

# Jahresbericht 2023



Zeitenwende



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



**Der positive Jahresabschluss 2023 schafft Zuversicht, die Folgen der gegenwärtigen Rezession und der gravierenden Kürzungen in den Förderprogrammen schadlos überwinden zu können.«**

Prof. Dr. Matthias Klingner

## Zeitenwende

---

Ob Aristoteles ähnlich turbulente Zeiten wie die heutigen erlebt hat, ist nicht überliefert. Seine Metapher – wir können den Wind nicht ändern, aber die Segel anders setzen – hat zumindest mehr als zwei Jahrtausende überdauert. Nicht nur in der Weltpolitik, der deutschen Wirtschaft oder im alltäglichen Zusammenleben, auch in der Fraunhofer-Gesellschaft spüren wir derzeit stürmische Zeiten mit gravierenden Umbrüchen und tiefer Verunsicherung. Das vielzitierte Kanzlerwort von der »Zeitenwende« erinnert mich an die »Wendezeiten« vor mehr als dreißig Jahren, in der das Ruder den Herrschenden entglitt und sich danach positive gesellschaftliche Veränderungen in atemberaubender Geschwindigkeit vollzogen. Es bleibt also zu hoffen, dass sich in naher Zukunft vieles wieder zum Guten wendet und dass die Politik das alte chinesische Sprichwort »Wenn der Wind des Wandels weht, bauen die einen Schutzmauern und die anderen Windmühlen.« nicht allzu wörtlich nimmt.

Bei Fraunhofer weht zumindest seit dem Wechsel in der Präsidentschaft die erfreulich erfrischende Brise eines Neubeginns. Mit vertrauensvoll offener Kommunikation, klarer strategischer Orientierung, aber auch durch kritisches Hinterfragen des Althergebrachten hat unsere Forschungsorganisation in kurzer Zeit ihren inneren Zusammenhalt, ihre kreative Motivation und gesellschaftliche Reputation wiedergewonnen. Dass sich die Fraunhofer-Gesellschaft auf ihre ursprüngliche Agenda konzentriert, durch Innovationen die Wettbewerbsfähigkeit und Wertschöpfung der deutschen Industrie zu stärken, kommt uns als Fraunhofer IVI sehr entgegen. Mit einem Wirtschaftsertrag von 35 Prozent erfüllen wir die hohen Erwartungen des Vorstands in vorbildlicher Weise. Seit Jahren haben wir am Institut vorgesorgt, um auch wirtschaftlich schwierige Zeiten überstehen zu können. Nach wie vor sind unsere Auftragsbücher gut gefüllt, stehen ausreichend Mittel für Investitionen in die zukünftigen Forschungsfelder zur Verfügung und auch der positive Jahresabschluss 2023 schafft Zuversicht, die Folgen der gegenwärtigen Rezession und der gravierenden Kürzungen in den Förderprogrammen schadlos überwinden zu können. All meinen Kolleginnen und Kollegen möchte ich daher an dieser Stelle ganz herzlich für ihr Engagement, ihre Kreativität und die kooperative Zusammenarbeit danken. Ich bin überzeugt, dass in dieser starken, leistungsorientierten Gemeinschaft auch der für 2024 anstehende Wechsel in der Institutsleitung neue Visionen und Entwicklungschancen für das Fraunhofer IVI bieten wird.

Historisch betrachtet wird die Renaissancezeit im späten Mittelalter als eigentliche Epoche der Zeitenwende bezeichnet. Geprägt wurde Europa damals von einer rasanten Entwicklung in Wissenschaft, Wirtschaft, Kunst und Kultur. Am Ende der Epoche wollten die Menschen nicht mehr nur glauben, sondern das, was die Welt zusammenhält, wissenschaftlich begreifen. In der Hoffnung auf bessere Zeiten möchte ich daher mit Immanuel Kants wohl berühmtestem Satz »Habe Mut, Dich Deines eigenen Verstandes zu bedienen.« enden und dem Leser eine inspirierende Lektüre unseres Jahresberichts wünschen.

Institutsleiter

---

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



# Inhalt

<b>Fraunhofer-Gesellschaft</b> .....	<b>6</b>
<b>Institut</b> .....	<b>8</b>
Partner   Verbund IUK-Technologie   Allianzen .....	8
Organigramm .....	10
Im Profil   Ausstattung .....	12
Bilanzen   Kuratorium .....	14
<b>Abteilungen / Zentren</b> .....	<b>16</b>
Mobilität und digitale Dienste	
Fahrerloses automatisiertes Shuttle FLASH .....	16
Fahrzeugsysteme	
Megawatt-Schnellladung für elektrische Nutzfahrzeuge in der Logistik: MEGA-LADEN .....	18
Verkehrssicherheit und Fahrzeugautomatisierung	
Der sichere automatisierte Betriebshof der Zukunft: SAFE20 .....	20
Strategie und Optimierung	
IuK-Lösungen für eine sicherere Gesellschaft .....	22
Kognitive und kooperierende Systeme	
Auf dem Weg in die automatisierte kooperative Mobilität der Zukunft .....	24
Fraunhofer-Anwendungszentrum »Vernetzte Mobilität und Infrastruktur«	
Die Zukunft des autonomen Fliegens gestalten .....	26
Fraunhofer-Zentrum für die Sicherheit Sozio-Technischer Systeme SIRIOS	
Kritische Infrastrukturen in urbanen Räumen effektiv schützen .....	28
Strategische Entwicklung	
Schnelltest zur Batteriealterung .....	30
Autarke Mikrosiedlungen für energiebewusste Lebensweise im ländlichen Raum – AMSEL .....	31
<b>Nachwuchsforschung</b> .....	<b>32</b>
Effiziente Vorgewendeplanung für Landmaschinen mit kinematischen Beschränkungen .....	32
Entwicklung eines Simulationsmodells zur dezentralen, regenerativen Energieversorgung vollelektrischer landwirtschaftlicher Fuhrparke .....	34
Erkennung von Anomalien in Felddaten von Li-Ionen-Batterien mittels probabilistischer datengesteuerter Modelle .....	36
Pfadplanung mit Reinforcement Learning durch direkte Strategieoptimierung .....	38
<b>Informationen und Kennzahlen</b> .....	<b>40</b>
Besondere Ereignisse   Messen und Konferenzen .....	40
Institutsleben .....	60
Impressum .....	63
Wissenschaftskennzahlen .....	64

# Fraunhofer-Gesellschaft



Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

Interdisziplinäre Forschungsteams der Fraunhofer-Gesellschaft setzen gemeinsam mit Vertragspartnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand originäre Ideen in Innovationen um, koordinieren und realisieren systemrelevante, forschungspolitische Schlüsselprojekte und stärken mit wertorientierter Wertschöpfung die deutsche und europäische Wirtschaft. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Austausch mit den einflussreichsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 3,0 Milliarden Euro. Davon fallen 2,6 Milliarden Euro auf den Bereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund ein Drittel steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht weit über den direkten Nutzen für die Auftraggeber hinaus: Fraunhofer-Institute stärken die Leistungsfähigkeit der Unternehmen, verbessern die Akzeptanz moderner Technik in der Gesellschaft und sorgen für die Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Hochmotivierte Mitarbeitende auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studentinnen und Studenten eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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



## Fraunhofer in Dresden

### Institute, Institutsteile und Einrichtungen

- Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
- Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP
- Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS
- Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI
- Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM Bremen, Institutsteil Dresden
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU Chemnitz, Institutsteil Dresden
- Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV Freising, Institutsteil Verarbeitungstechnik, Dresden
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS Erlangen, Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS
- Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM Berlin, Institutsteil All Silicon System Integration Dresden IZM-ASSID
- Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS Sankt Augustin, Institutsstandort Dresden



### Auftraggeber und Partner

- Forschungsinstitutionen
- Universitäten
- Wirtschaftsorganisationen
- Öffentliche Einrichtungen
- Verkehrsverbände und -unternehmen
- Energieversorger

Die vollständige Liste der Partner finden Sie unter:



### Akademische Kooperationen

- Technische Universität Dresden
- Technische Universität Bergakademie Freiberg
- Technische Hochschule Ingolstadt

# Fraunhofer IVI

## Verbund IUK-Technologie

### Vorsitzender des Verbunds

Prof. Dr. Boris Otto  
boris.otto@isst.fraunhofer.de

### Geschäftsführer

Alexander Nouak  
alexander.nouak@iuk.fraunhofer.de

### Kontakt am Fraunhofer IVI

Prof. Dr. Matthias Klingner  
matthias.klingner@ivi.fraunhofer.de

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

## Allianzen

### Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz

#### Geschäftsführer der Allianz

Dr. Dirk Hecker

#### Kontakt am Fraunhofer IVI

André Rauschert  
andre.rauschert@ivi.fraunhofer.de

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

### Fraunhofer-Allianz Verkehr

#### Vorsitzender der Allianz

Prof. Dr. Uwe Clausen

#### Mitglied des Lenkungskreises

Prof. Dr. Matthias Klingner  
matthias.klingner@ivi.fraunhofer.de

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

### Fraunhofer-Allianz Energie

#### Sprecher der Allianz

Prof. Dr. Hans-Martin Henning

#### Kontakt am Fraunhofer IVI

Dr. Martin Ufert  
martin.ufert@ivi.fraunhofer.de

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

### Fraunhofer-Allianz Batterien

#### Sprecher der Allianz

Prof. Dr. Jens Tübke

#### Kontakt am Fraunhofer IVI

Dr. Martin Ufert  
martin.ufert@ivi.fraunhofer.de

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

# Organigramm



## Administration



### Verwaltung

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



### International Business

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



### Human Resources

Susann Störmer  
Telefon +49 351 4640-683  
susann.stoermer@ivi.fraunhofer.de



### European Business

Marlen Kittelmann  
Telefon +49 351 4640-893  
marlen.kittelmann@ivi.fraunhofer.de

## Strategische Entwicklung



### Wissenschaftskoordination

Elisa Seiler  
Telefon +49 721 4640-354  
elisa.seiler@ivi.fraunhofer.de



### Wissenschafts- kommunikation und Design

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



### DesignLab for Applied Research

Prof. Dr. Jens Krzywinski  
Telefon +49 351 463-35750  
jens.krzywinski@ivi.fraunhofer.de

## Abteilungen



### Mobilität und digitale Dienste

Dr. Torsten Gründel  
torsten.gruendel@ivi.fraunhofer.de | Telefon +49 351 4640-664  
Datensysteme und Assistenz *Sebastian Pretzsch* | Ticketing und Tarife *N. N.*



### Fahrzeugsysteme

Dr. Frank Steinert  
frank.steinert@ivi.fraunhofer.de | Telefon +49 351 4640-846  
Fahrzeugtechnik *Dr. Marcel Markgraf* | Monitoring und Betriebsstrategien *Dr. Martin Ufert*  
Ladeinfrastruktur *Dr. Sven Klausner*



### Verkehrssicherheit und Fahrzeugautomatisierung

Prof. Dr. Thoralf Knot  
thoralf.knote@ivi.fraunhofer.de | Telefon +49 351 4640-628  
Fahrzeugsteuerung und -sensorik *Felix Keppler*  
Fahrzeug- und Verkehrssicherheit *N. N.*



### Strategie und Optimierung

Dr. Kamen Danowski  
kamen.danowski@ivi.fraunhofer.de | Telefon +49 351 4640-660  
Disposition *Dr. Kamen Danowski* | Digitale Geschäftsprozesse *André Rauschert* | Logistik *Denise Holfeld*  
Fraunhofer-Zentrum für die Sicherheit Sozio-Technischer Systeme (Fraunhofer SIRIOS)



### Kognitive und kooperierende Systeme

*N. N.*  
Kooperative Systeme *Dr. Thomas Otto*  
thomas.otto@ivi.fraunhofer.de | Telefon +49 351 4640-813

## Anwendungszentrum



### Vernetzte Mobilität und Infrastruktur

Prof. Dr. Gordon Elger  
gordon.elger@ivi.fraunhofer.de | Telefon +49 841 9348-2840  
Hochautomatisiertes Fliegen *Henri Meeß* | Vernetzte Systeme *Prof. Dr. Andreas Festag*  
Autonome Systeme *Prof. Dr. Klaus Kefferpütz*

# Im Profil

An den Standorten Dresden, Ingolstadt und Berlin erarbeiten die rund 150 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IVI Technologien und Konzepte in den Bereichen Mobilität, Energie und Sicherheit – von der zukunftsweisenden Vorlufforschung bis hin zur Praxisanwendung. Eng kooperiert das Institut mit der TU Dresden, der TU Bergakademie Freiberg sowie der TH Ingolstadt.

Seit 25 Jahren entwickelt das Institut Innovationen für die intelligente Planung, Koordinierung und Steuerung von Mobilität und prägt mit zuverlässigen Informations- und Assistenzsystemen, Plattformlösungen für Mobilitätsdaten und -dienste sowie dem elektronischen Ticketing die digitale Transformation im ÖPNV.

Zunehmend an Bedeutung gewinnen Vorhaben im Bereich der autonomen Systeme, unter anderem im Liefer- und Schwerlastverkehr sowie der Landwirtschaft. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Elektromobilität umfassen neben innovativen Ladetechnologien auch Lösungen für die Batterieerdiagnose. Das Fraunhofer-Anwendungszentrum »Vernetzte Mobilität und Infrastruktur« an der TH Ingolstadt befasst sich vor allem mit Fragestellungen zum automatisierten und kooperativen Fahren.

Vor dem Hintergrund zukünftiger technologischer und gesellschaftlicher Veränderungen steht das Thema Sicherheit im besonderen Fokus des Fraunhofer IVI. Dazu gehören Aspekte der Gefahrenabwehr im zivilen Bereich ebenso wie die Funktionssicherheit bei Fahrzeugtechnologien und Entwicklungen in den Bereichen Fahrzeug- und Verkehrssicherheit sowie Unfallforschung. Seit 2021 engagiert sich das Institut zudem im neu gegründeten Fraunhofer-Zentrum für die Sicherheit Sozio-Technischer Systeme (Fraunhofer SIRIOS) in Berlin.

