina Seydel
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-631
ina.seydel@ivi.fraunhofer.de

Zusammenfassung

Die Verkehrsdatenanalyse ist ein wesentlicher Baustein für das Verkehrsmanagement. Die multivariaten Verfahren können durch die gleichzeitige Betrachtung mehrerer Datenkanäle einen wichtigen Beitrag zu einer umfassenden Verkehrslageanalyse liefern, da sie ohne Vorwissen charakteristische Eigenschaften aus dem Datenmaterial extrahieren.

Abb. 3: Basisfunktionen für alle vier Datengrundlagen.



Prognose von Verspätungen im ÖPNV auf Basis der Klassifikation streckenbezogener Störungsmuster

Ausgangssituation

Die Vorhersage von Fahrzeugankunftszeiten an Haltestellen des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) dient der Anschlusssicherung verschiedener Linien und ist Grundlage für den Einsatz dynamischer Fahrgastinformationen (DFI).

Vielerorts verwenden Verkehrsbetriebe die sogenannte Linearprognose als Baustein rechnergestützter Betriebsleitsysteme (RBL). Voraussetzung für das Bestimmen aktueller Fahrplanabweichungen ist die Ortung der Fahrzeuge, die beispielsweise satellitengestützt oder mithilfe streckenseitiger Infrarotbaken realisiert werden kann. In einem Zyklus von etwa 20 Sekunden erhält die Leitstelle Funktelegramme aller Fahrzeuge im Liniennetz. Auf Basis der ermittelten Fahrzeugposition wird jeweils der Abstand zur nächstfolgenden Haltestelle bestimmt und die Eintreffenszeit unter Annahme einer Normalgeschwindigkeit, d. h. einer störungsfreien Weiterfahrt laut Fahrplan, vorausgesagt. Dieses Verfahren weist vor allem dann Fehler auf, wenn Störungen entlang der Strecke eintreten.

Für eine Verbesserung ergibt sich die Forderung an ein alternatives Prognoseverfahren, weniger störänfällig zu sein als die klassische Linearprognose. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein musterbasierter Ansatz entwickelt, mit dem Softwaretool MATLAB rechenstechnisch umgesetzt, anhand eines Analysenetzes mit Ortungsinformationen der Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) AG evaluiert und mit der bisherigen Methode verglichen.

Muster-Klassifikation

Neben planmäßigen Fahrten existieren im ÖPNV weitere charakteristische Fahrtabläufe, wie der konstante Aufbau von Verspätungen oder zufällige Schwankungen der Fahrplanlage, die regelmäßig im Liniennetz wiederkehren. Diese Fahrtabläufe können als zweidimensionale (Störungs-) Muster charakterisiert werden: Zum Beobachtungszeitpunkt enthält ein aktuelles Muster neben der aktuell betrachteten Fahrt F_0 die Fahrplanlagen (Abweichungen von der Sollankunftszeit) einer gewissen Anzahl vorangegangener Fahrten an der augenblicklich beobachteten Haltestelle (Hst 0) und einer Folge vorhergehender Haltestellen auf dieser Route. Günstigerweise sollte dabei die Vorgeschichte von zwei zurückliegenden Fahrten betrachtet werden (Abb. 1, rot eingerahmt).

Als Referenz für die Prognose werden typische Muster mithilfe historischer Daten der DVB AG klassifiziert. Der Datenumfang wurde auf ein Analysenet, bestehend aus etwa 50 Haltestellen, beschränkt und die Prognose

für die fünf Haltestellen mit dem größten Fahrgastwechsel durchgeführt. Die Gewährleistung der Echtzeitfähigkeit erfordert aufgrund der Vielzahl an Datensätzen die Entwicklung eines neuartigen, inkrementellen Online-Clusterverfahrens. Die Muster werden dabei sukzessiv nacheinander untersucht, wobei im Gegensatz zu gewöhnlichen Clusterverfahren jeder Datensatz nur einmalig zu analysieren ist. Somit verkürzt sich die Rechenzeit deutlich.

Unterscheidet sich ein aktuell zu klassifizierendes Muster signifikant von den bereits bestehenden, so wird es als separate Klasse abgelegt. Andernfalls erfolgt die Zuordnung des Datensatzes zum ähnlichsten Referenz-Muster. Um ein breites Spektrum an unterschiedlichen Verkehrssituationen zu erzeugen, dient als Zuordnungskriterium die Maximierung der mittleren Distanz zwischen den Referenz-Mustern. Sind diese nach der statischen Klassifikation vor Prognosebeginn ausreichend vorhanden, werden im Anschluss parallel (online) zur Vorhersage die Referenz-Klassen aktualisiert. Das Clusterverfahren konvergiert gegen einen Bereich zwischen 70 und 100 Referenz-Mustern.

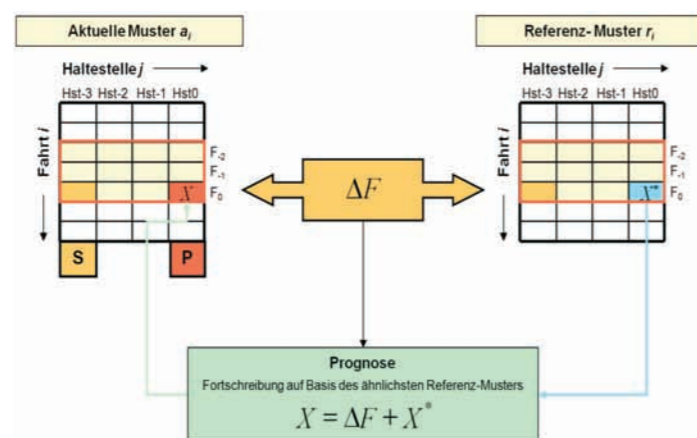


Abb. 1: Fortschreibung der Fahrplanlage.

Prognose der Fahrplanlage

Zum Analysezeitpunkt wird das aktuelle Muster a_i allen Referenz-Mustern r gegenübergestellt. Als Vergleichsmaß dient die quadratische Euklidische Distanz, die den absoluten Abstand zweier Muster symbolisiert. Die Vorhersage der gesuchten Fahrplanlage X geschieht auf Grundlage der Fahrplanlage X^* des ähnlichsten Referenz-Musters r_i .

Die Fortschreibung erfolgt dabei additiv: Zur Prognose von X (Prognose-Haltestelle P) wird die Differenz F der jeweils letzten bekannten Fahrplanlage (aktueller Standort S des Fahrzeuges) der Vergleichsmuster zur Fahrplanlage X^* addiert, um die ähnlichste historische Verkehrssituation möglichst genau an die aktuellen Geschehnisse anzupassen.

Bewertung des Verfahrens

Zum Vergleich von Musterverfahren und Linearprognose wurde das absolute Fehlermaß MAD (mean absolute deviation) herangezogen. Für praktisch relevante Szenarien sind die Abweichungen von prognostizierten und gemessenen Fahrplanlagen bestimmt worden (Abb. 2).

Die Prognosegüte beider Verfahren ist abhängig von der Tageszeit. In den Nachtstunden offenbart sich ein größerer Prognosefehler als zur Hauptverkehrszeit, da durch die Sicherung von Anschlüssen erhöhte Haltestellenaufenthaltszeiten auftreten können.