## Intelligente Verkehrs- und Mobilitätssysteme

- Mobilitätsdienste und -daten
- Ticketing und Tarife
- Verkehrsplanung
- autonomes Fahren und kooperative Fahrmanöver
- Urban Air Mobility

## Fahrzeug- und Antriebstechnik

- Antriebstechnik
- Mehrachslenkung und Spurführung
- mobile Arbeitsmaschinen
- Thermomanagement

## Fahrzeug- und Verkehrssicherheit

- funktionale Sicherheit
- Unfalldatenanalyse
- Verkehrspsychologie

## Energiesysteme

- autarke Versorgungssysteme
- stationäre Energiespeicher

## Elektromobilität

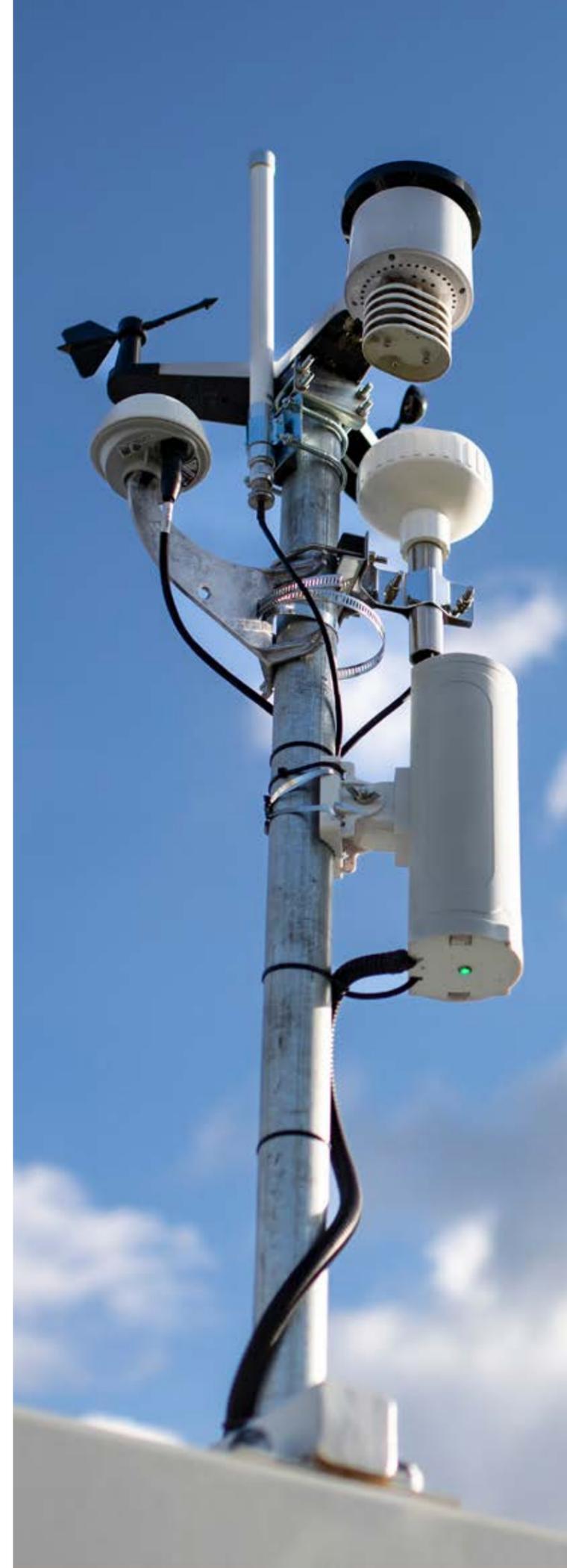
- Batterieentwicklung und -recycling
- Ladetechnologien
- Elektrobusse und E-Nutzfahrzeuge
- Brennstoffzellen/ Wasserstofftechnologien

## Prozessdatenanalyse

- Verkehrsökologie
- Logistik
- digitale Geschäftsprozesse

## Zivile Sicherheit

- Planung und Einsatzführung
- Infrastrukturmanagement
- Risikobewertung



# Ausstattung

- Technikum mit Fahrzeughalle und angrenzendem Testoval
- Versuchsfahrzeuge und Demonstratoren
- Messtechnik
- Prüfstände
- Software für Simulationen, Big Data, 3D-Konstruktion und GIS

Die vollständige Liste der Ausstattung finden Sie unter:

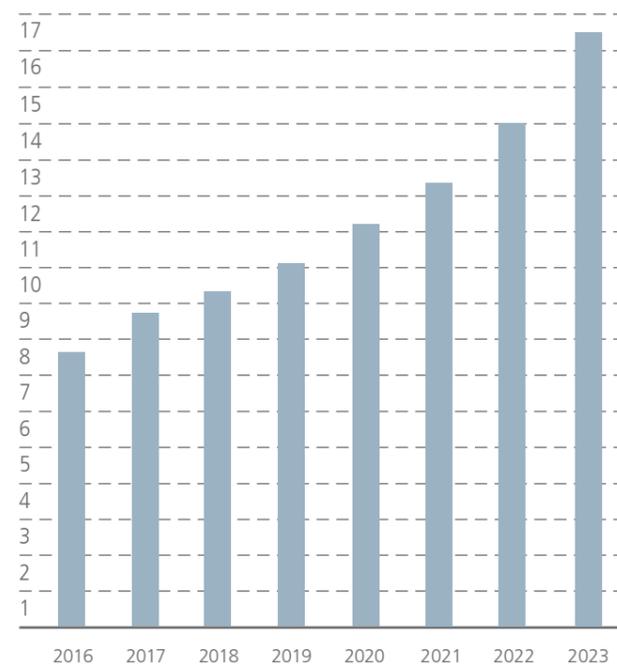




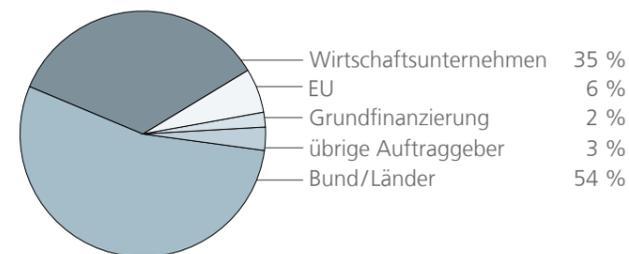
# Bilanzen

## Projektertragsentwicklung

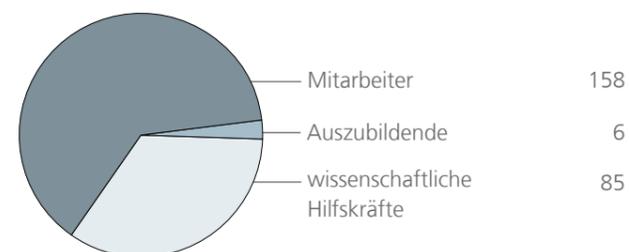
in Mio. Euro



## Finanzierung



## Mitarbeiter



# Kuratorium

## Mitglieder

Prof. Dr.-Ing. Thomas Brandmeier,  
Wissenschaftlicher Leiter, Institute of Safety in  
Future Mobility (ISAFE), Technische Hochschule Ingolstadt (THI)

Dr. Babett Gläser,  
Abteilungsleiterin Forschung, Sächsisches Staatsministerium  
für Wissenschaft, Kultur und Tourismus (SMWK)

Mario Herber,  
Polizeidirektor, Leiter Inspektion Zentrale Dienste,  
Polizeidirektion Dresden

MinR Hans-Peter Hiepe, a. D.  
Referatsleiter »Innovationsförderung; Strukturstärkung«,  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Stefan A. Lang,  
Director Innovation Center,  
Sensor-Technik Wiedemann (STW) GmbH

Katja Müller,  
Leiterin Personaltransformation,  
Lausitz Energie Bergbau AG (LEAG)

Sonja Penzel,  
Präsidentin, Landeskriminalamt Sachsen (LKA)

Prof. Dr.-Ing. Peter Pickel,  
Stellv. Direktor/Manager External Relations,  
John Deere GmbH & Co. KG

Nils Schmidt,  
Leiter Yunex Traffic Deutschland

Dr. Marzena Schöne,  
Referatsleiterin »Digitale Transformation im  
Hochschulbereich, Wissenschaftliche Bibliotheken«,  
Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und  
Tourismus (SMWK)

Dr.-Ing. Katharina Seifert,  
Head of Strategy and Steering Group R&D China,  
Volkswagen Group China

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



## Vorsitzender

Nils Schmidt,  
Leiter Yunex Traffic Deutschland



# Fahrerloses automatisiertes Shuttle FLASH

Autonome Fahrzeuge im ÖPNV gelten als eine Schlüsseltechnologie für die Mobilitätswende. Der automatisiert fahrende FLASH-Bus zeigt als produktiv betriebene Buslinie bereits heute, wie diese Zukunft Realität wird.

## Mobilität und digitale Dienste



Digitalisierung und Vernetzung in komplexen Verkehrssystemen nehmen rasant zu. Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen es, den Verkehr besser zu organisieren, neue Mobilitätsangebote zu etablieren und die Verkehrsteilnehmer aktiver einzubeziehen. Seit 25 Jahren werden am Fraunhofer IVI erfolgreich Themen im Bereich Mobilität bearbeitet. Dabei kann auf eine gute Zusammenarbeit mit unterschiedlichsten Akteuren, wie Verkehrsunternehmen und -verbänden, Partnern aus der Industrie und öffentlichen Einrichtungen verwiesen werden.

Die beiden Arbeitsgruppen »Datensysteme und Assistenz« sowie »Ticketing und Tarife« sind interdisziplinär aufgestellt. Fundiertes Wissen und umfangreiche Erfahrungen in den Bereichen Informatik, Mathematik, Softwaretechnologien, Informations- und Automatisierungstechnik sowie Verkehrswissenschaft, verbunden mit dem Know-how aus Anwendungsprojekten, bilden die Basis für die erfolgreiche Arbeit der Abteilung.

### Weitere Informationen



### Abteilungsleiter

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

### Leistungsangebot

- Datenräume und Plattformen für Verkehrs- und Mobilitätsdaten
- Auskunft- und Navigationsanwendungen, auch für alternative Mobilitätsangebote und Elektromobilität
- Tarifrechner für klassisches, elektronisches und mobiles Ticketing
- Tarifbezogene Programmiersprache mit Entwicklungs- und Testwerkzeugen
- Modellierung und Simulation von Tarifen
- Softwarelösungen für mobile Applikationen inkl. Front- und Backend- bzw. Cloud-Anwendungen
- Nutzbarmachung semantischer Technologien für Datenverarbeitung und Integration von Diensten

Um in ländlichen Regionen das Mobilitätsangebot auszubauen, setzt der Landkreis Nordsachsen mit Unterstützung des Fraunhofer IVI auf den Einsatz von automatisierten Fahrzeugen für den ÖPNV. Ein Meilenstein war die Inbetriebnahme des FLASH-Busses, der seit Sommer 2022 im produktiven Linienbetrieb in Nordsachsen unterwegs ist, automatisiert inner- und außerorts fährt und dabei verschiedene Kreuzungen und Kreisverkehre bewältigt. Für die Einbettung in den Verkehrsfluss erreicht das Fahrzeug ortsübliche Geschwindigkeiten von bis zu 60 km/h.

Der Betriebsbereich stellt hohe Anforderungen an die automatisierte Fahrfunktion. Daher wird dem FLASH-Bus an neuralgischen Streckenabschnitten durch wegseitige Sensorik des Fraunhofer IVI assistiert, beispielsweise an schwer einsehbaren Kreuzungen. Die Infrastruktur erfasst z. B. herannahende Fahrzeuge und gibt diese an das Shuttle weiter. An Kreuzungen kommunizieren vernetzte Lichtsignalanlagen ihre aktuellen Signalzustände und priorisieren den Bus mittels Car2X-Kommunikation. An der stark frequentierten Haltestelle am Bahnhof Rackwitz unterstützt die Infrastruktursensorik außerdem bei der Erfassung der Haltestellenbelegung sowie des Fahrgastwechsels.

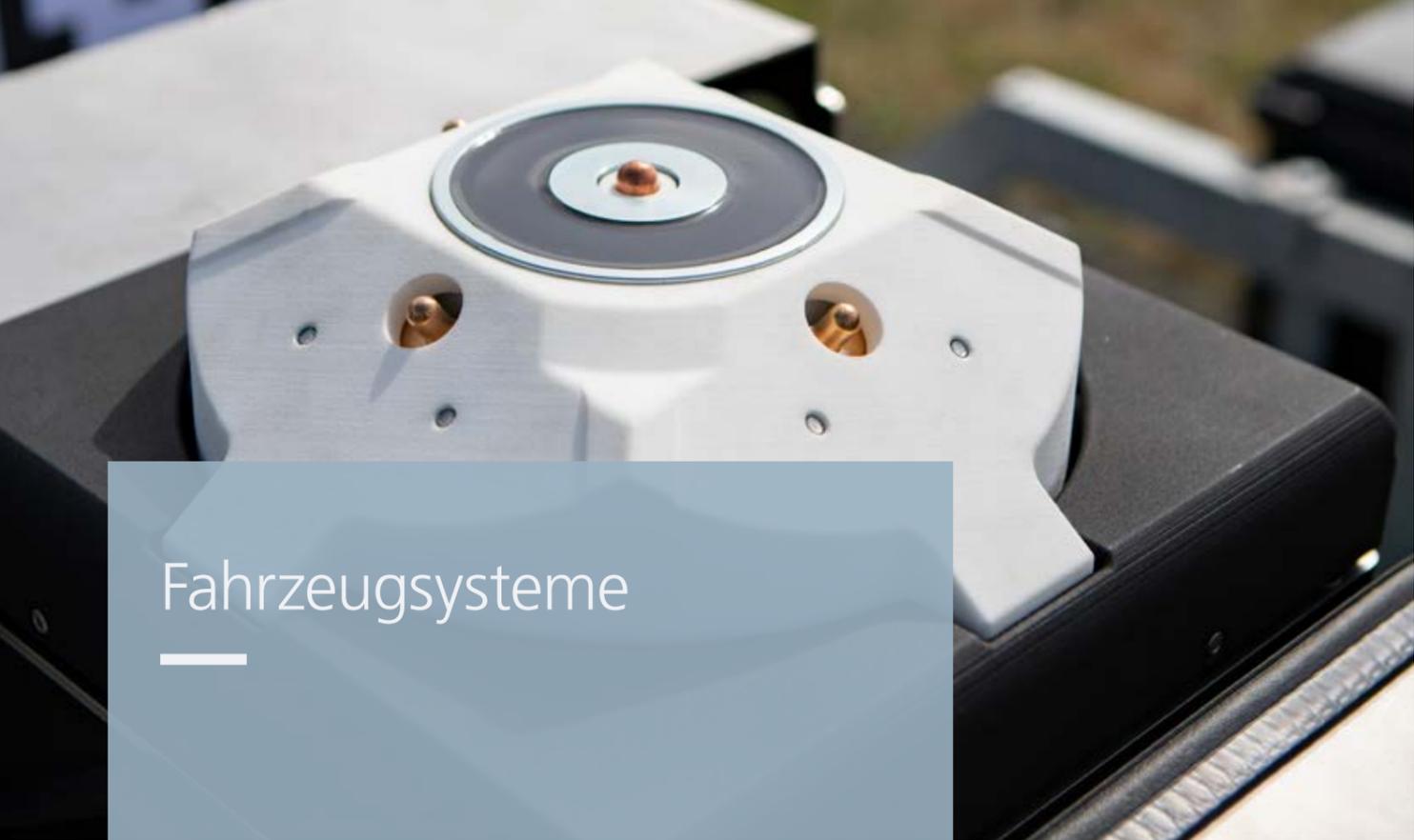
Da der fahrerlose Betrieb in Deutschland eine technische Aufsicht erfordert, überwacht eine Leitstelle das Verkehrsgeschehen und greift im Störfall koordinierend ein. Das Fraunhofer IVI stellt hierfür entsprechende Tools bereit.

Die Herausforderungen für die Betreiber automatisierter Verkehrsangebote sind enorm. Das Fahrzeug gilt als wichtiger, aber nicht alleiniger Erfolgsfaktor. Vielmehr bedingt das Fahren ein ineinandergreifendes Ökosystem, bestehend aus Fahrzeugen, unterstützender Infrastruktur sowie den Leitstellenfunktionen für die technische Aufsicht. Am Fraunhofer IVI entstehen dafür erforderliche Software- und Infrastrukturkomponenten außerhalb des Shuttles. Zudem wird durch das Institut die Anbindung an die automatisierten Fahrfunktionen und die Fahrgastinteraktionssysteme bereitgestellt. Dies ermöglicht die Transformation vom automatisierten Betrieb mit Sicherheitsfahrpersonal hin zu einem zukünftigen autonomen Betrieb.



### Ansprechpartner

Rico Auerswald  
rico.auerswald@ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 351 4640-624



## Fahrzeugsysteme

Technologien für neuartige Nutzfahrzeugkonzepte stehen im Fokus der Abteilung »Fahrzeugsysteme«. Kernthemen sind dabei innovative Lösungen und Schlüsseltechnologien im Bereich der Nutz- und Sonderfahrzeuge. Hierzu zählen der Gesamtfahrzeugentwurf, konstruktive Teillösungen, innovative Antriebe sowie Methoden für einen energieeffizienten Fahrzeugbetrieb sowohl im Antrieb als auch der Nebenaggregate.

Die Abteilung bietet ein breit gefächertes Leistungsspektrum, von der Entwicklung von Konzepten über die detaillierte Simulation und Auslegung der Fahrzeugsysteme bis hin zu Aufbau, Inbetriebnahme und Tests entsprechender Prototypen. Dazu gehören auch unterschiedliche Ladetechnologien sowohl für den Individual- als auch für den öffentlichen Verkehr.

### Weitere Informationen



### Abteilungsleiter

Dr. Frank Steinert  
frank.steinert@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 351 4640-846

### Leistungsangebot

- Konzeption und Auslegung elektrischer Antriebsstränge in Nutz- und Sonderfahrzeugen
- funktionale Sicherheit von Nutzfahrzeugen (ISO 26262)
- Elektrifizierung und Automatisierung von Landmaschinen
- Schnellladekonzepte für elektrische Fahrzeuge
- Entwicklung multimodaler Energieversorgungskonzepte (Bahn, Bus, stationär)
- Modellierung und Diagnose von Batterien und Brennstoffzellen
- Monitoring von Fahrzeugsystemen
- Entwicklung von Betriebsstrategien für Nutzfahrzeuge

# Megawatt-Schnellladung für elektrische Nutzfahrzeuge in der Logistik: MEGA-LADEN

Die Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs stellt eine besondere Herausforderung dar. Innerhalb eines Forschungsprojekts wurde als Nachladelösung ein unterfluriges automatisches Kontaktierungssystem für elektrisch angetriebene Nutzfahrzeuge entwickelt, das Leistungen im Megawatt-Bereich übertragen kann.

Gefördert durch:



Vor dem Hintergrund der erreichten technologischen Reife und der Verfügbarkeit am Markt fokussieren sich die Hersteller im Bereich schwerer Nutzfahrzeuge bereits in naher Zukunft vor allem auf batterieelektrisch angetriebene Fahrzeuge. Dieser Wandel trägt maßgeblich zur Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs bei und hilft, die ambitionierten Klimaschutzziele der Bundesregierung bis 2030 zu erreichen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens MEGA-LADEN entstand ein vollständiges Schnellladekonzept für schwere batterieelektrische Nutzfahrzeuge, das Lösungen für alle Aspekte des Ladevorgangs bereithält: Fragen des Fahrzeuganschlusses, der Kommunikation mit dem Fahrzeug, der Infrastruktur und des vollautomatischen Ladeprozesses mit sehr hoher Ladeleistung. Die Projektergebnisse sollen sich in allen Nutzfahrzeug- und Logistikanwendungen zum Standard entwickeln und den gesamten Anforderungsbereich zur Nachladung von E-Lkw bei deren kommerziellen Nutzung abbilden. Eine vollautomatische Batterieaufladung auf dem Logistikhof fördert zudem den personaleffektiven Einsatz von E-Fahrzeugen in dieser Branche.

Das Fraunhofer IVI hat das Schnellladekonzept als automatisches Unterflurkontaktsystem entwickelt, aufgebaut und auf dem Prüfstand sowie dem Versuchsgelände erprobt. Parallel durchgeführte Tests erbrachten den Nachweis der Übertragbarkeit von Strömen von bis zu 2000 A. Zu den wichtigsten Ergebnissen zählen:

- eine automatische, für die Anwendung in der Logistik optimierte Schnellladeschnittstelle für Betriebsspannung bis 1250 V mit skalierbarer Ladeleistung bis in den Megawatt-Bereich,
- ein Ladegerät für unterschiedliche Kontaktsysteme, das mehrere Ladepunkte versorgen und den jeweiligen Leistungsbezug zwischen diesen umverteilen kann, sowie
- die Demonstration der Schnellladefähigkeit und der betriebswirtschaftlich optimalen Anwendbarkeit.

Den Abschluss des Projekts bildete der praktische Einsatz in einem Berliner Logistikunternehmen unter realen Bedingungen.



### Ansprechpartner

Matthias Breitkopf  
matthias.breitkopf@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 351 4640-642



## Verkehrssicherheit und Fahrzeugautomatisierung

Überlange Fahrzeuge erhöhen die Effizienz im Verkehrssektor, stellen jedoch besondere Anforderungen an die Infrastruktur. Am Fraunhofer IVI entworfene Lenksysteme verbessern die Manövrierfähigkeit und erhöhen damit die Einsatzmöglichkeiten derartiger Fahrzeuge.

Die Automatisierung im Verkehr und in der Landwirtschaft ist ein Thema der Zukunft. Anwendungen außerhalb des öffentlichen Straßenraums sind ein wichtiger Migrationspfad, für den in der Abteilung das Leitstandsystem helyOS® (highly efficient online yard Operating System) entwickelt wurde. helyOS® koordiniert Fahraufgaben, ordnet diesen Ressourcen zu und ermittelt Fahrwege.

Hochautomatisierte und autonom fahrende Fahrzeuge setzen völlig neue Maßstäbe hinsichtlich der Sicherheit und deren Nachweis. In der Abteilung werden Unfallanalysen sowie Verkehrsbeobachtungen durchgeführt, die als Grundlage für Fahr- und Prüfscenarien bei der Entwicklung und Zulassung automatisierter und hochautomatisierter Fahrfunktionen dienen.

### Leistungsangebot

- innovative Lenksysteme für überlange und mehrachsgelenkte Straßenfahrzeuge
- Leitstand für autonomes Fahren außerhalb des öffentlichen Straßenraums
- vollautomatische Manöverplanung für Straßentransportfahrzeuge
- Analysen, Erhebungen und Entwicklungen im Bereich Fahrzeug- und Verkehrssicherheit
- verkehrspsychologische Analysen des Erlebens und Verhaltens unterschiedlicher Gruppen von Verkehrsteilnehmern
- Fahrszenarien und deren Test mit Hilfe von Bewegungsplattformen
- Einführungskonzeptionen für Elektro- und H<sub>2</sub>-Brennstoffzellenbusse
- Ladeinfrastruktur für Busbetriebs- und Logistikhöfe

### Weitere Informationen



### Abteilungsleiter

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

## Der sichere automatisierte Betriebshof der Zukunft: SAFE20

Bei der Automatisierung von Betriebshöfen mit fahrerlosen Fahrzeugen spielt die Sicherheitsbetrachtung eine zentrale Rolle. Derzeit fehlt dafür jedoch ein ganzheitliches Konzept. Das Forschungsvorhaben SAFE20 lieferte wichtige Antworten für den produktiven Regelbetrieb und damit für den wirtschaftlichen Erfolg autonom fahrender Nutzfahrzeuge.

Gefördert durch:



Wie muss das Sicherheitskonzept für einen hochautomatisierten Betriebshof zukünftig gestaltet sein, damit alle Abläufe reibungslos funktionieren? Im BMWK-geförderten Verbundprojekt SAFE20 bündelten acht Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft ihre Kompetenzen, um Lösungen für diese Fragestellung zu entwickeln. Neu ist dabei der ganzheitliche Ansatz: Anstatt sich wie bisher primär auf die Intelligenz der Fahrzeuge zu fokussieren, betrachtete SAFE20 ein Gesamtsystem, dessen Zweck darin besteht, logistische Routineaufgaben auf Betriebshöfen mithilfe intelligenter Fahrzeuge durchzuführen. Im Fokus stand dabei die Optimierung dreier Aufgaben, die auf Logistik-Betriebshöfen täglich hundertfach vorkommen:

- das Aufnehmen und Umsetzen von Wechselbrücken,
- das Aufnehmen und Umsetzen von Sattelanhängern sowie
- die automatische Abfertigung von Verteiler-Lkw.

Um diese Arbeitsschritte von einer zentralen Leitsteuerung planen und überwachen zu lassen, wurden innerhalb des Projekts die notwendigen Automatisierungs- und Sicherheitsfunktionen erarbeitet. So können fahrerlose Fahrzeuge diese Aufgaben künftig sicher und effizient auch im Mischbetrieb mit konventionellen Fahrzeugen mit bis zu 20 km/h ausführen. Das Gesamtsystem selbst besteht aus den automatisierten Fahrzeugen sowie einer hofseitigen Automatisierungszone, die wiederum das zentrale Leitstandsystem sowie infrastrukturseitige Sensorknoten und ein drahtloses Kommunikationsnetz umfasst.

Hier eröffnen sich neue Wege in der Sicherheitsbetrachtung, da Fahrzeuge neben den Informationen der eigenen Systeme zusätzliche Daten verarbeiten können – in Echtzeit von der Automatisierungszone bereitgestellt.

Aufbauend auf dem Open-Source-Framework helyOS® sowie erweiterten Routen- und Pfadplanungsdiensten der TruckTrix®-Familie entstand eine Software, die logistische Aufgaben vollautomatisch in Maschinen-interpretierbare Missionen übersetzt. Zur Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Leitstand wurde unter anderem der VDA5050-Standard für fahrerlose Transportsysteme und mobile Roboter implementiert.



### Ansprechpartner

Felix Keppler  
felix.keppler@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 351 4640-662



## Strategie und Optimierung

Mit den Themenfeldern Gefahrenabwehr, Geschäftsprozessanalyse, Logistikplanung und Infrastrukturmanagement bietet die Abteilung »Strategie und Optimierung« ein breites Leistungsspektrum an. Zu dem interdisziplinären Team der drei Arbeitsgruppen gehören Informatiker, Geowissenschaftler und Mathematiker, die neben der methodischen Fachkompetenz ein umfangreiches Praxiswissen besitzen.

Die anwendungsorientierten Forschungsprojekte dienen der Entscheidungsunterstützung bei der optimierten Planung und Steuerung von Ressourcen. Zu den Kernkompetenzen der Abteilung gehören sowohl die Entwicklung neuartiger Optimierungsverfahren und -algorithmen als auch die Konzeption und Implementierung komplexer Systeme. Im Zeitalter der Digitalisierung zählt nicht mehr nur die Beherrschbarkeit der Daten, sondern die Schaffung eines Datenwerts als Geschäftsnutzen.

### Weitere Informationen



### Abteilungsleiter

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

### Leistungsangebot

- Systeme zur operativ-taktischen Einsatzführung für Feuerwehr, Rettungsdienst, Katastrophenschutz, Polizei und Spezialeinheiten
- Analysen und Risikobewertung in der Gefahrenabwehr: Brandschutzbedarfsplanung, Rettungsdienstbereichsplanung, Standortoptimierung
- robuste verteilte Systeme mit Analytikwerkzeugen aus Data Mining, Machine Learning und NLP auf Basis von Big/Smart Data
- datengetriebene Prozessoptimierung mit KI-Methodiken
- prädiktive und präskriptive Analysen für Entscheidungsunterstützungssysteme
- integrierte Optimierung von Produktionsprozessen und Laderäumen
- zustandsbasierte Instandhaltungsplanung

## IuK-Lösungen für eine sicherere Gesellschaft

**Naturkatastrophen, Extremwetterlagen, Terrorismus, organisierte Kriminalität, Extremismus und Alltagskriminalität stellen unsere demokratische Gesellschaft vor sehr hohe Herausforderungen. Die hochkomplexen Bedrohungslagen können nur mit Hilfe neuester Informations- und Kommunikationstechnologien bewältigt werden.**

Seit mehr als 20 Jahren entwickelt das Fraunhofer IVI Technologien mit dem Schwerpunkt Einsatzführung und Kommunikation und überführt sie in die praktische Nutzung. Entstanden ist dabei eine umfangreiche Produktfamilie, zu der gleichermaßen frei konfigurierbare Komplettsysteme für den Endanwender, Komponenten und Module für Fremdsysteme sowie Optimierungsalgorithmen und Entscheidungsunterstützungsverfahren gehören.

Die Technologie MobiKat® dient der vernetzten Lageführung und unterstützt die Lagebewertung sowie strategische und operative Entscheidungen in den Bereichen Feuerwehr, Rettungsdienst, Katastrophenschutz und Polizei. Neben der Lageführung und -visualisierung über alle Führungsebenen bietet das System verschiedenste Module, u. a. für die Ortung von Kräften und Mitteln, Einsatzkommunikation, Auftragsverwaltung, Lageanalyse und Risikobewertung. Die direkte Einbindung und Präsentation von Videoquellen (z. B. von stationären und mobilen Kameras oder auch Drohnen) bewähren sich insbesondere in Hochwasserlagen sowie bei der Absicherung von Großveranstaltungen. Ein webbasiertes Stammdatenportal für die dezentrale Erfassung und Pflege von Personal, Technik, Einsätzen, Standorten und Schwerpunktobjekten reduziert die administrativen Aufwände bei den MobiKat®-Nutzern erheblich. Aus den Daten werden zudem aggregierte Auswertungen für die Ebene der Gemeinden und Landkreise automatisiert berechnet.

Das Führungs- und Kommunikationssystem SE-Netz/EKUS bietet Führungsmodule für den Stab sowie mobile Applikationen für die Einsatzbeamten in den Spezialeinheiten der Polizei. Die Technologie wurde mit dem Paul-Koettig-Preis des Bundes Deutscher Kriminalbeamter (2017) sowie dem Fraunhofer-Preis (2020) ausgezeichnet. MePol, eine auf SE-Netz/EKUS basierende Lösung für den Regeldienst der Polizei, wird seit 2021 in der Praxis eingesetzt und fortlaufend weiterentwickelt.

Als Partner in zahlreichen Forschungsprojekten, wie z. B. PrimAIR, KIWA oder TARGET, ist das Fraunhofer IVI in der nationalen und internationalen Sicherheitsforschung stark vernetzt.



### Ansprechpartner

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



## Kognitive und kooperierende Systeme

Die Arbeiten in der Abteilung »Kognitive und kooperierende Systeme« konzentrieren sich auf das vorausschauende vernetzte und automatisierte Fahren unter Einbeziehung aller Verkehrsteilnehmer und der Verkehrsinfrastruktur. Im besonderen Fokus steht die Kooperation zwischen den Akteuren und damit der zuverlässige Austausch von Informationen sowie Nachrichten.

Kognitive Systeme ermöglichen das Erfassen, Lernen und Antizipieren von Verkehrsszenarien. Sie bieten neuartige Methoden und Algorithmen zur Lösung aktueller verkehrlicher Problemstellungen, mit deren Hilfe das vernetzt-automatisierte Fahren im urbanen Umfeld zielführend unterstützt und gesteuert werden kann. Ein Beispiel dafür ist die Smart Intersection, die intelligente Kreuzung.

### Weitere Informationen



### Gruppenleiter

Dr. Thomas Otto  
thomas.otto@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 351 4640-813

### Leistungsangebot

- Konzeption, Erprobung und Bereitstellung von kooperativen und kognitiven Systemlösungen für vernetztes und automatisiertes Fahren
- Umsetzung hybrider Cloud-Systeme, Systeme des C-ITS-Testfeld-Backends sowie Managementsysteme für vernetzte Infrastrukturen
- Entwicklung von Algorithmen und Kommunikationsprotokollen für innovative verkehrliche Anwendungen und Dienste
- Entwurf und Realisierung hybrider Simulationsumgebungen
- Realisierung der infrastrukturseitigen Objekterfassung zur Bereitstellung verkehrsrelevanter dynamischer Objekte und Verkehrsszenarien
- Bereitstellung von Testfahrzeugen für das automatisierte und vernetzte Fahren inkl. Visualisierung der Applikationen
- Planung, Durchführung und Auswertung von Fahr- und Kommunikationsversuchen im Labor, auf dem geschlossenen Prüfgelände sowie im öffentlichen Digitalen Testfeld Dresden

## Auf dem Weg in die automatisierte kooperative Mobilität der Zukunft

**Automatisiertes Fahren in Städten ist hochkomplex. Der Aufbau und Betrieb eines Testfelds für vernetzt-assistiertes Fahren eröffnet neue Möglichkeiten für die agile Entwicklung und sichere Erprobung von Infrastrukturkomponenten und Fahrzeugen.**

Ein europaweit grenzenloses Verständnis von kooperativem Fahren bildet die Basis für eine sichere und effiziente automatisierte Mobilität. Die Digitalisierung der Verkehrsinfrastruktur schafft dabei die Grundlage zur Realisierung des automatisierten Fahrens innerhalb hochkomplexer urbaner verkehrlicher Situationen.