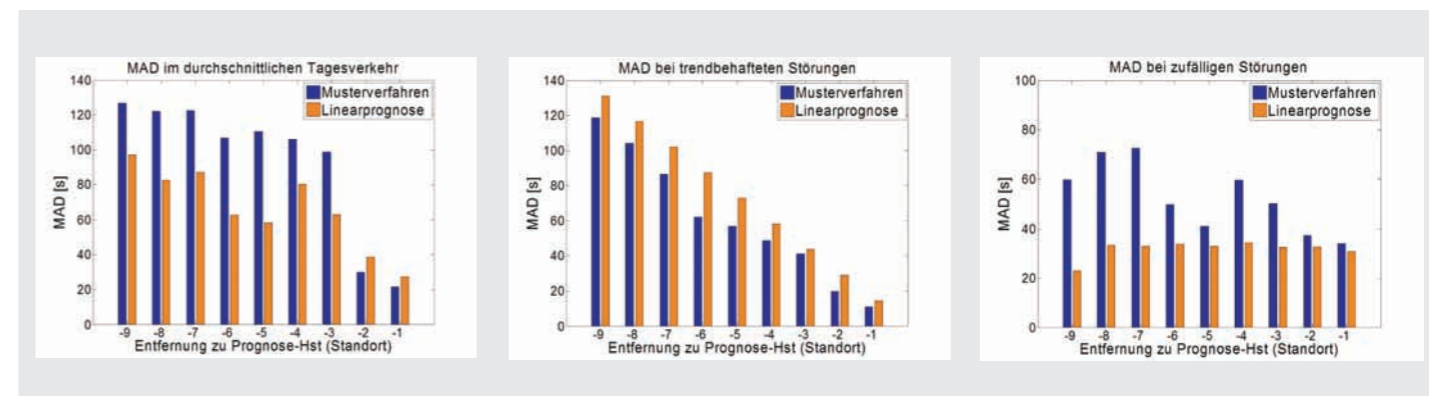
Bei Veränderung der Entfernung zwischen dem aktuellen Standort S des Fahrzeuges und der vorherzusagenden Haltestelle P ergibt sich ebenfalls ein

Zusammenhang mit der Prognosegüte: Sie sinkt jeweils bei Annäherung an die Prognose-Haltestelle, da die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Störungen abnimmt.

Das Musterverfahren scheint im durchschnittlichen Tagesverkehr tendenziell schlechter geeignet zu sein als die Linearprognose. Bei trendbehafteten Störungen (z. B. bei Zunahme der Verspätung) besitzt das Musterverfahren offenbar Vorteile.

Schwanken die Fahrplanlagen zufällig während der Fahrt, so ist die Linearprognose die bessere Vorhersagemethode. Zufällige externe Einflüsse, wie Lichtsignalanlagen, verhindern bei einem geringen Prognosehorizont signifikante Verbesserungen im Vergleich zum bisherigen Linearprognoseverfahren.

Abb.2: Gütevergleich der Prognoseverfahren.



Die dargestellten Untersuchungen entstanden im Rahmen einer Diplomarbeit, die von der Technischen Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«, Institut für Verkehrstelematik, in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme begleitet wurde.

Besonderer Dank gilt meinen Betreuern Dr.-Ing. Klaus-Peter Döge, TU Dresden, sowie Dipl.-Ing. Georg Förster, Fraunhofer IVI.

Dipl.-Ing. Stefan Tönjes
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-627
stefan.toenjes@ivi.fraunhofer.de

Lenkregelung eines heckgelenkten Fahrzeugs

Ausgangssituation

Die Entwicklung neuer Transportsysteme für den schienlosen Personennahverkehr zielt darauf ab, geringe Kosten und hohe Kapazitäten miteinander zu verbinden. Eine Steigerung der Transportkapazität von Bussen wird durch eine vergrößerte Fahrzeuglänge erreicht. Hieraus ergibt sich die technische Herausforderung, die Fahrzeuge trotz ihrer Länge gut und sicher manövrierbar zu gestalten, wobei die Lenkung eine zentrale Rolle spielt.

Die Betrachtung der Lenkung erfolgte an einem aus zwei Modulen bestehenden symmetrisch aufgebauten gekoppelten Fahrzeug (Abb. 1). Die Module sind frontgelenkte Einzelfahrzeuge mit Hinterradantrieb. Angenommen wurde, dass das vordere Modul durch einen Fahrer gelenkt und aus der resultierenden Bewegung des vorderen Fahrzeugs eine Sollspur erzeugt wird, der das hintere Modul über die Lenkregelung mit möglichst geringer seitlicher Abweichung e_y folgen soll. In diesem Zusammenhang war es Ziel der Arbeit, einen modellbasierten Entwurf für die Hecklenkung des hinteren Moduls zu entwickeln.

Modellbildung des heckgelenkten Fahrzeugmoduls

Die modellbasierte Entwicklung der Lenkregelung erforderte zunächst die Herleitung eines nichtlinearen Einspurmodells des heckgelenkten Fahrzeugs. Das Aufstellen der Bewegungsgleichungen erfolgte nach der Methode von Lagrange, wodurch die Zustände des Fahrzeugs vorteilhafterweise direkt in Minimalkoordinaten vorliegen. Zur Beschreibung der Wechselwirkung zwischen Straße und Fahrzeug wurde das Standard-Reifenmodell (Magic Tyre Formula) herangezogen. Unter Nutzung eines aufwendigeren Mehrkörpermodells in der Simulationssoftware Simpack konnte das entworfene System überprüft werden. Dabei bildet das Einspurmodell bis zu Querbeschleunigungen von ca. 4 m/s^2 das dynamische Fahrzeugverhalten gut nach.

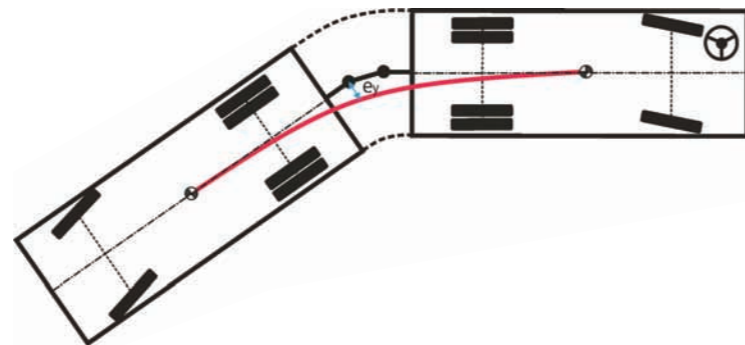


Abb. 1: Heckgekoppeltes Gelenkfahrzeug.

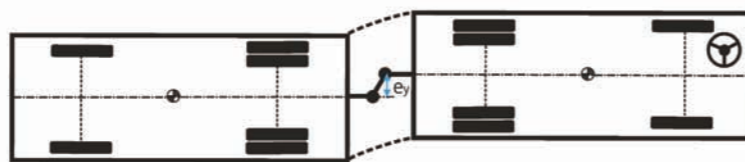


Abb. 2: Testszenario zur Erprobung der Hecklenkung.

Reglerentwurf und Erprobung

Für den Reglerentwurf wurde aus dem nichtlinearen Einspurmodell über eine Arbeitspunktlinearisierung ein lineares Zustandsraummodell abgeleitet, das steuerbar und beobachtbar ist. Anhand dieses Modells konnten LQ-Regler (linear-quadratisch) mit vollständiger Zustandsrückführung für mehrere Geschwindigkeiten (20, 40 und 60 km/h) entworfen werden. Da praktisch jedoch nicht alle Zustandsgrößen wie die Gierrate messbar sind, wurde zusätzlich ein Luenberger-Zustandsbeobachter entworfen. Dies geschah mit der Annahme, dass lediglich der seitliche Versatz des Fahrzeugs zur vorgegebenen Sollwegtrajektorie gemessen wird.

Ergebnisse

Aus den Simulationsergebnissen ist erkennbar, dass sich die Zustandsregelung erfolgreich auf das heckgelenkte Fahrzeug anwenden lässt und mit den bekannten Ergebnissen frontgelenkter Fahrzeuge vergleichbar ist. Als Test-szenario wurde untersucht, wie ein initialer seitlicher Versatz des hinteren Fahrzeugs ($e_y = 0,2 \text{ m}$) reduziert wird (Abb. 2).

Es zeigt sich, dass die Regelabweichung e_y zügig und ohne bleibende Regelabweichung abgebaut wird. Weiterhin ist ersichtlich, dass eine Erweiterung der Regelung um einen Zustandsbeobachter (Abb. 3) gelingt, auch wenn die nichtlineare Regelstrecke, die Beobachtdynamik, in die Regeldynamik eingeht (Abb. 4).

Zusätzlich erfolgte eine Untersuchung der Robustheit der Regelung durch Simulationen. Erwartungsgemäß lässt sich beobachten, dass Regler, die bei einer höheren Geschwindigkeit eingesetzt werden als sie entworfen wurden, zu einem oszillierenden und schwächer gedämpften Verhalten neigen. Bei niedrigeren Geschwindigkeiten ist das Ausregeln deutlich träger. Für zukünftige Entwicklungen werden geschwindigkeitsadaptive Regelungen vorgeschlagen.

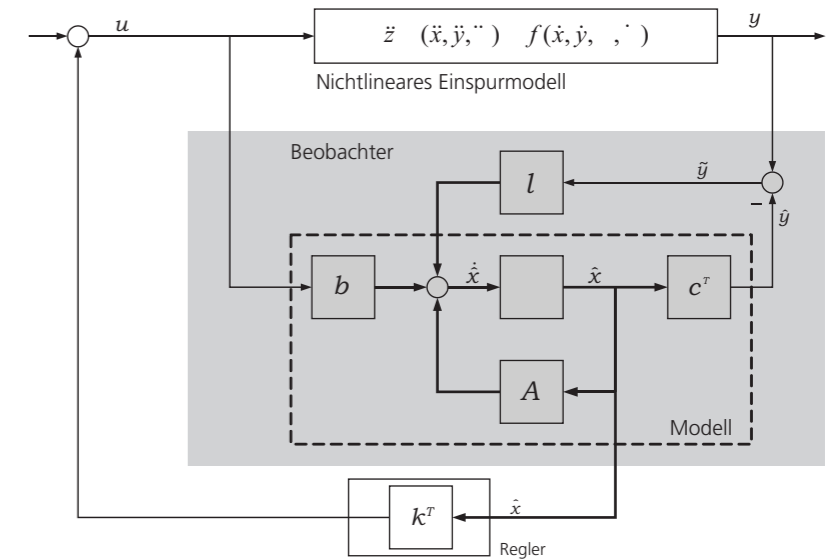


Abb. 3: Zustandsrückführung mit Beobachter.

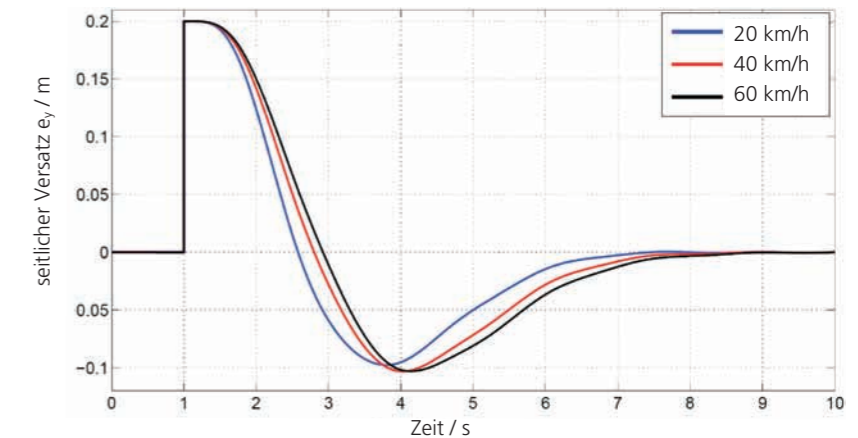


Abb. 4: Abbau der Abweichung e_y bei $v = 20, 40$ und 60 km/h .



Die vorliegende Untersuchung entstand im Rahmen einer Diplomarbeit an der HTWK Leipzig in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI. Sie wurde am 1. November 2008 mit dem HTWK-Preis Mechatronik der KARL-KOLLE-Stiftung ausgezeichnet.

Besonderer Dank gilt meinen Betreuern Prof. Dr.-Ing. Jens Jäkel, HTWK Leipzig, sowie Dipl.-Ing. Sebastian Wagner und Dr.-Ing. Stephan Zipser, Fraunhofer IVI.

Dipl.-Ing. Patrick Pfeil
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-634
patrick.pfeil@ivi.fraunhofer.de

Optimale Steuerung eines Fahrzeuges mit Elektro-Hybridantrieb

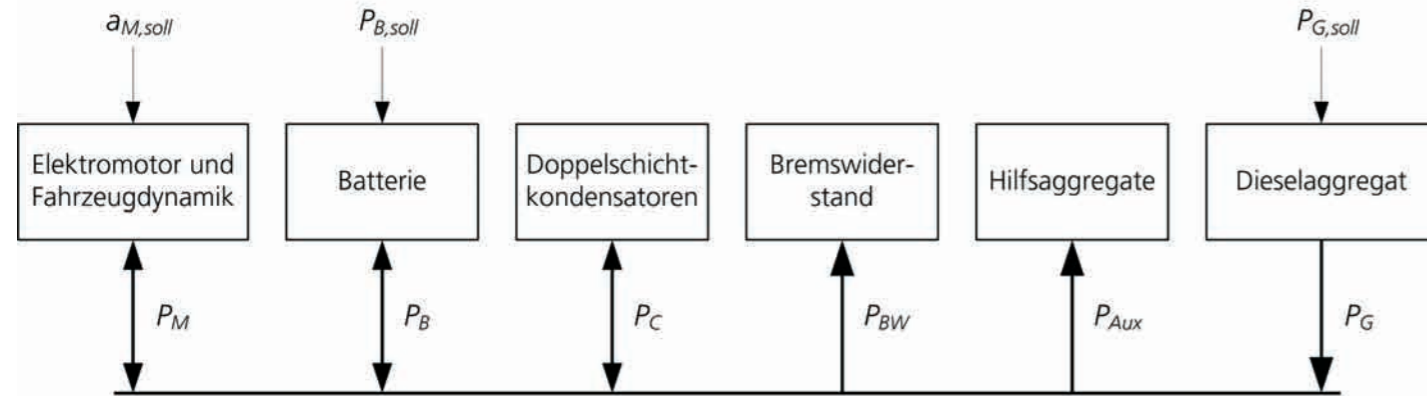


Abb. 1 : Struktur des hybridelektrischen Antriebssystems mit Leistungsfluss.

Motivation

Hybride Antriebe liefern einen wichtigen Beitrag zur Verringerung des Kraftstoffverbrauches und des Schadstoffausstoßes von Fahrzeugen. Sie sind gekennzeichnet durch die Verwendung von elektrischen Energiespeichern (Lithium-Ionen-Batterien und Doppelschichtkondensatoren), die rekuperierte Bremsenergie aufnehmen und bei der Beschleunigung des Fahrzeuges wieder bereitstellen können. Da Batteriespeicher über eine hohe Energiedichte verfügen, während Kondensatorspeicher kurzzeitig hohe Leistungen aufbringen können, wird durch eine Kombination beider Speichertechnologien ein großes Anforderungsspektrum abgedeckt. In Abb. 1 ist der untersuchte Elektro-Hybridantrieb einer Straßenbahn mit kombiniertem Speicher gezeigt.

Der Elektromotor treibt das Fahrzeug an und ein Dieselaggregat, bestehend aus einem Dieselmotor und einem Elektrogenerator, stellt zusammen mit den Speichern die erforderliche Leistung bereit. Weiter sind die Hilfsaggregate des Fahrzeuges sowie der für die Dissipation überschüssiger Energie erforderliche Bremswiderstand eingezeichnet. Die Effizienz des gezeigten Antriebssystems wird wesentlich durch die vom Fahrmotor verursachte elektrische Leistungsaufnahme und von der Steuerung des Hybridantriebs bestimmt, die den Leistungsfluss zwischen den Komponenten des Antriebssystems zu jedem Zeitpunkt festlegt. Die Optimierungsaufgabe ergibt sich aus der Forderung, sowohl die Bewegung der betrachteten Straßenbahn als auch die elektrische Leistung jeder Antriebskomponente so zu steuern, dass der vorgegebene Fahrplan eingehalten und dabei der Kraftstoffverbrauch minimal wird.

Modellierung

Für den Elektromotor mit der elektrischen Leistung P_M wird ein Wirkungsgradkennfeld zu Grunde gelegt. Das Modell der Fahrzeugdynamik beinhaltet das Höhenprofil entlang der Fahrstrecke und die geschwindigkeitsabhängigen Reibungsverluste. Für die Energiespeicher mit den Leistungen P_B bzw. P_C sind jeweils der maximale Energieinhalt und Kennfelder für den Wirkungsgrad hinterlegt. Die von den Hilfssystemen benötigte Leistung P_{Aux} ist a priori bekannt und der Bremswiderstand wird nur dann zugeschaltet, wenn die Energiespeicher die in Bremsphasen rekuperierte Energie nicht mehr aufnehmen können. Der zu minimierende Kraftstoffbedarf des Dieselaggregates ist von der abgegebenen Generatorleistung abhängig. Für alle Komponenten sind Schranken für deren elektrische Leistung vorgegeben.