Das Digitale Testfeld Dresden wurde 2016 federführend durch das Fraunhofer IVI initiiert. Mit dem Aufbau einer vernetzten Lichtsignalanlage wurde der erste Showcase zum kooperativen und automatisierten Fahren präsentiert. Damit war der Grundstein für ein Versuchsfeld gelegt, das allen Partnern aus Wissenschaft und Industrie offensteht. Im Anschluss an die Entwicklung und den Test der Applikationen dienten unterschiedliche Demoszenarien schließlich dazu, automatisiertes und vernetztes Fahren für die Fachwelt erlebbar zu machen.

Im Zuge der Automatisierung gewinnt die Infrastruktur zunehmend an Bedeutung. Smarte Sensorlösungen, intelligentes Verkehrsmanagement und Echtzeit-Assistenz aus der Infrastruktur sind essentiell für eine sichere und effiziente automatisierte Mobilität in diesen komplexen Situationen. Basis sind europaweit standardisierte C-ITS-Nachrichten und harmonisierte Services, die ein einheitliches grenzenloses Car2X-Verständnis ermöglichen.

Die vom Fraunhofer IVI entwickelte Umgebung für Infrastruktur-assistiertes Fahren umfasst neben dem Tooling, der Planung und dem Echtzeitmonitoring von C-ITS-Kommunikation auch intelligente Algorithmen zur Umfelderkennung, Objektklassifikation, Tracking und Fusion bis hin zur latenzarmen und sicheren Steuerung von Fahrzeugen aus der Cloud bzw. dem Leitstand der technischen Aufsicht. Im Rahmen des Urban C-ITS Contest nahm das Institut 2023 den Preis als »Frontrunner for supporting the automation of vehicles« entgegen, mit dem Dresden unter mehr als 50 europäischen Städten ausgezeichnet wurde. Besonderer Dank gilt hierbei den Partnern, speziell der Stadt Dresden und dem Landesamt für Straßenbau und Verkehr.



### Ansprechpartner

Dr. Thomas Otto  
thomas.otto@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 351 4640-813



## Vernetzte Mobilität und Infrastruktur

Das Fraunhofer-Anwendungszentrum »Vernetzte Mobilität und Infrastruktur« an der Technischen Hochschule Ingolstadt widmet sich aktuellen und zukunftsweisenden Fragestellungen zum automatisierten und kooperativen Fahren. Mittels wegseitiger Absicherungssysteme und einer hochperformanten Car-to-Infrastructure-Kommunikation (V2X) sollen die Sicherheitsrisiken von teil- und vollautomatisierten Verkehrsflüssen minimiert und das Verkehrsgeschehen effizienter gestaltet werden.

Langfristig wird die Nutzung der dritten Dimension der Mobilität – des Luftraums – den Transport von Gütern, aber auch die Beförderung von Menschen erleichtern. Hierfür werden vielfältige Kompetenzen auf den Gebieten der Sensorik, der Kommunikation sowie der Künstlichen Intelligenz gebündelt, Synergien mit der ansässigen Industrie genutzt und eng mit der Stadt Ingolstadt und ihren Partnern kooperiert.

### Weitere Informationen



### Leiter des Anwendungszentrums

Prof. Dr. Gordon Elger  
gordon.elger@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 841 9348-2840

### Leistungsangebot

- Erprobung des vernetzten automatisierten Fahrens im Digitalen Testfeld Ingolstadt/Bayern
- Backend- und Cloud-Anwendungen für kooperative Systeme
- infrastrukturseitige Sensorik und Assistenz
- Umfelderkennung und Manöversteuerung für autonome Drohnen
- hochpräzise Ortung für Indoor- und Outdoorbereiche
- KI-basierte Umfelderkennung und Fahrfunktionen
- V2X-Kommunikation (ETSI ITS-G5, C-V2X, 5G), C-ITS Facilities und Applikationen
- Verkehrserfassung, -management und -steuerung
- Sensorüberwachung, Fehlfunktionserkennung und Sensor-Rekalibrierung und -steuerung

## Die Zukunft des autonomen Fliegens gestalten

Mit dem Mission Statement »Leading the world towards safe autonomous flying« hat das Anwendungszentrum des Fraunhofer IVI vor zwei Jahren im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts ALBACOPTER® seine Initiative zum hochautomatisierten Fliegen gestartet. Das Hauptziel liegt in der Entwicklung einer modularen und universellen Autopiloten-Suite für verschiedene Szenarien im unteren Luftraum.

Analog zum autonomen Fahren erschließen rasante Entwicklungen in der Künstlichen Intelligenz (KI) neue Perspektiven für die Luftfahrt. Das Anwendungszentrum konzentriert sich auf die Urban Air Mobility und Advanced Air Mobility. Hier bedarf es intelligenter Systeme, um kritische Flugphasen wie Start und Landung unterstützen zu können. Zudem bietet die Automatisierung enorme Potentiale, Geschäftsmodelle zu skalieren und damit den Durchbruch der Branche voranzutreiben.

Der verfolgte Ansatz ist luftfahrzeugunabhängig und arbeitet über generalisierte Schnittstellen. Die im Leitprojekt konzipierte eVTOL-Plattform ALBACOPTER® gestattet dabei die Abbildung aller relevanten Flugmodalitäten und ermöglicht die Entwicklung für Drohnen, Lufttaxis und Helikopter. Der Fokus liegt auf der Entwicklung eines vollständig autonomen Systems, wobei die Einbindung der KI in der Erprobungsphase zunächst als Pilot-Assistenzsystem erfolgt. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit von KI und Gesamtsystem. Zur Erfüllung der hohen Anforderungen in der Luftfahrt werden redundante Multi-Sensorsysteme eingesetzt und über leistungsstarke Embedded-Systeme auf den Luftfahrzeugen ausgewertet. Die 3D-Repräsentation des Umfelds wird durch Deep-Learning-Ansätze gelöst und dient als Grundlage für die Pfadplanung, um sichere Flugtrajektorien zu erzeugen. Die Missions-KI übernimmt die Entscheidungsfindung und Szenarienbewertung – der letzte Schritt zur vollständigen Autonomie und damit die Substitution des Piloten.

Die Autopiloten-Suite wird kontinuierlich erweitert, um auf die komplexen Fragestellungen der Industrie reagieren zu können. Das erste real demonstrierte Modul, die autonome (Not-)Landung in unbekanntem Terrain, erlaubt es Systemen, unabhängig von sonstigen Informationsquellen sichere Landeplätze anzufliegen.

Es ist gelungen, das Portfolio auf diesem Gebiet innerhalb des letzten Jahres um drei weitere Forschungsvorhaben zu erweitern. Dabei liegt der Fokus auf der Diversifikation des KI-Einsatzes in der Luftfahrt und der weiteren Ausgestaltung der Autopiloten-Suite.



### Ansprechpartner

Henri Meeß  
henri.meess@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 172 5169897



# Fraunhofer SIRIOS

## Kritische Infrastrukturen in urbanen Räumen effektiv schützen

**Intensive Niederschläge, Hitzewellen oder Stürme – klimabedingte Extremereignisse nehmen immer mehr zu und erfordern in der Gefahrenabwehr eine besondere Aufmerksamkeit. In den Projekten PROTECT und SchIRm entsteht am Fraunhofer SIRIOS eine Plattform zur Verbesserung der Reaktionsfähigkeit von Einsatzkräften, Helfern und der Bevölkerung mit dem Ziel, kritische Infrastrukturen bestmöglich zu schützen.**

Das Fraunhofer-Zentrum für die Sicherheit Sozio-Technischer Systeme (Fraunhofer SIRIOS) trägt dazu bei, komplexe Sicherheitsszenarien erleb- und beherrschbar zu machen, um die Sicherheit und Resilienz in der Gesellschaft zu erhöhen.

Mit einer Anschubfinanzierung durch den Bund und das Land Berlin baut die neu gegründete Einrichtung in den kommenden drei Jahren eine in Europa einzigartige Forschungs-, Test- und Trainingsumgebung für Sicherheitsbehörden, Rettungskräfte und Betreiber kritischer Infrastruktur auf. Hier können Szenarien simuliert, virtuell erfahren und real erprobt werden.

Angesiedelt am Berliner Fraunhofer FOKUS arbeitet dafür in der Aufbauphase eine wachsende Zahl von Mitarbeitern aus den Fraunhofer-Instituten EMI, FOKUS, IOSB und IVI gemeinsam an institutsübergreifenden Projekten. Das Fraunhofer IVI bringt seine langjährigen Kompetenzen aus der Zusammenarbeit mit Anwendern in den Bereichen Feuerwehr, Rettungsdienst, Katastrophenschutz und Polizei in die Vorhaben am Fraunhofer SIRIOS ein.

In enger Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten IOSB, EMI und FOKUS entwickelt das Fraunhofer IVI Infrastruktursimulatoren für verschiedene Bereiche, darunter Trinkwasser-, Strom-, Gas- und Telekommunikationsnetze. Zusätzlich werden Gebäudeschadensanalysen durchgeführt, um Einsatzkräften ein umfassendes Lagebild der kritischen Infrastruktur zu ermöglichen. Einen wesentlichen Beitrag zum Co-Simulationssystem lieferte das Team des Fraunhofer IVI mit der Entwicklung der agentenbasierten Modellierung der Einsatzkräfte. Innerhalb eines digitalen Stadtmodells generiert sie Vorfälle, die mittels Detektion in einem virtuellen Leitstellenmodell aufgenommen werden, und erzeugt daraus eine Dispositionsstrategie entsprechend einer Alarm- und Ausrückeordnung (AAO). »Digitale« Einsatzkräfte, die in der Simulation durch taktische Zeichen in der grafischen Oberfläche angezeigt werden, bearbeiten schließlich die generierten Vorfälle. Gleichzeitig bewerten Verantwortliche, wie Stabsleiter, Einsatzkräfte und Fachgruppen, die Effektivität der AAO und leiten auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse Empfehlungen für zukünftige Krisensituationen ab.

Entsprechende statistische Auswertungen und anschauliche grafische Darstellungen liefert das modulare System MobiKat®, das bereits seit längerem in der Praxis etabliert ist.

In zukünftigen Szenarien sollen sowohl der Simulator der Einsatzkräfte als auch die Simulatoren für die Infrastrukturnetze und Gebäudeschadensanalyse in der Lage sein, auf zusätzliche Echtzeitdaten zu reagieren, um so die Leistungsfähigkeit des Co-Simulationssystems weiter zu verbessern. So könnten individuelle Eindrücke aus der Bevölkerung in Form von Bildern über eine mobile App übermittelt oder Videodaten von Drohnenkameras in das System integriert werden.

### Weitere Informationen



### Geschäftsführer Fraunhofer SIRIOS

Niklas Reinhardt  
niklas.reinhardt@  
sirios.fraunhofer.de  
Telefon +49 30 3463-7594

### Leistungsangebot

- Simulation komplexer sozio-technischer Sicherheitsszenarien
- Visualisierung und Analyse von Einsatzszenarien
- Ausarbeitung von Handlungsoptionen und Abwehrstrategien
- anbieterunabhängige Entwicklungs- und Testumgebungen
- Unterstützung bei der Planung neuer Sicherheitslösungen
- simulationsgestützte Trainings und Schulungen
- Konzeption und Durchführung von Planspielen und virtuellen Stresstests
- ressortübergreifende Großschadenslagen-Demonstrationen
- Entwicklung von Workshop- und Austauschformaten

Das System ermöglicht es zudem, zeitliche Entwicklungen in den Infrastrukturnetzen und Vorhersagen von Gebäudeschäden direkt auf das Einsatzgeschehen zu übertragen. Durch die mehrfache Simulation einer Situation können Unsicherheiten identifiziert und der Einsatzleitung ein fundierteres Lagebild bereitgestellt werden.



### Ansprechpartner

Maik Simon  
maik.simon@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 173 6188755



## Strategische Entwicklung

### Schnelltest zur Batteriealterung

Lithium-Ionen-Batteriesysteme haben in automobilen Anwendungen typischerweise ihre Lebensdauer erreicht, wenn deren Restkapazität auf 70 bis 80 Prozent gefallen ist. Als sogenannte Second-Life-Batterien können diese Systeme wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft einer neuen Verwendung, beispielsweise in stationären Energiespeichern, zugeführt werden. Hierfür ist in möglichst kurzer Zeit der Alterungszustand für jede einzelne Zelle des Batteriesystems zu ermitteln.

Forscher der Gruppen »Wissenschaftskoordination« und »Monitoring und Betriebsstrategien« entwickelten gemeinsam ein Schnelltest-Diagnoseverfahren, das in wenigen Sekunden bis Minuten entscheidet, inwieweit sich eine Zelle für die Weiterverwendung in einer Second-Life-Batterie eignet.

Das Verfahren erfordert keine klassischen Batteriemodelle, sondern basiert auf einer Analyse des Verhaltens unterschiedlich gealterter Referenzzellen. Die Zellen werden mit einem definierten Stromprofil belastet und die wesentlichen Unterschiede der Spannungsantworten in Form eines Referenzkennfeldes kompakt beschrieben. In der Anwendung wird die zu diagnostizierende Zelle mit dem gleichen Stromprofil beaufschlagt und die Spannungsantwort in das Referenzkennfeld projiziert. Durch die Position im Kennfeld lassen sich die relevanten Kenngrößen, insbesondere die Kapazität und der Innenwiderstand der Zelle, ablesen. Die Genauigkeit der Aussagen wächst mit der Messdauer, so dass das Verfahren flexibel an die geforderte Klassifikationsgüte angepasst werden kann.

Der Schnelltest ermöglicht eine robuste Bewertung des Alterungszustands und damit die Klassifikation in Second-Life-geeignete bzw. dem Recycling zuzuführende Zellen. Für die untersuchten Zelltypen wurde die Dauer der Diagnose optimiert und gezeigt, dass eine Klassifikation bereits nach wenigen Sekunden möglich ist und eine belastbare Aussage über die Kenngrößen innerhalb von Minuten erfolgen kann.

#### Ansprechpartner

Prof. Dr. Ralf Bartholomäus  
ralf.bartholomaeus@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 351 4640-815



### Autarke Mikrosiedlungen für energiebewusste Lebensweise im ländlichen Raum – AMSEL

In den zusammengehörigen Forschungsvorhaben AMSEL und Telewerk entsteht in Mittweida eine Experimentalplattform in modularer Holzbauweise, die als vernetzte Mikrosiedlung mit dem Bestandsgebäude WERKBANK32 gekoppelt ist. Integrierte und geteilte Quartierspeicher ermöglichen eine bedarfsgerechte und weitestgehend autarke Versorgungsinfrastruktur.

Architektonisch ist die Gestaltung der beiden Neubauten auf die Ertragsmaximierung in den Wintermonaten ausgelegt. Dabei sind die Solarflächen konsequent nach Süden und nach dem Zenit der Wintersonne ausgerichtet.

Das Fraunhofer IVI lieferte den Basisentwurf und das Design der Gebäudekubaturen und führt dabei gezielt das autartec®-Gestaltungsprinzip fort. Die Herstellung des Tiny-Hauses AMSEL erfolgt über drei vorgefertigte und vorkonfigurierte Module in Holzbauweise.

Nach Inbetriebnahme der Mikrosiedlung sollen Aspekte der Erzeugung, des Verbrauchs und der Bereitstellung von Energie im Quartier untersucht werden. Dafür sind auf dem Dach und an den Außenwänden Photovoltaikflächen installiert und im Inneren Energiespeicher, schaltbare Verbraucher sowie thermisch aktivierbare Bauteile verbaut.

Der Smart-Living-Ansatz verfolgt das Ziel einer nutzerabhängigen Steuerung. Ein flexibles Energiemanagementsystem soll den Energieverbrauch im Haus optimieren, aber auch auf Signale aus dem Netz reagieren können und somit einen bedarfsgerechten Gebäude- und Quartiersbetrieb sicherstellen.

STAATSMINISTERIUM FÜR  
REGIONALENTWICKLUNG



#### Ansprechpartner

Ernst-Eckart Schulze  
ernst-eckart.schulze@  
ivi.fraunhofer.de  
Telefon +49 351 4640-643

## Effiziente Vorgewendeplanung für Landmaschinen mit kinematischen Beschränkungen



Adrian Schönagel

Abteilung  
»Verkehrssicherheit und  
Fahrzeugautomatisierung«

adrian.schoennagel@  
ivi.fraunhofer.de  
Tel. +49 351 4640-686

*Mit zunehmender Automatisierung lassen sich die Prozesse in der Landwirtschaft deutlich verbessern. Dabei muss gewährleistet werden, dass die Arbeitsmaschinen Hindernisse und Begrenzungen identifizieren können. Um diese Herausforderung zu lösen, entstand innerhalb der Arbeit ein Algorithmus für eine robuste Pfadplanung.*

Die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Erzeugnissen wächst, der Mangel an qualifizierten Arbeitskräften verschärft sich und eine ressourcenschonende und nachhaltige Bewirtschaftung wird immer wichtiger. Hier kann die Automatisierung von Landmaschinen einen wesentlichen Beitrag leisten. Eine kritische Komponente ist dabei die Entwicklung eines dedizierten und robusten Pfadplaners. Landwirtschaftliche Pfade bestehen in der Regel aus geraden Leitspuren und Vorgewendepfaden, die parallel zu Feld- und Hindernisgrenzen verlaufen.

Ziel der Diplomarbeit war es, einen Algorithmus zur Planung von Pfaden entlang von Feldgrenzen zu entwerfen. Der Pfad sollte so nah wie möglich an der Feldgrenze liegen, ohne einen Mindestabstand zu unterschreiten oder Krümmungsbegrenzungen zu verletzen.

Zunächst erfolgte die Positionierung der Kontrollpunkte entlang der Feldgrenze. Auf dieser Basis wurde ein NURB-Spline für die Modellierung erzeugt, das Krümmungsprofil berechnet und die Regionen mit Krümmungsverletzungen daraufhin extrahiert. In diesen besonders komplexen Regionen der Feldgrenze können die Kontrollpunkte dann analytisch so verschoben werden, dass der Spline vorgeglättet wird.

Im Weiteren wurde der Pfadverlauf als nichtlineares Optimierungsproblem aufgefasst, das sich mit der SLSQP-Methode (Sequential Least Squares Programming) näherungsweise lösen lässt. Zur Reduzierung der Rechenzeit, z. B. bei besonders großen Feldern, wurde die Feldgrenze an langen, geraden Segmenten aufgeschnitten und die beiden Hälften unabhängig voneinander betrachtet. Dadurch ergeben sich mehrere, jeweils weniger komplexe Teilprobleme, die parallel gelöst werden können. Ein stetiger Übergang zwischen den Segmenten wird durch die Parametrierung der NURB-Splines sichergestellt.

Eine abschließende Analyse des Pfadplaners hinsichtlich seiner Tauglichkeit für reale, organisch geformte Feld- und Hindernisgrenzen und verschiedene Maschinentypen bestätigte die Ergebnisse der Arbeit.

Die Diplomarbeit wurde an der Technischen Universität Dresden bei der Professur für Automatisierungstechnik von Prof. Dr. techn. Klaus Janschek eingereicht.

Mein besonderer Dank gilt den Gutachtern und Betreuern der Arbeit, Dipl.-Ing. Nils Dunkelberg vom Fraunhofer IVI, sowie Prof. Dr. techn. Klaus Janschek. Ebenfalls möchte ich Felix Keppler, M. Sc., vom Fraunhofer IVI für die Unterstützung bei der Themenfindung danken.

## Entwicklung eines Simulationsmodells zur dezentralen, regenerativen Energieversorgung vollelektrischer landwirtschaftlicher Fuhrparke



Sten Horn

Abteilung  
»Fahrzeugsysteme«

sten.horn@  
ivi.fraunhofer.de  
Tel. +49 351 4640-8771

*Gegenwärtig sind es vor allem Dieselfahrzeuge, die landwirtschaftliche Fahr- und Prozessaufgaben erbringen. Ihre Elektrifizierung kann einen signifikanten Beitrag zur Dekarbonisierung dieses Sektors leisten. Ziel der Diplomarbeit war die Entwicklung eines Softwaretools, das für elektrifizierte Landmaschinen die Energie- und Leistungsbedarfe prognostiziert und auf deren Basis eine regenerative Erzeugeranlage entwirft.*

Vollelektrische landwirtschaftliche Fuhrparke gewinnen sowohl bei etablierten Herstellern als auch bei Newcomern und Forschungseinrichtungen zunehmend an Bedeutung. Auf Basis von Studien und bereits marktreifen Modellen wurden in der Arbeit Konzepte elektrifizierter Landmaschinen entwickelt, die mit verschiedenen Antriebsleistungen, Speichertechnologien und -größen ein aktuell und zukünftig realistisches Spektrum abbilden sollen. Die Auswahl und die Anpassung erfolgen im umgesetzten Softwaretool über eine grafische Benutzeroberfläche. Zudem können verschiedene Arten der (lokalen) Energiebereitstellung ausgewählt und technische sowie ökonomische Parameter variiert werden. Um eine breite Anwendbarkeit des Tools zu gewährleisten, erlaubt die GUI die Erstellung einer individuellen Abfolge verschiedener Feldarbeitsschritte.

Die Erprobung des Tools erfolgte anhand eines modellhaften Agrarbetriebes, der auf mehreren Schlägen Winterweizen anbaut. Die Schläge unterscheiden sich hierbei in Größe, Entfernung zum Hof und hinsichtlich des Vorhandenseins von Ladetechnik am Feldrand. Die Ergebnisse zeigen, dass mit den gewählten Randbedingungen keine vollständige Elektrifizierung der Fahr- und Prozessaufgaben sichergestellt ist.

Wesentliche Einflussgrößen auf die Anzahl der ausführbaren Arbeitsschritte sind der Energiegehalt des Fahrzeugspeichers sowie die Möglichkeit von Nachlade- oder Tankvorgängen im Fall von Brennstoffzellenfahrzeugen. Die Energiebereitstellung aus Biogas oder externen Quellen erweist sich in allen untersuchten Szenarien als die wirtschaftlichste Option und ist teilweise sogar rentabler als der Betrieb mit Dieselfahrzeugen. Die Modifikation der Wirtschaftlichkeitsparameter und Bilanzgrenzen hat jedoch wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis.

Durch die Variation relevanter Größen lassen sich mit dem Tool weitere Szenarien untersuchen und zukünftige technische und ökonomische Entwicklungen abbilden. So wird es möglich, Erfolgchancen für geplante Elektrifizierungsmaßnahmen modellhaft zu überprüfen und Umsetzungsempfehlungen zu geben.

Die Diplomarbeit wurde an der Technischen Universität Dresden bei der Professur für Agrarsystemtechnik von Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Herlitzius eingereicht.

Mein besonderer Dank gilt den Gutachtern und Betreuern der Arbeit, Dipl.-Ing. Mirko Lindner und Dipl.-Ing. Jens Fehrmann von der TU Dresden, sowie Dipl.-Ing. Catrin Weyers und Dr.-Ing. Sven Klausner vom Fraunhofer IVI in Dresden.

## Erkennung von Anomalien in Felddaten von Li-Ionen-Batterien mittels probabilistischer datengesteuerter Modelle



Thanuj Singaravelan

Abteilung  
»Fahrzeugsysteme«

thanuj.singaravelan@  
ivi.fraunhofer.de  
Tel. +49 351 4640-708

*Um Vorhersagen über das Verhalten von Li-Ionen-Batterien treffen zu können – dem in der Elektromobilität meistgenutzten Batterietyp – ist es unerlässlich, sie zu modellieren und ihre Funktionsweise verstehen zu können. Die Identifizierung von Anomalien während des Betriebs kann helfen, schwere Ausfälle zu vermeiden sowie Sicherheit und Einsetzbarkeit zu erhöhen. Die Isolierung anomaler Abschnitte in den Zeitreihen dient zudem der Analyse fehlerhafter Komponenten.*

Innerhalb der Arbeit wurde die Erfassung des Batterieverhaltens mittels modellbasierter Ansätze untersucht. Zum Einsatz kam ein modellbasiertes Framework, das ungewöhnliche Aktivitäten in Batteriefelddaten identifizieren kann. Indem es Beziehungen zwischen Batteriezuständen (Strom, Ladezustand und Temperatur) korreliert, lässt sich eine Idealspannung vorhersagen und mit einer aufgezeichneten Spannung vergleichen. Ein Batteriemonitoringsystem (BMS) sammelt Daten im Fahrzeug und lädt sie in die Cloud. Dort werden die zum Fahren, Leerlauf und Laden gehörigen Datenbereiche extrahiert und eingegrenzt. Um die vorgeschlagenen Modelle zu trainieren, wurden pro Betriebsmodus mehrere unauffällige Abschnitte ausgewählt. Die Analyse umfasste lineare Regressionsmodelle, von Ersatzschaltungen inspirierte Modelle sowie komplexe neuronale Netzwerk-Ansätze wie LSTM (Long Short-Term Memory) und 1D-CNN (Convolutional Neural Network).

Eine ergänzende Neuerung der Modelle ist die Vorhersage der Spannung als parametrisierte Verteilung mit Mittelwert und Standardabweichung (Gaußsche Verteilung). Somit lassen sich verschiedene Konfidenzintervalle für die Prognosen ausgeben.

Da diese als Verteilung und nicht als deterministische Punkte gemacht werden, sind passende Metriken für die Quantifizierung des anomalen Verhaltens zu wählen. Die Z-Score-Metrik dient zur Quantifizierung der Wahrscheinlichkeit, dass die vom BMS aufgezeichnete mit der vorhergesagten Spannung übereinstimmt. Die Kullback-Leibler-Divergenz (KL) hingegen vergleicht die Verteilung realer mit der idealer Z-Scores und überprüft so einen gesamten Abschnitt.

Mit dem vorgestellten Framework-Ansatz wurden drei Datensätze auf Anomalien geprüft, darunter auch ein Bus-Teildatensatz des Fraunhofer IVI. Zehn Abschnitte aus diesem Datensatz kamen beim Trainieren der Modelle zum Einsatz. Im Ergebnis war es möglich, anomale sowie unauffällige Abschnitte mit einer Genauigkeit von 93 Prozent vorauszusagen.

Die vorliegende Masterarbeit wurde an der Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List« der TU Dresden bei der Professur für Fahrzeugmechatronik von Prof. Dr.-Ing. Bernard Bäker eingereicht.

Mein besonderer Dank für die Anleitung und Betreuung während der Erstellung der Arbeit gilt meinem externen Betreuer Dipl.-Phys. Thomas Lehmann, Fraunhofer IVI, sowie meinen Gutachtern Ivo Horstkötter, M. Sc., TU Dresden, und Dipl.-Ing. Jakob Schmitt, TU Dresden.

## Pfadplanung mit Reinforcement Learning durch direkte Strategieoptimierung

Harisankar Babu

Anwendungszentrum  
»Vernetzte Mobilität  
und Infrastruktur«

Tel. +49 172 5169897



*Pfadplanung ist ein entscheidender Faktor vieler Anwendungen von Logistik bis Robotik. Im Vergleich zu konventionellen deterministischen Algorithmen gilt Reinforcement Learning (RL) derzeit als ein vielversprechender Ansatz. Diese Arbeit verwendet den Proximal-Policy-Optimization-Algorithmus (PPO), damit ein Agent lernt, selbständig optimale Pfade zu finden.*

Pfadplanung beschäftigt die Menschheit seit Anbeginn der Zivilisation und findet Anwendung in verschiedensten Gebieten. Die Thematik erfährt neue Impulse durch Fortschritte in der Robotik sowie im maschinellen Lernen und Sehen. Während in der Vergangenheit der Fokus auf dem kürzesten Pfad lag, unterstreichen aktuelle Entwicklungen jedoch die Eignung von RL-Algorithmen, da sie in der Lage sind, komplexe nicht-lineare Strategien zu erlernen. Neben dem Q-Learning-Ansatz, der die Aktionswerte in den jeweiligen Zuständen schätzt, zählt die direkte Strategieoptimierung zu den wichtigsten Beispielen. Diesen Ansatz nutzt die Masterarbeit für eine optimale Pfadplanung, da er die jeweils beste Aktion ermittelt und sowohl höchst effizient als auch vielseitig ist.

Für die Pfadplanung in Szenarien mit statischen Hindernissen stellt die Arbeit einen auf dem PPO-Algorithmus basierenden Agenten vor, der in einer nutzerdefinierten, auf OpenAI Gym Toolkit basierenden Umgebung trainiert wurde. Beim Durchqueren der Umgebung erhält er Belohnungen für kollisionsfreie Aktionen bzw. Strafen für Kollisionen. Das initiale 2D-Training ließ sich ohne signifikante Anpassungen auf 3D übertragen. Um Authentizität zu erzielen, wurde der Agent auch mit Airsim, einem Simulator für autonome Drohnen, getestet.

Der Erfolgsanteil der gefundenen Trajektorien betrug 99,8 Prozent in dem OneStep Voxelgym. Die Rechenzeit sank um bis zu 70 Prozent durch die Einführung der ManyStep-Stacked-Voxelgym-Varianten. Obwohl sich diese als weniger optimal herausstellten, waren ihre Erfolgsquoten respektabel. Weiteres Steigerungspotential ergibt sich z. B. durch den Einsatz einer Hyperparameteroptimierung. Verglichen mit anderen RL-Techniken zeigte PPO bessere Strategien nach dem Training.

Im Ergebnis wird die Eignung des Algorithmus' für die Pfadplanung belegt. Zukünftige Arbeiten könnten die Einführung dynamischer Hindernisse betrachten und durch Betonung von Trajektorienprädiktion oder Hindernisvermeidung die Vorhersagefähigkeiten des Agenten verbessern. Zudem ist die nahtlose Integration dieser Innovationen grundlegend für ihren Erfolg.

Die vorliegende Masterarbeit wurde an der Fakultät Informatik der TU Dresden eingereicht.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Henri Meeß, M. Sc., am Fraunhofer-Anwendungszentrum »Vernetzte Mobilität und Infrastruktur« in Ingolstadt.

# Besondere Ereignisse



## 12. Januar 2023 | Projektstart HV-MELA-BAT

Unter Leitung des Fraunhofer ISE sollen im Verbundprojekt Hochvolt-Megawatt-Ladesystem für Schwerlast- und Personenverkehr bis 2025 leistungselektronische Umrichter sowie ein Kontaktsystem für hohe Ströme und Spannungen entwickelt werden.

Das Fraunhofer IVI bringt seine Kompetenzen im Bereich Kontaktsysteme in das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderte Forschungsvorhaben ein.