Methodik

Die Lösung des resultierenden Optimalsteuerproblems erfolgte mit der Methode der Dynamischen Programmierung. Dabei wurden die optimalen Steuertrajektorien für die Fahrzeugbeschleunigung $a_{M,soll}$, die Batterieleistung $P_{B,soll}$ sowie die Generatorleistung $P_{G,soll}$ berechnet, während sich die elektrischen Leistungen der anderen Komponenten auf Grund der Modellstruktur als abhängige Variablen ergaben.

Dieser Lösungsansatz erfordert eine zeitliche Diskretisierung sowie eine Diskretisierung des Zustands- und Stellraumes. Da der Rechenaufwand bei der Dynamischen Programmierung exponentiell mit der Dimension des Zustandsraumes wächst, bot sich für die numerische Behandlung des Optimierungsproblems eine Zerlegung in zwei nacheinander zu lösende Teilprobleme an. Zunächst bewegt der Elektromotor das Fahrzeug unter Einhaltung des Fahrplanes so entlang der vorgegebenen Strecke, dass die benötigte Antriebsenergie minimal wird. Die daraus resultierende optimale Leistungsanforderung P_M+P_{Aux} ist für ein gegebenes Höhenprofil in Abb. 2 dargestellt.

Diese stellen anschließend der Generator und die Energiespeicher so bereit, dass der Kraftstoffverbrauch minimal wird. Die optimalen Leistungsverläufe des Generators, der Batterie sowie der Kondensatoren sind ebenfalls in Abb. 2 dargestellt. Es ist erkennbar, dass der Generator eine weitgehend konstante Leistung liefert und die Speicher die erhöhte Leistungsanforderung beim Anfahren und Abbremsen sowie bei Änderung der Fahrbahnsteigung abdecken.

Ergebnis

Die kennfeldbasierte Modellierung der Energiespeicher und -erzeuger ermöglicht eine einfache Erweiterung sowie Anpassung des entwickelten Steueralgorithmus an unterschiedliche Antriebssystemkonfigurationen. Das resultierende tabellarische Regelgesetz lässt sich direkt auf einem Fahrzeugrechner implementieren. Weiterhin können die global optimalen Steuergrößentrajektorien als Referenz bzw. als Bewertungsmaßstab für andere Steuerstrategien dienen.

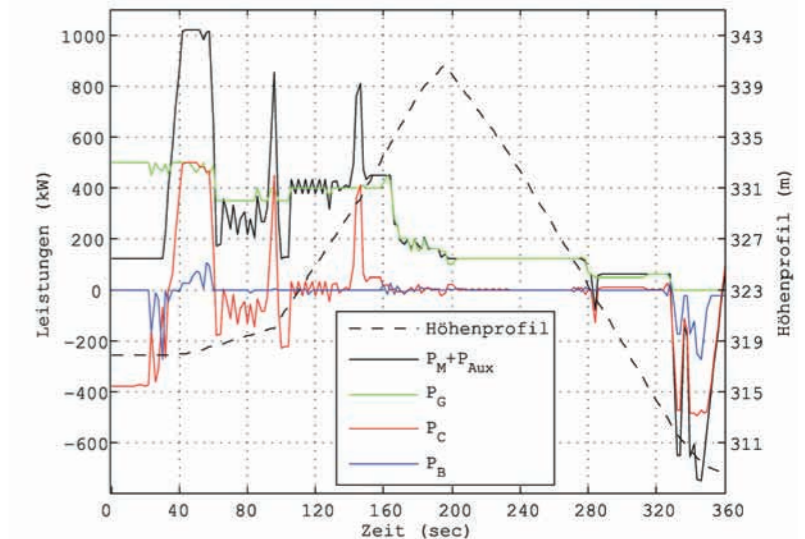


Abb. 2 : Optimale Leistungstrajektorien der Komponenten des Antriebssystems.



Die hier vorgestellten Untersuchungen entstanden im Rahmen einer Diplomarbeit an der Technischen Universität Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie, in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI.

Besonderer Dank gilt meinen Betreuern Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. nat. Kurt Reinschke, TU Dresden, und Dr.-Ing. Ralf Bartholomäus, Fraunhofer IVI.

Dipl.-Ing. Martin Arndt
 Telefon +49 (0) 351 / 46 40-636
 martin.arndt@ivi.fraunhofer.de

Alterungsdiagnose von automobilen Brennstoffzellen

Brennstoffzellen im Pkw

Durch die effiziente und emissionsfreie Umwandlung von Wasserstoff in elektrische Energie bieten heutige Brennstoffzellensysteme (BZS) eine viel versprechende Option für den Umstieg auf eine CO₂-neutrale Energieversorgung im Verkehr. Fast alle namhaften Automobilhersteller entwickeln derzeit Brennstoffzellenantriebe für Personenkraftwagen. Mit einer Markteinführung der neuen Technologie wird in den Jahren 2010 bis 2015 gerechnet. Neben infrastrukturellen Hemmnissen stellen vor allem die noch zu hohen Kosten und eine begrenzte Lebensdauer der Systeme die Hersteller vor große Herausforderungen. Die Lebensdauer ist dabei durch unterschiedliche Alterungsprozesse limitiert, die stark von dem jeweiligen Belastungsprofil beeinflusst sind.

Motivation

Bei der Weiterentwicklung und im operativen Betrieb von BZS erhalten Diagnose- und Analyseverfahren eine große Bedeutung. Die permanente Überwachung des Alterungszustandes erlaubt die frühzeitige Schadenserkennung und eine optimale Abstimmung von Service-Intervallen. Die Analyse von Langzeitmessungen hilft dagegen, die zum Teil hochkomplexen Alterungsprozesse zu verstehen und ihren Einfluss auf das Betriebsverhalten der Brennstoffzelle zu beurteilen. *In situ* Verfahren geben die Möglichkeit, Brennstoffzellen hinsichtlich ihres Alterungszustandes zu analysieren, ohne dass dabei das System demontiert werden muss.

Online-Diagnose

Am Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme wurde ein neuartiges Verfahren entwickelt, mit dem anhand der auf Systemebene aufgezeichneten Brennstoffzellensignale Spannung, Strom, Temperatur und Druck der Alterungs-Ist-Zustand komponentenspezifisch bestimmt werden kann. Solche Systemsignale sind generell für die Regelung automobiler Brennstoffzellensysteme nötig und liegen daher immer an der Schnittstelle zur Fahrzeugumgebung vor. Das Verfahren ist damit generalisiert auf unterschiedliche Systeme anwendbar und kann genutzt werden, ohne dass zusätzliche Sensoren oder Diagnosesysteme integriert werden müssten. Es ist online-fähig, kann aber auch eingesetzt werden, um bereits bestehende Datensätze aus den vielfältig absolvierten Flottenversuchen unterschiedlicher Fahrzeughersteller *post mortem* zu analysieren.



Abb. 1: Zahlreiche Brennstoffzellendaten wurden während vielfältiger Flottenversuche gesammelt.

Methode

Die Methode basiert auf einer Auswertung des Spannungsverhaltens der Brennstoffzelle, das sich als parametrisches Modell

$$E(i, p, T, i_{int}, i_{0,c}^0, r_i^0, i_d, m, n) = 0$$

darstellen lässt. Darin beschreibt der Vektor \mathbf{t} mit den sechs charakteristischen Parametern

$$\mathbf{t} = (i_{int}, i_{0,c}^0, r_i^0, i_d, m, n)^T$$

den Alterungszustand einzelner Komponenten innerhalb der Zelle.

Ändert sich der Parametersatz aufgrund unterschiedlicher Alterungsprozesse, so wirkt sich diese Änderung auf die Form der Spannungs-Charakteristik (Polarisationskennlinie) aus. Im Umkehrschluss lassen sich daher aus der Verformung der Kennlinie Veränderungen des Parametersatzes detektieren.

Über eine Ausgleichsrechnung können die Parameter aus dem gemessenen Spannungsverhalten geschätzt werden. Das Verfahren stellt ein mathematisches Optimierungsproblem dar, bei dem für eine Reihe von Messdaten die unbekannt Parameter einer vorgegebenen Funktion bestimmt werden. Ziel ist es, den Funktionsverlauf den im Normalfall fehlerbehafteten Beobachtungen bestmöglich anzupassen.

Anwendungen

Im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts FELICITAS wurde ein NuCellSys HY-80 Brennstoffzellensystem einem achtmonatigen Lebensdauererprobung unterzogen. Der Test bestand aus täglich elf aufeinanderfolgenden, identischen Lastzyklen, die jeweils das Leistungsprofil des BZS im hybriden Antriebsstrang eines Linienbusses abbilden.

Die Betriebsstrategie wurde dabei so entworfen, dass die abgegebene Energie des BZS immer den Ladezustand des Energiespeichers ausgleicht. Randbedingungen beim Entwurf waren lebensdauerverbessernde Maßnahmen wie Dynamikreduzierung und Minimierung der Leerlaufzeit des Brennstoffzellensystems. Abb. 2 zeigt den gemessenen Stromverlauf des BZS während des Lastzyklus.

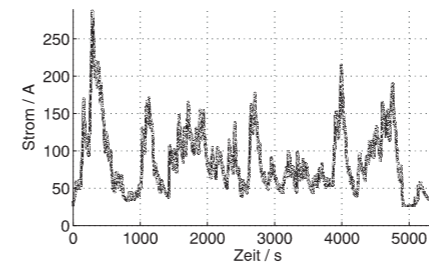


Abb. 2: Gemessener Brennstoffzellenstrom während des Lastzyklus.

Beim Lebensdauererprobung waren keine speziellen Sensoren oder Analysegeräte in die Brennstoffzelle implementiert. Um das Voranschreiten der internen Alterungsprozesse zu analysieren, wurden die Messdaten mit der neuen Methodik *post mortem* ausgewertet und dabei getrennt für jeden Lastzyklus die Alterungsparameter identifiziert. Somit konnten sowohl kurzzeitige Alterungserscheinungen während eines Testtages als auch Langzeiteffekte aufgedeckt werden.

Die Ergebnisse geben einen tiefen Einblick in den Alterungsverlauf an den verschiedenen Komponenten innerhalb der Brennstoffzelle. So beschreibt der Parameter η_i^0 den Zell-Widerstand und somit vorrangig den Zustand der Elektrolytmembran. Abb. 3 verdeutlicht den Verlauf des aus den Messungen identifizierten Parameters. Dabei zeigen sich sowohl reversible als auch irreversible Alterungseffekte.

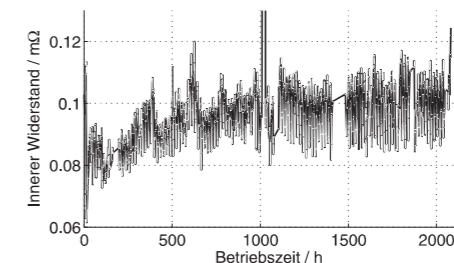


Abb. 3: Der Verlauf des inneren Widerstands gibt Auskunft über den Alterungszustand der Elektrolytmembran.

Aus der Interpretation der Messergebnisse können drei signifikante Alterungsprozesse für die Membran gefolgert werden:

- temporäre zyklische Austrocknung der Membran aufgrund unzureichender Befeuchtung des Anodengases,
- langfristige Verunreinigung der Membran durch metallische Kontaminanten,
- langfristige chemische Degradation der Membran-Trägerstruktur verbunden mit einer zunehmenden Permeation.

Zusammenfassung

Bei der Entwicklung von automobilen Brennstoffzellen sowie im operativen Betrieb kommt Diagnose- und Analyseverfahren eine Schlüsselrolle zu. Mit einem neuartigen Verfahren kann der Alterungszustand einer Brennstoffzelle online identifiziert werden, ohne dass zusätzliche Sensorsysteme integriert werden müssen. Die Methode erlaubt es, bereits bestehende Datensätze aus Langzeittests auszuwerten und Alterungseffekte an unterschiedlichen Komponenten innerhalb der Brennstoffzelle aufzudecken.



Die Arbeiten wurden im Rahmen des 6. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Kommission finanziell unterstützt und im September 2008 an der Technischen Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, als Promotionschrift eingereicht.

Für die fachliche Beratung danke ich meinem Doktorvater Prof. Dr.-Ing. habil. Achim Dittmann, Professur für Energiesystemtechnik und Wärmewirtschaft an der TU Dresden, und Dr.-Ing. Matthias Klingner vom Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI. Der NuCellSys GmbH danke ich für die hervorragenden Datensätze.

Dipl.-Ing. Konstantin Jonas
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-817
konstantin.jonas@ivi.fraunhofer.de

SysWasser

Eine Allianz für die Zukunft



regenwasseraufbereitung
abwasserreinigung
energie- und düngergewinnung

Mitgliedschaften, Schutzrechte

Mitarbeit in Gremien

- Sächsischer Innovationsbeirat
- Netzwerk »Dresden-Stadt der Wissenschaften« (Klingner, M.)

Verkehr

- DVWG Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (Förster, G.)
- DIN-Normenausschuss NI-17.11 »Identifikationskarten / Transport-Anwendungen«
- Arbeitskreis kontiki - kontaktlose Chipkartensysteme für Electronic Ticketing e.V. (Gründel, T.)
- DGES Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge e.V. (Bartholomäus, R.)
- Innovationszentrum Bahntechnik Europa e.V. (Lehnert, M.)
- UITP International Association of Public Transport
- CNA Center for Transportation & Logistics Neuer Adler e.V. (Jung, U.)
- FVV Fraunhofer-Themenverbund Verkehr (Jung, U.; Zipser, S.)
- BTS Verbundinitiative Bahntechnik Sachsen (Klingner, M.)
- Arbeitsgruppe AG 3.10 »Theoretische Grundlagen des Straßenverkehrs« (Knote, T.)

Umwelt

- »Brennstoffzellenapplikationen in Kleinmobilen« Wertschöpfungsnetzwerk Berlin
- BZS Brennstoffzellen Initiative Sachsen e.V.
- Fraunhofer-Allianz SysWasser (Klingner, M.)
- GUS Gesellschaft für Umweltsimulation e.V. Arbeitskreis »Wirkung von Partikeln« (Sähn, E.)

Patente

Wagner, S.; Zipser, S.:
Verfahren zur Mehrachslenkung von Straßenfahrzeugen
DE 10 2006 037 588.2
Anmeldetag: 11. August 2006

Breitkopf, M.:
Mittragendes Speichermodul
DE 10 2006 019 014.9
Anmeldetag: 20. April 2006

Zipser, S.:
Bilderfassungssystem für Kraft- und Schienenfahrzeuge sowie Verfahren zur elektronischen Bilderfassung
DE 10 2006 014 504.6
Anmeldetag: 23. März 2006

Klingner, M.:
System zum Aufladen von Elektroenergiespeicherelementen an Fahrzeugen
DE 10 2004 048 226.8
Anmeldetag: 27. September 2004

Marken

AutoTram®

DE 304 17 949
Markenregistereintragung: 8. Juni 2004

Aufsätze

Danowski, K.: **IT-System hilft Krisenstäben bei der Entscheidungsfindung.** COMPUTER ZEITUNG - Die Wochenzeitung für das IT-Management, Nr. 41, Konradin IT-Verlag GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 6. Oktober 2008

Gründel, T.: **Interoperable Public Transport Tickets on Mobile Phones.** Proceedings IPTS Conference, Amsterdam, April 2-3, 2008

Klausner, S.; Lehnert, M.: **Betriebsspezifische Auslegung von Energiespeichern für Straßenbahnen.** eb-Elektrische Bahnen, 106 (2008) 5, Oldenbourg Industrieverlag GmbH, München, S. 237-246

Klingner, M.; Sähn, E.: **Prediction of PM10 concentration on the basis of high resolution weather forecasting.** Meteorologische Zeitschrift, Volume 17, Number 3, Verlag Gebrüder - Borntraeger, Berlin · Stuttgart, June 2008, pp. 263-272