## 16. Januar 2023 | Kick-off IDEALS

Um den städtischen Verkehr zu entlasten, setzen vor allem Lieferfirmen auf die dritte Dimension: den Transport mittels unbemannter Drohnen. Der Luftraum über den benötigten Start- und Landeplätzen – den sogenannten Vertiports – muss ähnlich überwacht werden wie der eines großen Flughafens.

Der Koordination eines solchen Flugbetriebs widmet sich das BMDV-geförderte Forschungsvorhaben »Intelligente Drohnenkoordination für effiziente automatisierte Luftlogistik« (IDEALS).



## 31. Januar 2023 | Netzwerkpartner der sächsischen Plattform simul+ am Fraunhofer IVI

»Zukunft. ZUSAMMEN Bringen!« – so lautet das Credo von simul+: Menschen vernetzen, um gemeinsam Visionen zu entwickeln und einen Mehrwert für sächsische Regionen zu erzielen. Ganz in diesem Zeichen stand auch die simul+-Veranstaltung mit regionalen Partnern. Nach den Begrüßungsworten des Sächsischen Staatsministers für Regionalentwicklung, Thomas Schmidt, stellte Prof. Dr. Matthias Klingner, Institutsleiter des Fraunhofer IVI, das Institut und seine Forschungsfelder vor.

## 10. März 2023 | Eröffnung DesignLab for Applied Research

In seinen unterschiedlichen Disziplinen und Ausprägungen gewinnt Design für die Projektarbeit bei Fraunhofer zunehmend an Bedeutung. Um diesen Trend zu unterstützen, haben stellvertretend für die Forschungsgesellschaft die drei Dresdner Fraunhofer-Institute IVI, IWS und IWU gemeinsam mit der Technischen Universität Dresden das DesignLab for Applied Research gegründet. Als partnerschaftliche Einrichtung bietet es passgenaue Designkompetenz und -forschungen aus einer Hand.



## 29. März 2023 | Demonstratortreffen des Fraunhofer-Leitprojekts ALBACOPTER®

Nach zwei Jahren Laufzeit fand im März in Manching bei Ingolstadt, einem Ort mit besonderem Umfeld und langjähriger Tradition im Bereich der Luftfahrt, ein Demonstratortreffen des Fraunhofer-Leitprojekts ALBACOPTER® statt, das den zahlreichen Gästen aus der Industrie gewidmet war.

Im Fokus standen die Themen Materialien und aerodynamische Strukturen, Energiespeicher- und Antriebstechnik, autonomes Fliegen sowie die Abbildung als digitaler Zwilling.



## 11. April 2023 | Vernetzte Sensoren in Rosenheim dank TraffIRNet

Innerhalb des Fraunhofer CCIT arbeitet das Fraunhofer IVI im Projekt TraffIRNet gemeinsam mit internen Partnern an der Vernetzung von Sensoren. So entstand am Fraunhofer-Anwendungszentrum in Ingolstadt auch eine Sensorbox zur Verkehrsanalyse und -optimierung mittels infrastrukturbasierter Sensorik. Der Einsatz der Box erfolgte an einer Straße in Rosenheim. Mit Hilfe des 5G-Bavaria-Automotive-Testbed wurde die Übertragung der Rohsensordaten untersucht.





#### 14. Juni 2023 | Sitzung des Kuratoriums

Im Sommer fand am Fraunhofer IVI die jährliche Kuratoriumssitzung statt. Dabei stießen nicht nur die Fachvorträge zum vernetzt-assistierten Fahren und zur KI-basierten Verkehrsoptimierung, sondern auch die Vorführungen und Exponate auf großes Interesse. Als besonders positiv wurde von allen Seiten die ausgezeichnete finanzielle Lage des Instituts hervorgehoben.

Am Vorabend der Veranstaltung gab es eine Führung durch den Sächsischen Landtag mit einem gemeinsamen Abendessen.



#### 30. Juni 2023 | Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften

»Schlaugemacht bis Mitternacht!« Unter diesem Motto öffneten zur Langen Nacht der Wissenschaften wieder zahlreiche Dresdner Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und wissenschaftsnahen Unternehmen ihre Häuser, Labore, Hörsäle und Archive für die Öffentlichkeit – und das bereits zum 20. Mal. Das Fraunhofer IVI bot ein abwechslungsreiches Programm für Groß und Klein und konnte stolze 980 wissenshungrige Gäste auf seinem weitläufigen Außen Gelände begrüßen.



#### 3. Juli 2023 | Projektstart des RUBIN-Bündnisses Feldschwarm®-Ökosystem

Der offizielle Start des BMBF-Forschungsvorhabens Feldschwarm®-Ökosystem wurde im Rahmen des simul+ Forums »Autonome Mobile Arbeitsmaschinen« auf Schloss Proschwitz bekannt gegeben. Das Projekt soll erstmalig den automatisierten und gleichzeitigen Betrieb mehrerer Landmaschinen sowie moderner Agrarroboter ermöglichen. Im Zentrum stehen dabei die Bedienerinnen und Bediener, die den Arbeitsprozess auf dem Feld überwachen und jederzeit eingreifen können.

#### 26. Juli 2023 | Übergabe des Agrarroboters CAESAR an den Feldschwarm®-Verbund

Die Firma InnoTrac2020 GmbH besuchte das Fraunhofer IVI, um den fernsteuerbaren Geräteträger CAESAR an das Institut zu übergeben. Das neuartige landwirtschaftliche Gerät wird zukünftig für den vollautomatisierten Einsatz im Obstanbau erweitert.

Die Arbeit an dem Roboter dient auch dazu, die im Forschungsprojekt Feldschwarm® entstandenen Konzepte im Bereich Landwirtschaftsrobotik weiterzuentwickeln.



#### 28. Juli 2023 | Zwischenevaluierung am Anwendungszentrum Ingolstadt

Nach der mehr als dreijährigen Aufbauphase des Anwendungszentrums »Vernetzte Mobilität und Infrastruktur« erfolgte eine Bewertung durch externe Gutachter aus Wissenschaft und Industrie. Innerhalb einer ganztägigen Veranstaltung wurden die Gesamtstrategie sowie die Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppen präsentiert. Die Bewertung fiel in nahezu allen Punkten außerordentlich positiv aus. Um auch hinsichtlich der Wirtschaftserträge die Vorgaben zu erfüllen, sollte ein weiteres Wachstum jedoch mit Bedacht geschehen.



#### 21. August 2023 | Inbetriebnahme der Energiezelle des H2Bot

Für die Elektrifizierung der Landwirtschaft eignen sich insbesondere kleinere Fahrzeuge. Bisher gab es jedoch nur wenig Erfahrung mit dem Einsatz von Brennstoffzellen in diesem Anwendungsbereich. Mit der Inbetriebnahme der Energiezelle des wasserstoffbetriebenen Agrarroboters H2Bot ergeben sich nun neue Möglichkeiten, diese Technologie in der Praxis zu erproben. Die Energiezelle ist eine gemeinsame Entwicklung der TU Dresden, Professur für Agrarsystemtechnik, und dem Fraunhofer IVI im Rahmen des Projekts H2Bot.





### 29. August 2023 | Feldtag »Robotiklösungen für den Obst- und Weinbau«

Autonom fahrende Landmaschinen standen im Mittelpunkt des Treffens, zu dem das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) nach Dresden-Pillnitz geladen hatte. Die Gäste konnten diverse Robotik-Entwicklungen live erleben und neue Lösungsansätze, z. B. für den Pflanzenschutz in Steillagen oder auch 5G- und elektrische Nachladetechnologien kennenlernen. Dabei demonstrierte der autonom fahrende Obst- und Weinbauroboter eWObot mehrere Arbeitsgänge, wie zum Beispiel das Mähen und Mulchen.



### 30. August 2023 | Probestudium tryING

Das Probestudium tryING an der TU Dresden ist ein Angebot für Abiturientinnen, die sich für einen Beruf in den Ingenieurwissenschaften interessieren, aber noch unschlüssig sind. Durch die Teilnahme an Kursen, Workshops und Exkursionen erhalten junge Frauen die Möglichkeit, das Uni-Leben und den vielseitigen Berufsalltag einer Ingenieurin kennenzulernen und sich dabei optimal auf den Studienbeginn vorzubereiten. Im Rahmen des Exkursionsprogramms besuchten acht zukünftige Studentinnen das Institut, um sich über Einstiegsmöglichkeiten und aktuelle Forschungshighlights zu informieren.



### 20. September 2023 | Nationales Netzwerktreffen des European Road Safety Charter (ERSC)

Im September durfte das Fraunhofer IVI Mitglieder und Interessenten des ERSC im Rahmen eines Netzwerktreffens begrüßen. In der Rolle als National Relay ist es dem Institut ein besonderes Anliegen, deutsche Akteure der Straßenverkehrssicherheit zusammenzubringen und den Austausch zu den neuesten Forschungsthemen auf diesem Gebiet zu fördern. Im Vordergrund steht dabei das Erreichen der Vision Zero im Straßenverkehr, also die vollständige Vermeidung von Verkehrstoten.

### 26. bis 27. September 2023 | Präsidiumssitzung am Fraunhofer IVI

Die erste Sitzung des Präsidiums der Fraunhofer-Gesellschaft mit dem neuen Präsidenten Prof. Dr. Holger Hanselka wurde am Fraunhofer IVI in Dresden abgehalten. Neben dem Vorstand nahmen die Präsidiumsmitglieder aus den Verbänden, dem Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS sowie zahlreiche Mitarbeiter der Fraunhofer-Zentrale daran teil. Für Institutsleiter Prof. Dr. Matthias Klingner war es eine besondere Freude, die hochrangigen Gäste im Institut begrüßen zu dürfen.



### 16. Oktober 2023 | Richtfest am Reallabor Telewerk

Innerhalb der zwei zusammengehörigen Forschungsvorhaben AMSEL und Telewerk entsteht in Mittweida eine modulare Experimentalplattform, die als vernetzte Mikrosiedlung mit dem Bestandsgebäude WERKBANK32 gekoppelt ist. Unter Beteiligung der ausführenden Baubetriebe, der Projektpartner sowie zahlreicher Vertreter der Hochschule Mittweida fand das Richtfest am Reallabor Telewerk statt. In alter Tradition wurde ein Richtspruch verlesen und der letzte Nagel eingeschlagen.



### 17. Oktober 2023 | Konsortialpartnertreffen VALISENS

Die Partner des vom BMWK geförderten Forschungsvorhabens VALISENS (»Valides innovatives Gesamtsensorsystem für kooperativ-automatisiertes Fahren«) kamen in Dresden zusammen, um erste Ergebnisse vorzustellen und zu diskutieren. Intention des Projekts ist die gezielte Schaffung einer ganzheitlichen Umfeldwahrnehmung – bestehend aus der peripheren Infrastruktur und der Ego-Perspektive des Fahrzeugs – für das assistierte Fahren.





### 19. Oktober 2023 | Jahrestagung des Fraunhofer SIRIOS

Fraunhofer SIRIOS bündelt Kompetenzen, um gemeinsam mit Akteuren der zivilen Sicherheit, KRITIS-Betreibern und der Wirtschaft technologische Lösungen der Sicherheitsforschung in die Praxis zu überführen. Rund 140 Gäste informierten sich zur Jahrestagung über aktuelle Arbeiten und Ergebnisse der Technologie- und Innovationsplattform. In interaktiven Demonstrationen zeigten Projektverantwortliche, wie aktuelle Lösungsansätze aussehen. Dafür verwandelten sie den Saal in ein Demolab und führten die Besucher durch ein Krisenszenario.



### 20. Oktober 2023 | Preisverleihung des C-ROADS Urban C-ITS Contest in Portugal

Im Rahmen des Urban C-ITS Contest werden Aktivitäten rund um das vernetzte Fahren innerhalb europäischer Städte vorgestellt und prämiert. Die Preisverleihung fand in Porto im Nachgang des C-ROADS Urban C-ITS City Forums statt. Das Fraunhofer IVI präsentierte seine Entwicklungen zum kooperativen und automatisierten Fahren. Für die Mitarbeiter war es eine große Ehre, die Auszeichnung als »Frontrunner for supporting the automation of vehicles« für ihre Arbeiten in Dresden entgegennehmen zu dürfen.



### 24. Oktober 2023 | Kick-off Hy.CoMM

Neun Partner entwickeln im EU-Projekt »Clean Hydrogen Construction and Mining Machines« gemeinsam Technologien für Bau- und Bergbaufahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieben und testen diese unter realen Einsatzbedingungen. Neben den Herausforderungen bei Fahrzeug und Antriebsstrang werden auch Lösungen zur dezentralen Wasserstoffproduktion und Betankung untersucht. Durch den ausschließlichen Einsatz von grünem Wasserstoff können diese Fahrzeuge einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten. Als Koordinator lud das Fraunhofer IVI zum Kick-off nach Dresden.

### 24. Oktober 2023 | Verbundtreffen KIWA

Zum 5. Verbundtreffen kamen die Projektbeteiligten zusammen, um den aktuellen Stand des Vorhabens zu diskutieren. Im Fokus standen insbesondere die methodischen Verbesserungen beim Gewässermonitoring sowie die Möglichkeiten zur Nutzung der kamerabasierten Hochwasserprognose im Fraunhofer-System MobiKat®. In KIWA wird untersucht, wie es mithilfe Künstlicher Intelligenz gelingen kann, Niederschlags-Abfluss-Prozesse besser zu simulieren, Wasserstände aus Kamerabildern automatisiert zu erkennen und Durchflussmengen für Fließgewässer ableiten zu können.



### 7. November 2023 | Workshop zum Schutz von Vulnerable Road Users durch Vernetzung

Innerhalb von C-Roads Germany werden kooperative Dienste im realen Verkehrsumfeld umgesetzt und so in die Städte überführt. Ein Workshop am Fraunhofer IVI widmete sich dem Schutz verletzlicher Verkehrsteilnehmer (Vulnerable Road Users, VRUs). Zusammen mit dem Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer sowie der Hamburg Verkehrsanlagen GmbH wurde eine Digitalisierungs-Roadmap für die Realisierung der Vison Zero im Unfallgeschehen von Radfahrern und Fußgängern diskutiert.



### 10. November 2023 | Kick-off ADAM

In der Entwicklung nachhaltiger Konzepte für den Individual- und Güterverkehr in überlasteten Großstädten ist die Urban Air Mobility ein zukunftsweisender Ansatz. Ob Logistikdrohnen, Lufttaxis oder Rettungs- und Überwachungssysteme – die Anforderungen an die Flugsicherheit sind hier besonders hoch. Das Forschungsvorhaben ADAM (»Advanced Air Space Mapping«), gefördert vom BMDV, will mithilfe neuer Kartierungsmethoden die Umfelderkassung im unteren Luftraum verbessern und so die Sicherheit beim autonomen Fliegen in der Stadt erhöhen. Das Kick-off-Treffen fand virtuell statt.





**23. November 2023 | Eröffnung der eHAUL-Batteriewechselstation für schwere Lkw**

Im brandenburgischen Lübbenau steht Europas erste voll-automatische Batteriewechselstation für schwere Lkw. Rund 100 Gäste aus Wirtschaft, Forschung und Politik erlebten die Anlage in einer Live-Demonstration. Binnen 10 Minuten können die Batterien gewechselt, die Fahrt mit vollen Akkus fortgesetzt und die ausgebauten Batterien entkoppelt vom Fahrzeug geladen werden. Damit rückt eine Technologie näher an die Markteinführung, die einen wertvollen Beitrag bei der Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen leisten kann.



**4. bis 5. Dezember 2023 | SOTERIA General Assembly**

Mit dem europäischen Forschungsvorhaben SOTERIA soll die Erreichung des Vision-Zero-Ziels für gefährdete Verkehrsteilnehmer beschleunigt werden.

Bei der zweiten General Assembly trafen sich die Projektbeteiligten zu einem zweitägigen Austausch in Dresden. Auf dem Programm standen neben Fachvorträgen und Updates zu den einzelnen Arbeitsständen auch spezielle Workshops zur Planung der weiteren Verwertung der Ergebnisse.



**6. bis 7. Dezember 2023 | Beiratstreffen ALBACOPTER®**

Am Ende eines erfolgreichen Jahres fand im Beisein von Vertretern der Fraunhofer-Zentrale ein Treffen mit dem Beirat in Dresden statt. Das Konsortium präsentierte in Fachvorträgen und anhand zahlreicher Exponate u. a. zur Fluglageregelung, KI-basierter Notlandung und Flugüberwachung, redundanter Bord-Elektronik, elektrischem Antriebsstrang und Propellerprüfstand sowie recycelfähigen Leichtbaumaterialien den aktuellen Stand des Forschungsvorhabens.

**7. Dezember 2023 | Experimentierstart Telewerk**

Im Reallabor Telewerk erforschen und demonstrieren das Fraunhofer IVI, die Hochschule Mittweida und die Volksbank Mittweida gemeinsam, wie modernes Leben und Arbeiten im ländlichen Raum aussehen und so die Region voranbringen kann. Zum Experimentierstart übergab Thomas Schmidt, Sächsischer Staatsminister für Regionalentwicklung, den Schlüssel zum Neubau, der mit seiner innovativen Holzbauweise nicht nur Hülle, sondern auch selbst Teil der Experimentalplattform ist.



**13. Dezember 2023 | Danksagung an Prof. Dr. Matthias Klingner**

Frau Prof. Dr. Jana Kertzsch, Direktorin des Instituts für Elektrotechnik an der TU Bergakademie Freiberg, bedankte sich Ende des Jahres bei Prof. Dr. Matthias Klingner für seine mehrjährige Lehrtätigkeit an der Fakultät 4.

Als Honorarprofessor und Leiter des Fraunhofer-Instituts für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI hielt er seit 2013 regelmäßig Vorlesungen auf dem Gebiet der elektrischen Energietechnik.



## Messen und Konferenzen



### 16. bis 19. April 2023 | Automotive Week Helmond, Niederlande

Wie kann Logistik in Häfen mit Hilfe von sauberer Energie nachhaltiger gestaltet werden? Den Schlüssel liefern intelligente Lösungen im Bereich Digitalisierung und Automatisierung – wie das helyOS® (highly efficient online yard Operating System) Control-Tower-Softwareframework, mit dem sich Projekte der Yard Automation schnell implementieren lassen. Bei der Zwischendemo im Forschungsvorhaben MAGPIE – sMART Green Ports as Integrated Efficient multimodal hubs – konnte das am Fraunhofer IVI entstandene System wieder seine Wirksamkeit unter Beweis stellen.

Beim Event im Rahmen der Automotive Week 2023 im niederländischen Helmond wurde helyOS® mit Microservices für Routing, Pfadplanung und das Aktualisieren von Kartendaten eingerichtet, um die Steuerung eines automatisierten DAF-Lkw zu übernehmen. Gemeinsam mit den MAGPIE-Partnern gelang die eindrucksvolle Demonstration – ein wichtiger Meilenstein, um das europäische Ziel eines CO<sub>2</sub>-freien Transports in, zu und von Häfen bis 2050 zu erreichen.

Das Fraunhofer IVI bei der Automotive Week in Helmond.



### 18. April 2023 | International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles Yokohama, Japan

Auf der International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV) in Yokohama wurde das am Institut entwickelte Programm impactEES zur Kollisionsberechnung vorgestellt. Die Software ist das Ergebnis langjähriger vorausgegangener Forschung im Bereich Unfallrekonstruktion und -simulation, die teils durch die ADAC Stiftung gefördert und überwiegend mit den Partnern Toyota Motor Europe, AUDI, Euro NCAP und ADAC Technikzentrum durchgeführt wurde.

impactEES schätzt auf Grundlage von Deformationsenergiemodellen (EES-Modelle) die Beschleunigungsverläufe von an Verkehrsunfällen beteiligten Fahrzeugen. Durch die zeitlich aufgelöste Simulation ist es möglich, sowohl Deformationen und Geschwindigkeiten als auch weitere technische Kollisions-schwereparameter zu berechnen. Diese sind wichtige Größen bei der Entwicklung und Bewertung zukünftiger Fahrzeugsicherheitssysteme. Durch den Einsatz von impactEES kann somit ein wichtiger Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit geleistet werden.

### 20. April 2023 | bonding Firmenkontaktsmesse Dresden

Bereits zum 30. Mal fand im April die bonding Firmenkontaktsmesse auf dem Gelände der TU Dresden statt. Mehr als 120 Aussteller aus den Bereichen Ingenieur-, Wirtschafts- und Naturwissenschaften stellten sich auf dem Event vor. Das Team des Fraunhofer IVI informierte über Praktika, Abschlussarbeiten und Einstiegsmöglichkeiten am Institut.



Fraunhofer IVI und Fraunhofer IPMS auf der bonding 2023.



**6. bis 14. Mai 2023 | munich creative business week München**

Das Fraunhofer-Netzwerk »Wissenschaft, Kunst und Design« zeigte im Rahmen der munich creative business week (mcbw) 2023 seine innovativen Konzepte, Prototypen und Visionen aus aktuellen Projekten. Die Ausstellung unter dem Motto »FORM FOLLOWS FUTURE« wurde von Workshops begleitet, die Interessierte zum Mitmachen animierten und aktuelle Forschungsinhalte vermittelten. Ein Seminar zum Thema »Circular Design Challenge Sprint«, geleitet vom Fraunhofer DesignLab for Applied Research, widmete sich dem Ziel, aus alter Mobilität neue zu schaffen, indem Konzepte zur Kaskadennutzung von Karosserieteilen erdacht wurden.



Das Fraunhofer DesignLab for Applied Research bei der mcbw.

**13. Juni 2023 | uniContact Potsdam**

Unter dem Motto »Neue Jobs, Neue Kontakte, Neue Perspektiven« durfte das Fraunhofer IVI einen erfolgreichen und spannenden Tag auf der uniContact erleben. Am Campus Griebnitzsee der Universität Potsdam präsentierten die Mitarbeiter des Fraunhofer SIRIOS vielversprechende Karriere-möglichkeiten und aktuelle Forschungsthemen.

**14. bis 17. Juni 2023 | 112RESCUE Dortmund**

In diesem Jahr feierte die 112RESCUE ihre Premiere in der Messe Dortmund. Die Fachmesse für Brandschutz, Rettungswesen, Katastrophen- und Bevölkerungsschutz wird nun jährlich stattfinden und bietet sich dank seines zentralen Standorts deutschlandweit als erste ganzheitliche Business- und Informationsplattform für den Zivilschutz an.

Das Fraunhofer IVI stellte die Neuerungen rund um MobiKat® vor. Dabei handelt es sich um ein modular aufgebautes System zur Einsatzführung und Verwaltung der dafür notwendigen Ressourcen. Die Technologie steht für verschiedene Hardwareanwendungen in allen Führungsstufen zur Verfügung.



Das Messteam des Fraunhofer IVI auf der 112RESCUE.

**18. bis 20. Juni 2023 | demopark Hörselberg**

Auf der Messe demopark in Hörselberg bei Eisenach inszenierten AS-Motor, das Fraunhofer IVI und die Sensor-Technik Wiedemann GmbH drei Profi-RC-Aufsitzmäher, die gemeinsam Grünflächen – auch auf unwegsamem Gelände – vollautomatisch bearbeiteten (Abbildung oben). Gezeigt wurde, wie ein »Fahrer« die drei Aufsitzmäher AS 940 Sherpa 4WD RC bedient und überwacht und auf diese Weise nicht nur die dreifache Flächenleistung erreicht, sondern seine Aufgabe auch präziser und ermüdungsfreier ausführen kann. Je nach Anwendungsfall lässt sich die Mäherflotte direkt vor Ort oder remote – z. B. vom Büro aus – aktivieren.

Eine Schlüsseltechnologie bildete dabei die Control-Tower-Software helyOS®, die am Fraunhofer IVI mit dem Ziel entstand, autonome mobile Maschinen effizient zu entwickeln, zu testen und einzusetzen. Von kleinen bis hin zu großen Projekten fungiert helyOS® als zentraler Knotenpunkt für die Verbindung, Steuerung und Überwachung von Maschinenflotten über ein lokales Netzwerk oder die Cloud. Mit der Control-Tower-Software lassen sich bereits Lkw und Landmaschinen vernetzen und automatisch steuern. Nun liefert der digitale Leitstand auch Missionen für Profi-Rasenmäher.



**19. bis 25. Juni 2023 | International Paris Air Show  
Le Bourget, Paris, Frankreich**

Mit über 2500 Ausstellern aus 46 Ländern ist die Paris Air Show auf dem Flughafen Le Bourget eine der bedeutendsten Luftfahrtmessen der Welt.

Das Fraunhofer IVI stellte gemeinsam mit anderen Instituten auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft und der Fraunhofer-Allianz Aviation & Space das Fraunhofer-Leitprojekt ALBACOPTER® vor. Innerhalb des Forschungsvorhabens soll eine fliegende Experimentalplattform mit der VTOL-Fähigkeit eines Multicopters und den aerodynamischen Vorzügen eines Gleiters entwickelt und für Test- und Demonstrationsflüge zugelassen werden.

**20. bis 21. Juni 2023 | Nationaler Radverkehrskongress  
Frankfurt am Main**

Bereits zum achten Mal trafen sich Experten aus unterschiedlichen Bereichen und Ebenen der Kommunen sowie aus Praxis, Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. Auf Deutschlands wichtigster Veranstaltung für den Radverkehr wurden relevante Themen, aktuelle Herausforderungen und Zukunftsvisionen diskutiert.

Das Fraunhofer IVI präsentierte seinen im Fraunhofer CCIT entwickelten Ansatz der »Smart Intersection« zum Schutz verletzlicher Verkehrsteilnehmer. Mit Hilfe der Infrastruktur werden diese detektiert und klassifiziert sowie über Car2X-Kommunikation an alle Verkehrsteilnehmenden übermittelt, die nun gezielt darauf reagieren können. Dies passiert einerseits über dezidierte Warnmeldungen und andererseits über direkte Infrastrukturassistenten.



Das Kongresshaus der Messe Frankfurt heißt die Konferenzteilnehmer willkommen.

**4. bis 5. Juli 2023 | Additive Manufacturing Forum  
Berlin**

Im Sommer konnte das Fachpublikum in Berlin in die Welt der additiven Fertigung (AM) eintauchen. Das Forum bringt jedes Jahr AM-Entscheider und Experten rund um spannende User Stories und Use-Cases für industrielle Anwendungen zusammen.

Unter den 75 Ausstellern befand sich auch das Fraunhofer IVI mit dem Projekt CertiFlight. Da es bisher noch keinen durchgängigen Prüf- und Zertifizierungsprozess für additiv gefertigte Bauteile gibt, muss ein Großteil der Proben zerstörend geprüft werden. Das Vorhaben CertiFlight möchte daher das Zulassungsverfahren für derartige Bauteile in der Luftfahrt vereinfachen sowie beschleunigen und stützt sich dabei auf Daten und Ergebnisse, die in dem Projekt AMCOCS generiert und vorverarbeitet wurden. Um zukünftig additive Fertigungsverfahren zertifizieren zu können, wird in CertiFlight eine selbstlernende, Big-Data- und KI-basierte Plattform für digitale Prüf- und Zertifizierungsverfahren für additiv gefertigte Bauteile in der Luftfahrt entwickelt. So sollen die entsprechenden Prozesse kosten- und ressourceneffizienter gestaltet werden.

Das Fraunhofer IVI beschäftigt sich im Projekt schwerpunktmäßig mit der Big-Data-Analyse auf Basis von parallelisierbaren KI-Methoden.



Die Podiumsdiskussion auf dem AM-Forum 2023.



**5. bis 8. September 2023 | IAA MOBILITY  
München**

Die Urban Air Mobility (UAM) eröffnet nicht nur neue Potentiale hinsichtlich des Transports von Waren und Gütern – Teile des städtischen Verkehrs in die Luft zu verlagern, bietet auch völlig neue Lösungsansätze im Sinne einer nachhaltigen Mobilität.

Im Fraunhofer-Leitprojekt ALBACOPTER® stellen sich sechs Fraunhofer-Institute den damit verbundenen technischen und sozialen Fragestellungen. Unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI entwickeln die Forscher ein Fluggerät, das – ganz nach dem Vorbild des Albatros – besonders effizient gleitet. Dieses und weitere Highlights aus der Fraunhofer-Forschung konnten auf der IAA MOBILITY in München besichtigt werden.

Am Tag der Eröffnung besuchte der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Prof. Dr. Holger Hanselka, zusammen mit dem Vorstand für Forschungsinfrastrukturen und Digitalisierung, Prof. Dr. Axel Müller-Groeling, den Fraunhofer-Gemeinschaftsstand. Prof. Dr. Matthias Klingner, Institutsleiter und Leiter des Fraunhofer-Leitprojekts ALBACOPTER®, präsentierte zusammen mit dem Fachteam den aktuellen Entwicklungsstand der Arbeiten am Experimentalfluggerät.



*Prof. Dr. Holger Hanselka, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, auf dem Fraunhofer-Stand der IAA MOBILITY.*

**14. September 2023 | Data-driven Urban Mobility  
in Europe  
Amsterdam, Niederlande**

Die Schaffung eines einheitlichen europäischen Datenmarktes steht bereits seit einigen Jahren im Fokus europäischer Bemühungen. Ziel eines solchen gemeinsamen Datenraums ist es, den Zugang zu bestehenden und zukünftigen Verkehrs- und Mobilitätsdatenbanken zu erleichtern, um Daten zu nutzen und zu teilen. Als Keynote-Speaker auf der dritten jährlichen Konferenz zur »Data-driven Urban Mobility in Europe« stellte Sebastian Pretzsch, Leiter der Gruppe »Datensysteme und Assistenz« am Fraunhofer IVI, den Mobility Data Space sowie die Aktivitäten auf europäischer Ebene vor.

**24. bis 28. September 2023 | IEEE International  
Conference on Intelligent Transportation Systems  
Bilbao, Spanien**

Die ITSC 2023 bot spannende Einblicke in aktuelle Arbeiten auf verschiedenen Gebieten, u. a. der analytischen und numerischen Simulation und Modellierung und Einsatzmöglichkeiten neuartiger ITS-Anwendungen. Das Institut präsentierte den RMTRUCK-Algorithmus zur deadlockfreien Koordination von Fahrzeugen auf Betriebshöfen sowie eine Sensorbox, mit der sich Vorhersagen über Verkehrsflüsse treffen lassen.



*Das Fraunhofer IVI auf der ITSC 2023 in Bilbao.*

**12. bis 14. Oktober 2023 | FLORIAN  
Dresden**

Jedes Jahr im Oktober präsentiert das Fraunhofer IVI neueste Technologien und Konzepte für die Bereiche Zivilschutz und Sicherheit auf der FLORIAN, der Fachmesse für Feuerwehr, Zivil- und Katastrophenschutz.

In der Messe Dresden stellte das Institut neue Lösungen vor, die effektiv komplexe strategische und operativ-taktische Entscheidungen in der Gefahrenabwehr und beim Bewältigen von Hochwasserlagen unterstützen.