Knote, T.: **Eine Frage der Kosten?** Omnibus - Das Magazin für Menschen in Bewegung, Nr. 3 (2008), EvoBus GmbH, Mannheim, S. 17

Lange, J. (DVB); Knote, T.; Breitkopf, M.: **Ab wann rechnet sich ein Hybridbus im Linienbetrieb?** Der Nahverkehr, Alba-Fachverlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf, Juni 2008, S. 8-14

Lehnert, M.; Klausner, S.; Bartholomäus, R.: **Energieverbrauch bei Stadtbahnsystemen - Identifizierung von Einsparpotentialen.** Moderne Straßenbahnen 2008: Fahrzeugtechnik, Infrastruktur, Akustik; Bahntechnik-Fachtagung; Berlin, 14.-15. Februar 2008, Bahntechnik aktuell. Proceedings 2008, 14, S. 15-26, ISBN: 978-3-940727-03-9

Rüssel, A.: **Sichere Integration mobiler Anwendungen.** BlackBerry-Anbindung an SAP am Beispiel der Zählerstandserfassung. VDM-Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, Februar 2008, ISBN: 978-3-8364-6525-0

Saroch, L.: **Fahrertypabhängige Betriebsstrategie und leistungsorientierte Antriebsstrangregelung für Parallelhybridantriebe in Pkw.** Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12 Nr. 688, VDI-Verlag Düsseldorf, 2008, ISBN 978-3-18-368812-8

Wagner, S.; Klingner, M.: **Neuartige Lenksysteme für lange Fahrzeuge.** Nahverkehrs-praxis, Fachverlag Dr. H. Arnold GmbH, Dortmund, Januar/Februar 2008, S. 15-17

Wagner, S.; Bartholomäus, R.; Zipser, S., Bäker, B.: **Modellierung von n-gliedrigen allradgelenkten Fahrzeugen als Grundlage für eine Spurführung.** AutoReg 2008. VDI-Bericht Nr. 2009, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, 2008, S. 197-206

Dissertation

Jonas, Konstantin
Alterungsdiagnose und belastungsabhängige Lebensdauerprognose von PEM-Brennstoffzellensystemen.
Technische Universität Dresden (eingereicht)

Diplomarbeiten

Arndt, Martin
Optimale Steuerung eines Fahrzeuges mit Elektro-Hybridantrieb.
Technische Universität Dresden

Lemme, Gordon
Optimierung der Objektdarstellung im Fahrsimulator.
Technische Universität Dresden

Pfeil, Patrick
Analyse der Querdynamik und Reglerentwurf für ein hochgelenktes Fahrzeug.
Technische Universität Dresden

Seydel, Ina
Möglichkeiten zur Nutzung multivariater Analysemethoden zur Untersuchung von Verkehrsdaten.
Technische Universität Dresden

Tönjes, Stefan
Prognose von Verspätungen im ÖPNV auf Basis der Klassifikation streckenbezogener Störungsmuster.
Technische Universität Dresden

Ansprechpartner
Dipl.-Biblioth. Gudrun Holler
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-775
gudrun.holler@ivi.fraunhofer.de

Tradition und Moderne

Das Fraunhofer IVI verfügt über eine öffentliche Präsenzbibliothek mit einem derzeitigen Bestand von 30 000 Bänden. Doch das Zeitalter von Internet und digitalen Datenbanken bietet mehr als den Verleih von Büchern, Zeitungen und Zeitschriften.

Durch die effiziente Nutzung relevanter bibliographischer und spezifischer Fachdatenbanken ist eine schnelle, umfassende und zielsichere Literaturrecherche und -erwerblich möglich.

Die Datenbank »Fraunhofer-Publica«

<http://publica.fraunhofer.de>

dokumentiert alle von den Mitarbeitern der Fraunhofer-Institute erstellten Publikationen. Eingepflegt werden Artikel aus Fachzeitschriften und Konferenzvorträge sowie Diplomarbeiten, Dissertationen, Monographien und Patente.



Vorträge

Bartholomäus, R.; Klingner, M.; Lehnert, M.: **Prediction of power demand for hybrid vehicles operating in fixed-route service.** 17th IFAC World Congress, Seoul, Korea, July 6-11, 2008, Vortrag: R. Bartholomäus

Bartholomäus, R.; Lehnert, M.; Klausner, S.: **Energieverbrauch bei Stadtbahnsystemen.** Bahntechnik-Fachtagung »Moderne Straßenbahnen - Fahrzeugtechnik, Infrastruktur und Akustik«, Berlin, 14.-15. Februar 2008, Vortrag: M. Lehnert

Danowski, K.: **Technologien für das Notfallmanagement.** Impuls 2008, DB Systel, Frankfurt am Main, 10. April 2008

Danowski, K.: **MobiKat.** Euroregion Elbe-Labe, Fachgruppensitzung »Katastrophenschutz«, Dippoldiswalde, 23. April 2008

Danowski, K.: **Integriertes Krisen- und Mobilitätsmanagement - MobiKat.** Tyco Fire & Integrated Solution, Arbeitskreis »Leitsysteme«, Oer-Erkenschwick, 21. Mai 2008

Förster, G.: **Kurzfristprognose auf Basis von Zeit-Raum-Mustern.** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen VDV »Heureka '08 - Optimierung in Verkehr und Transport«, Stuttgart, 5.-6. März 2008

Förster, G.: **Möglichkeiten der räumlichen und zeitlichen Aggregation von Floating Car Data.** Kolloquium »Verkehrsmanagement und Verkehrs telematik«, TU Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«, Institut für Verkehrstelematik, Lehrstuhl Verkehrsleitsysteme und -prozessautomatisierung, Dresden, 9. Juli 2008

Förster, G.: **ORINOKO - Ausgewählte Ergebnisse eines Forschungsprojektes.** Professur für Verkehrsleitsysteme und -prozessautomatisierung der Technischen Universität Dresden, 4. VIMOS-Tagung, Dresden, 27. November 2008

Förster, G.; Klingner, M.; Krimmling, J.: **Tagging of incidents from scattered historical large-scale traffic data sets.** 4th International Symposium »Networks for Mobility«, Stuttgart, 25.-26. September 2008, Vortrag: G. Förster

Gründel, T.: **Mobile Tickets ...for bus & train across Germany.** First European Matchmaking Summit on Mobile and E-Technologies, Stuttgart, 15.-16. Mai 2008.

Jonas, K.: **In-situ Alterungsdiagnose und belastungsabhängige Lebensdauerprognose von Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellensystemen.** Kolloquium der Institute für Energie- und Verfahrenstechnik, TU Braunschweig, 24. April 2008.

Jonas, K.: **Online-Alterungsdiagnose von PEM-Brennstoffzellen.** 1. Sächsischer Brennstoffzellantag, IHK Chemnitz, 28. November 2008

Jonas, K.: **Online Degradation Analysis of Running PEFCs.** Fundamentals & Developments of Fuel Cells (FDfC) Conference, Nancy, December 10-12, 2008

Jonas, K.; Klingner, M.: **Online Diagnostics of Running PEFCs.** International Workshop on Accelerated Testing in Fuel Cells, Ulm, 6.-7. Oktober 2008, Vortrag: K. Jonas

Klingner, M.: **Technische Innovationen für eine umwelt- und stadtgerechte Mobilität.** 34. Städtebauseminar, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 22. Januar 2008

Klingner, M.: **Dresdner Nahverkehr heute - Generationenvermächtnis für morgen.** Zukunftsklausur der DVB AG, »Focus DVB 2020 - Verpflichtung und Chance zur Weichenstellung«, Lichtenwalde, 6.-7. Februar 2008

Klingner, M.: **Energieeffiziente Fahrzeugtechnologien & kundenorientierte Verkehrs telematik für eine umweltbewusste Mobilität.** ContiTech-Management-Forum, Hannover, 13. März 2008

Klingner, M.: **Technische Innovationen für eine umwelt- und stadtgerechte Mobilität.** 3. Internationale Innovationskonferenz »Neue Megapolis-Infrastrukturen«, Briesen, 5.-6. Juni 2008

Klingner, M.; Danowski, K.: **Forschung für die Sicherheit.** 2. Dresdner Sicherheitskonferenz, 26. September 2008

Klingner, M.; Sähn, E.: **Strategien gegen Umweltzonen.** Informationsveranstaltung der IHK Ulm, 2. Oktober 2008, Vortrag: M. Klingner

Klingner, M.; Sähn, E.: **Umweltzonen und Fahrverbote - »Dichtung und Wahrheit«.** Informationsveranstaltung der IHK Ulm, 5. November 2008, Vortrag: M. Klingner

Küster, A.: **Einsatz mobiler, auf Echtzeitdaten basierender Systeme im Verkehr und im sonstigen öffentlichen Umfeld.** RedDot Meet the Experts: »Kunden- und Mitarbeiterservice im Web - moderne Content-Lösungen für den ÖPNV«, Kassel, 27. Mai 2008

Lehnert, M.; Klausner, S.; Bartholomäus, R.: **Auslegung mobiler Energiespeicher für Straßenbahnen.** SYMPOSIUM »Elektrische Fahrzeugantriebe und -ausrüstungen«, Innovationszentrum Bahntechnik Europa e. V. (IZBE) und VDE / ETG Fachbereich Bahnen und Fahrzeuge mit elektrischen Antrieben, Dresden, 27.-28. November 2008, Vortrag: M. Lehnert

Nieberle, R.; Simroth, A.: **Bereitstellungsnetze - eine neue Analyseverfahren zum optimierten Einsatz regenerativer Energien.** 15. Symposium »Nutzung regenerativer Energiequellen und Wasserstofftechnik«, Fachhochschule Stralsund, 6.-8. November 2008. Erschienen im Tagungsband S. 94-98, Vortrag: R. Nieberle

Nirschl, G.: **Das intelligente Fahrzeug - Bewertungsverfahren für Fahrerassistenz- und Integrierte Sicherheitssysteme.** »Innovationen im Fahrzeug«, AutoUni der Volkswagen AG, Wolfsburg, 10. September 2008

Nirschl, G.; Knotte, T.; Voigtländer, M.: **Spezielle Aspekte des Einsatzes von Fahrsimulatoren für Untersuchungen mit älteren Autofahrern.** BGAG-Tagung »Produkt design für alle: Für Junge = Für Alte?«, Dresden, 15.-16. Mai 2008. Erschienen im Tagungsband S. 163-169, Vortrag: G. Nirschl

Saroch, L.: **Fahrertypabhängige Betriebsstrategie und leistungsorientierte Antriebsstrangregelung für Parallelhybridantriebe.** 4. Fachtagung »Innovative Fahrzeugantriebe« der VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik, Dresden, 6.-7. November 2008

Simroth, A.: **A Real-Life Vehicle Routing Problem under Uncertainty: Model, Planning Process, Algorithmic Aspects.** International Conference Operations Research 2008, Universität Augsburg, 3.-5. September 2008. Erschienen im Tagungsband S. 141-142

Wagner, S.: **Mehrachsenregelung für allradgelenkte Gelenkfahrzeuge.** VDE Mechatronik-Tag 2008, Technische Universität Dresden, 28. Mai 2008

Wagner, S.: **Automatische Lenkungen zur spurtreuen Führung langer Fahrzeuge.** 240. Dresdner Automatisierungstechnisches Kolloquium, 15. Dezember 2008



Nach dem Einrichten erster Umweltzonen griffen zahlreiche Fernsehsender das brisante Thema auf. »Feinstaubhysterie in Deutschland?« fragte der MDR in der Sendung »FAKT«. Das Bayerische Fernsehen sendete am **23. Januar 2008** im Politikmagazin »Kontrovers« einen Beitrag mit dem Titel »Viel Aufwand, wenig Nutzen - Der Unsinn mit der Umweltzone«. Das Fraunhofer IVI untersucht seit mehreren Jahren Immissionsmessdaten und separiert meteorologische sowie anthropogene Einflüsse.

Vom **11. bis 24. Februar 2008** fanden in Altenberg die Bob- und die Skeleton-WM statt. Das Fraunhofer-System »MobiKat« trug wesentlich zur Sicherheit der zahlreichen Besucher und Sportler bei. Sowohl die Planungs- und Dispositionsoftware als auch die an Gefahrenschwerpunkten installierten vier mobilen Kameras unterstützten aktiv die Einsatzkräfte.



Mit der Inbetriebnahme eines neuen Testrings auf dem Gelände von Bombardier Transportation in Bautzen am **1. Februar 2008** erfolgte auch die Übergabe einer am Fraunhofer IVI entwickelten Dockingstation zum oberleitungsfreien Fahren von Stadtbahnen auf speziellen Streckenabschnitten. Ein fahrzeugseitiger Energiespeicher kann die benötigte Energie aus wegseitig punktuell installierten Schnellladeeinrichtungen aufnehmen. Durch ein GPS-gestütztes Energiemanagement an Bord werden Ladeprozess und Fahrbetrieb optimal geregelt.

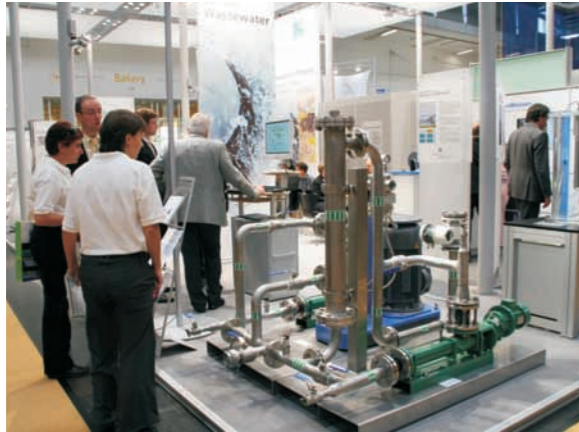
Das am Fraunhofer IVI entwickelte System »MobiKat« hat sich schon während der Entwicklungszeit bei zahlreichen Einsätzen erfolgreich bewährt. Bei der Abschlussveranstaltung am **21. Februar 2008** zog der Initiator Landrat Michael Geisler gemeinsam mit den Anwendern aus den Bereichen Katastrophenschutz, Feuerwehr- und Rettungswesen eine überaus positive Bilanz der Zusammenarbeit zwischen Praxis und Forschung.



Die Dreharbeiten für das Magazin »Welt der Wunder« fanden am **7. Februar 2008** in München statt. Unter der Überschrift »Die Feinstaublüge - Dicke Luft um Umweltzonen« wurde der Feinstaub im wahrsten Sinne des Wortes unter die Lupe genommen. Verschiedene Fernsehsender strahlten diesen Beitrag im Laufe des Jahres 2008 mehrfach aus.

Der Frage »Bessere Luft durch Umweltzonen?« ging das ZDF in der Sendung WISO am **10. März 2008** nach. Das Fraunhofer IVI wurde aufgefordert, zu diesem brisanten Thema Stellung zu nehmen. Im Vordergrund stand die Quantifizierung des Reduktionspotentials verkehrsbeschränkender Maßnahmen.





Vom **5. bis 9. Mai 2008** fand die IFAT, die 15. Internationale Fachmesse für Wasser-Abwasser-Abfall-Recycling, in München statt. Erstmals präsentierte sich auf dem Stand der Fraunhofer-Gesellschaft die Allianz SysWasser, mit der die Kompetenzen von 13 Fraunhofer-Instituten auf den Gebieten Wassergewinnung, Infrastruktur und Abwasserreinigung gebündelt werden.

Die Entwicklung des Busverkehrs in europäischen Städten hat sich ein Konsortium von 51 Partnern aus Industrie, Forschung, Verwaltung und Verkehr unter der Leitung der UITP auf die Fahnen geschrieben. Das von der Europäischen Union im 7. Rahmenprogramm geförderte Forschungsprojekt »European Bus System of the Future« wurde am **4. September 2008** in Rom offiziell gestartet. Das Fraunhofer IVI ist in den Themenbereichen Fahrerarbeitsplatz, modulare Buskonzepte und Energie vertreten.



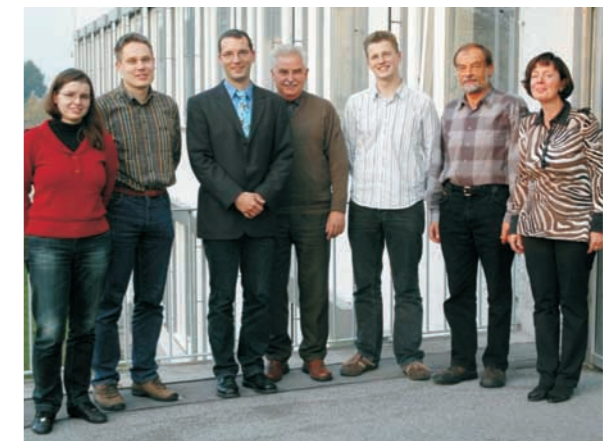
Im Rahmen einer Studienfahrt nach Dresden am **29. Mai 2008** besuchten Schüler des Spezialschulteils Informatik am Albert-Schweitzer-Gymnasium Erfurt das Fraunhofer IVI. Während des intensiven Dialogs mit den Institutsmitarbeitern erhielten die hochbegabten Schüler einen umfassend Einblick in die Arbeit an einer Forschungseinrichtung.

Im Förderprogramm »Innovative regionale Wachstumskerne« wird Unternehmen und Forschungseinrichtungen einer Region die Chance geboten, auf der Basis einer gemeinsamen Plattform Technologien bis zur Marktfähigkeit zu entwickeln. In Kooperation mit der Göppel Bus GmbH und fünf weiteren Partnern absolvierte das Fraunhofer IVI mit dem Innovationskonzept »AutoTram® - Verkehrssystemtechnik für hochkapazitive, nachhaltige Transportsysteme zwischen Bus und Bahn« am **24. September 2008** erfolgreich das Assessment Center des BMBF.



Inzwischen Tradition ist die Ausrichtung der »Langen Nacht der Wissenschaften«, die am **4. Juli 2008** stattfand. Die interessierten Besucher konnten sich über die Zukunft des Fahrscheins, zu Feinstaub und Umweltzonen sowie über eine neue intelligente Ampelsteuerung informieren. Als besonderes Highlight wurde der erste Dresdner Hybridbus mit seiner innovativen Antriebstechnik vorgestellt.

Das Auftakttreffen zum Projekt VIONA fand am **5. November 2008** im Fraunhofer IVI statt. VIONA steht für »Veterinäres infrarotbasiertes Online-Analysesystem«, das von Partnern aus Industrie und Wissenschaft entwickelt wird. Der Verbund im Raum Dresden wird als »Wachstums-kern Potential« im Rahmen der BMBF-Innovationsinitiative »Unternehmen Region« gefördert.



Gemeinsame Freizeiterlebnisse bereichern den Institutsalltag immer wieder aufs Neue, motivieren die Mitarbeiter und tragen zu einer guten Arbeitsatmosphäre bei.

Auch 2008 war ein Jahr voller Ereignisse, sei es die Exkursion ins Lausitzer Seenland, das traditionelle Herbstfest oder Weihnachtsfeiern für die Mitarbeiter und ihre Kinder. Aber auch verschiedenen sportlichen Herausforderungen galt es sich zu stellen.

So konnten sich die Mitarbeiter des Fraunhofer IVI wieder einmal in das Team des Verkehrsverbundes Oberelbe VVO integrieren, um beim Drachenbootfestival auf dem Dresdner Elbhangfest den Mobilitätspokal zu erkämpfen. Ein klarer Sieg im Vorlauf bereitete den Einzug ins Finale. Nach einem wenig geglückten Start holte das Team gegenüber seinen Kontrahenten Zentimeter um Zentimeter auf und ging quasi auf der Ziellinie in Führung.

Der gewonnene Pokal wurde mit einer großen Eistorte und Sekt versüßt. Wir freuen uns schon auf die nächste Teilnahme.



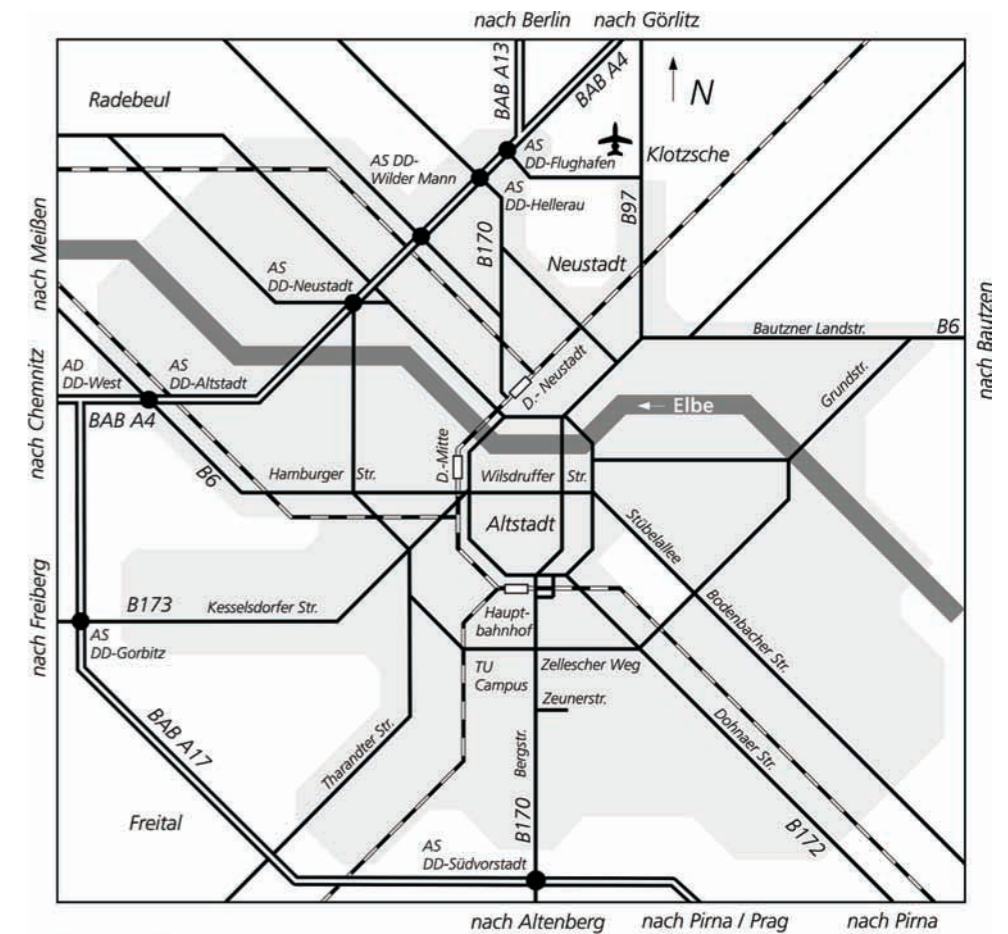


So finden Sie uns

Fraunhofer-Institut für Verkehrs-
und Infrastruktursysteme IVI

Zeunerstraße 38
01069 Dresden

Telefon +49 (0) 351 / 46 40-800
Fax +49 (0) 351 / 46 40-803
www.ivi.fraunhofer.de



Dresden

Öffentliche Verkehrsmittel

ab Dresden Hbf mit der Buslinie 72 oder 76 drei Stationen in Richtung Technische Universität bis Haltestelle »Mommsenstraße«, 5 Minuten Fußweg (oder ab Dresden Hbf mit dem Taxi, ca. 2 km)

Auto

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

Flugzeug

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

Fraunhofer IVI

Zeunerstraße 38
01069 Dresden

Telefon +49 (0) 351 / 46 40-800
Fax +49 (0) 351 / 46 40-803
www.ivi.fraunhofer.de

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Elke Sähn
Telefon +49 (0) 351 / 46 40-612
presse@ivi.fraunhofer.de

Konzeption und Redaktion

Elke Sähn

Layout und grafische Bearbeitung

Gitta Neumann

Bildquellen

Elke Sähn
FVV S. 9
FhG Zentrale S. 14
Stadtentwässerung
Dresden GmbH S. 19
Sebastian Schölzel S. 22
Daimler AG S. 36
Thoralf Knotte S. 47 / 1
Sebastian Wagner S. 47 / 3

Druckerei

Stoba-Druck
Am Markt 16
01561 Lampertswalde

Telefon +49 (0) 352 48 / 8 14 68
Fax +49 (0) 352 48 / 8 14 69
www.stoba-druck.de