**25. bis 26. Oktober 2023 | Clean Hydrogen Convention  
Dresden**

Politisch, wissenschaftlich, international: Im Oktober präsentierten Energy Saxony und HZwo e.V. die Clean Hydrogen Convention – DIE Diskussionsplattform für alle Wasserstoffbegeisterten aus Theorie und Praxis. Hochkarätige Redner gaben Antworten auf die Frage: »Wie kann Wasserstoff die Energiewende vorantreiben?« Das Fraunhofer IVI informierte über die aktuellen Arbeiten im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellensysteme.



Mitarbeiter der Gruppe »Monitoring und Betriebsstrategien« auf der Clean Hydrogen Convention.

**26. bis 27. Oktober 2023 | ICTCT Conference  
Catania, Italien**

Die International Cooperation on Theories and Concepts in Traffic Safety (ICTCT) ist eine Vereinigung, die sich bereits seit 1988 das Ziel setzt, wissenschaftliche Erkenntnisse zur Verkehrssicherheit aufzubauen und zu teilen. Ihr besonderes Interesse gilt dabei Methoden, die nicht nur auf Unfalldaten, sondern auch auf Nicht-Unfalldaten basieren.

Unter dem Thema »Challenges and actual opportunities offered by new technologies to improve traffic safety« lud die ICTCT seine Mitglieder und das Fachpublikum zur 35. Konferenz nach Catania ein.

Das Fraunhofer IVI stellte Collision Zero vor. Aufbauend auf PAPS-XR nutzt das Projekt öffentliche behördliche Unfalldaten, um diese für verletzte Verkehrsteilnehmer aufzubereiten – mit der Absicht, eine deutschlandweite VR-Experience-Onlineplattform zu entwickeln. Diese soll mittels Virtual Reality eine interaktive Perspektive animierter Unfallhergänge in 3D-Maps ermöglichen. Damit leisten das Institut und sein Partner Wildstyle Network einen wichtigen Beitrag zum Erreichen der Vision Zero.



Vorstellung des Projekts Collision Zero bei der ICTCT Conference.

**12. bis 18. November 2023 | AGRITECHNICA  
Hannover**

Die AGRITECHNICA ist die Weltleitmesse der Landtechnik. Mehr als 2600 Aussteller aus 53 Ländern präsentierten in 24 Hallen ihre Innovationen in Hannover. Das globale Schau-fenster der internationalen Landtechnikindustrie stellte der Veranstalter DLG e.V. – German Agricultural Society unter das Leitthema »Green Productivity« und positionierte die AGRITECHNICA damit auch als fachliches Forum für die Zukunftsfragen der Landwirtschaft.

Das Fraunhofer IVI war in diesem Jahr als Mitaussteller am Gemeinschaftsstand der Wirtschaftsförderung Sachsen dabei und informierte über die sichere Umsetzung effizienter voll-automatischer Landmaschinen.

**14. November 2023 | KARRIEREWEGE  
Dresden**

Egal ob Praktikumsplatz, Jobeinstieg oder Infos rund ums Master-Studium – auf der KARRIEREWEGE-Messe an der HTW Dresden war für jeden das Passende dabei. Am Stand des Fraunhofer IVI (Abbildung oben) konnten sich die Studierenden über ihre Karrieremöglichkeiten oder spannende Forschungs- und Projektarbeiten austauschen.

# Institutsleben

Das Institut lebt in hohem Maße von der engagierten Mitarbeiterschaft, die den Fraunhofer-Spirit nicht nur während der Arbeitszeit, sondern auch in ihrer Freizeit intensiv lebt. Es werden vielfältige Aktivitäten organisiert, die weit über den reinen wissenschaftlichen Rahmen hinausgehen. Von Spendenaktionen über Volleyballnachmittage bis hin zu gemeinsamen Besuchen von Weihnachtsmärkten – das Fraunhofer IVI zeigt eine beeindruckende Bandbreite an sozialen und teambuildenden Initiativen. Das gemeinschaftliche Sommerfest schafft eine entspannte Atmosphäre. Abschiedsfeiern zeigen, dass der Zusammenhalt über den beruflichen Rahmen hinausreicht. Das Institutsleben wird durch die Vielzahl dieser Aktivitäten nicht nur bereichert, sondern auch geprägt. Alle Kollegen setzen sich nicht nur in Projekten und im Forschungsalltag, sondern auch füreinander ein.



**Dank des Engagements vieler Kolleginnen und Kollegen des Fraunhofer IVI konnten wir Spenden für die Aktion »von 0 auf 100 für die Kinderhilfe« sammeln, die sich für einen Angehörigenraum auf der Kinder-Intensivstation des Universitätsklinikums einsetzt.«**



Kleine, gut organisierte Feierlichkeiten tragen dazu bei, das Team und die Wertschätzung zu stärken, während gleichzeitig eine positive Arbeitsatmosphäre gefördert wird.«



**In meinen Arbeitskollegen habe ich gute Freunde gefunden, mit denen ich gern in meiner Freizeit etwas unternehme. Das stärkt unseren Teamgeist und hält uns auch in stressigen Zeiten im Büro zusammen.«**



**Das selbstorganisierte Sommerfest war eine gelungene Mischung aus Spaß, Gemeinschaft und kulinarischen Genüssen. Jeder hat mit seinen mitgebrachten Leckereien eine lockere Stimmung geschaffen. Dabei entstanden nicht nur lebhaftes Gespräche, sondern auch die Möglichkeit, neue Kollegen besser kennenzulernen.«**



Ein besinnlicher Nachmittag im Advent versetzte die gesamte Belegschaft in vorweihnachtliche Stimmung. Ein besonderes Highlight war für mich die Institutsband, die mit ihrer musikalischen Darbietung eine warme und festliche Atmosphäre schuf.«



**Jedes Jahr sind wir mit vollem Einsatz bei der REWE Team Challenge dabei. Bei diesem Laufevent fördern wir nicht nur unsere Fitness, sondern auch die Kollegialität.«**

# Kontakt

---

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

Zeunerstraße 38  
01069 Dresden  
Telefon +49 351 4640-800  
Fax +49 351 4640-803

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



# Impressum

---

## Konzeption und Redaktion

Elke Sähn, Bettina Kölzig, Kathy Lindt

## Layout und grafische Bearbeitung

Christin Scholz, Maximilian Stahr, Konrad Löschner

## Druckerei

### Stoba-Druck GmbH

Am Mart 16  
01561 Lampertswalde  
Telefon +49 35248 831-0  
[www.stoba-druck.de](http://www.stoba-druck.de)

## Bildquellen

Christin Scholz, Elke Sähn, Fraunhofer IVI

Seite 6: Kai-Uwe Nielsen – Fraunhofer-Gesellschaft  
Seite 20, 21: Matthias Sienz – Foto Sienz  
Seite 28: ohenze – stock.adobe.com  
Seite 29: EKH-Pictures – stock.adobe.com  
Seite 38: Jishnu Periya  
Seite 46, oben: Paul Hahn – Fraunhofer FOKUS  
Seite 52, unten: Markus Jürgens – Fraunhofer-Gesellschaft  
Seite 54, 55: AM Forum – Offenblende

*Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird zuweilen die männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies impliziert jedoch keine Benachteiligung gegenüber Frauen, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.*

# Wissenschafts- kennzahlen

---

- Publikationen
- Lehrtätigkeiten
- Akademische Arbeiten
- Mitarbeit in Gremien
- Patente
- Zertifikate
- Wort- und Bildmarken



## Publikationen

Agrawal, A.; Bhanderi, S.; Amanagi, S.; Doycheva, K.; Elger, G.: **Instance Segmentation and Detection of Children to Safeguard Vulnerable Traffic User by Infrastructure**. 9<sup>th</sup> International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems VEHTS, Prag, Tschechien, 26.-28. April 2023  
*In: Tagungsband. Vinel, A.; Ploeg, J.; Berns, K.; Gusikhin, O. (Hrsg.), Setúbal, Portugal, SciTePress, 2023, S. 206-214, ISBN: 9789897586521, DOI: 10.5220/0011825400003479*

Agrawal, S.; Song, R.; Doycheva, K.; Knoll, A.; Elger, G.: **Intelligent Roadside Infrastructure for Connected Mobility**.  
*In: Smart Cities, Green Technologies, and Intelligent Transport Systems. Revised Selected Papers of 11<sup>th</sup> International Conference, SMARTGREENS 2022, and 8<sup>th</sup> International Conference VEHTS 2022. Klein, C.; Jarke, M.; Ploeg, J. et al. (Hrsg.), Cham, Schweiz, Springer, 2023, Communications in Computer and Information Science CCIS, vol. 1843, S. 134-157, ISBN: 9783031374692, DOI: 10.1007/978-3-031-37470-8\_6*

Bauder, M.; Festag, A.; Kubjatko, T.; Schweiger, H.-G.: **Data Accuracy in Vehicle-to-X Cooperative Awareness Messages: An Experimental Study for the First Commercial Deployment of C-ITS in Europe**.  
*Preprint über: Social Science Research Network SSRN, DOI: 10.2139/ssrn.4442746, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\_id=4442746*

Boye, F.; Matar, R.; Neuschwander, P.: **Data Sovereignty Needs in Agricultural Use Cases**. 43. GIL-Jahrestagung, Osnabrück, 13.-14. Februar 2023, Vortrag: F. Boye  
*In: Tagungsband. Fokus: Resiliente Agri-Food-Systeme. Hoffmann, C.; Stein, A.; Ruckelshausen, A. et al. (Hrsg.), Bonn, Gesellschaft für Informatik e. V., Lecture Notes in Informatics LNI, Band P-330, S. 291-296, ISBN: 9783885797241*

Breitlauch, P.; Erbsmehl, C. T.: **From Real World Scenarios to Real World Testing – Derivation of Requirements for a Test Track Based on Real Accident Data**. The ADAS Experience 2023, Klettwitz, 26.-27. September 2023, Vortrag: die Autoren

Breitlauch, P.; Erbsmehl, C. T.; van Ratingen, M.; Mallada, J. L.; Sandner, V.; Ferson, N.; Urban, M.: **A Novel Method for the Automated Simulation of Various Vehicle Collisions to Estimate Crash Severity**. 27<sup>th</sup> International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles ESV 2023, Yokohama, Japan, 3.-6. April 2023, Vortrag: P. Breitlauch  
*In: Traffic Injury Prevention, Jg. 24, 2023, Heft Sup1, Milton Park, UK, Taylor & Francis, S. 116-123, ISSN: 1538-9588, DOI: 10.1080/15389588.2022.2159761*

Breitlauch, P.; Junge, M.; Erbsmehl, C. T.; Sandner, V.; van Ratingen, M.: **Converting Post-Crash Deformation into Energy Equivalent Speed (EES): Toward an Objective Measure of Crash Severity**.  
*In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, Bd. 236, 2023, Online-First-Artikel, London, UK, Sage Publishing, 13 S., ISSN: 2041-2991, DOI: 10.1177/09544070231186842*

Burse, B.; Doycheva, K.; Aicher, A.; Walther, C.; Ringert, J. O.: **Evaluation of Low-Cost Microcontroller-Based Electronic Systems for Simple Sensor Applications**.  
*In: Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Smart Infrastructure and Construction, Bd. 176, 2023, Online-First-Artikel, Leeds, UK, Emerald Publishing, 11 S., ISSN: 2397-8759, DOI: 10.1680/jsmic.22.00031*

Delooz, Q.; Festag, A.; Vinel, A.; Lobo, S.: **Simulation-Based Performance Optimization of V2X Collective Perception by Adaptive Object Filtering**. 35<sup>th</sup> IEEE Intelligent Vehicles Symposium IV 2023, Anchorage, AK, USA, 4.-7. Juni 2023, Vortrag: S. Lobo  
*In: Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 2023, 8 S., ISBN: 9798350346916, DOI: 10.1109/IV55152.2023.10186788*

Delooz, Q.; Vinel, A.; Festag, A.: **Optimizing the Channel Resource Usage for Sensor Data Sharing with V2X Communications**.  
*In: at - Automatisierungstechnik, Jg. 71, Heft 4, 2023, Berlin / Boston, De Gruyter Oldenbourg, S. 311-317, ISSN: 2196-677X, DOI: 10.1515/ato-2022-0162*

Eisemann, L.; Fehling-Kaschek, M.; Forkert, S.; Gommel, H.; Günther, S. T.; Hammer, S.; Herrmann, D.; Klemp, M.; Lickert, B.; Lüttner, F.; Moss, R.; Neis, N.; Pohle, M.; Schreiber, D.; Sowa, C.; Stadler, D.; Stompe, J.; Strobel, M.; Unger, D.; Ziehn, J.: **A Joint Approach Towards Data-Driven Virtual Testing for Automated Driving – The AVEAS Project**. 7<sup>th</sup> International Symposium on Future Active Safety Technology Toward Zero Traffic Accidents FAST-zero 2023, Kanazawa, Japan, 8.-11. November 2023, Vortrag: M. Pohle

Eisemann, L.; Fehling-Kaschek, M.; Gommel, H.; Herrmann, D.; Klemp, M.; Lauer, M.; Lickert, B.; Lüttner, F.; Moss, R.; Neis, N.; Pohle, M.; Romanski, S.; Stadler, D.; Stolz, A.; Ziehn, J.; Zhou, J.: **An Approach to Systematic Data Acquisition and Data-Driven Simulation for the Safety Testing of Automated Driving Functions**. 26<sup>th</sup> IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems ITSC, Bilbao, Spanien, 24.-28. September 2023, Vortrag: F. Lüttner  
*In: Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 2023, S. 2440-2447, ISBN: 9798350399462, DOI: 10.1109/ITSC57777.2023.10422676*

Eltner, A.; Zamboni, P.; Hedel, R.; Grundmann, J.; Blanch, X.: **Image-based Methods for Real-time Water Level Estimation**. EGU General Assembly 2023, Wien, Österreich, 23.-28. April 2023, Postervortrag  
*Abstract und Poster über https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU23/EGU23-6745.html, DOI: 10.5194/egusphere-egu23-6745, 2023*

Gerber, M. A.; Lorenz, S.; Heuer, F.; Borges, M.: **Creating and Using SDs for Sharing Automated Driving Data**. Tech-X Conference & Hackathon #6, Bilbao, Spanien, 3.-4. Mai 2023, Vortrag: die Autoren

Gläser, U.; Morgado, J.; Holfeld, D.: **Strategical and Tactical Asset Management for the North Line in Portugal**.  
*In: Transportation Research Procedia, 2023, Bd. 72, Amsterdam, Niederlande, Elsevier, S. 1723-1730, ISSN: 2352-1457, DOI: 10.1016/j.trpro.2023.11.646*

Han, L.; Kefferpütz, K.; Elger, G.; Beyerer, J.: **FlexSense: Flexible Infrastructure Sensors for Traffic Perception**. 26<sup>th</sup> IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems ITSC, Bilbao, Spanien, 24.-28. September 2023, Vortrag: L. Han  
*In: Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 2023, S. 3810-3816, ISBN: 9798350399462, DOI: 10.1109/ITSC57777.2023.10422616*

Hedel, R.; Brausewetter, P.; Kunzmann, S.; Grundmann, J.; Eltner, A.; Kutscher, A.; Morgenstern, T.; Blanch Gorriz, X.: **KIWA – Künstliche Intelligenz für die Hochwasserwarnung**. 112Rescue, Dortmund, 14.-17. Juni 2023, Vortrag: R. Hedel

Hegde, A.; Song, R.; Festag, A.: **Radio Resource Allocation in 5G-NR V2X: A Multi-Agent Actor-Critic Based Approach**.  
*In: IEEE Access, Jg. 11, 2023, Piscataway, NJ, USA, IEEE, S. 87225-87244, ISSN: 2169-3536, DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3305267*

Heuer, F.; Auerswald, R.: **Finding Scenarios that Matter: How Standardized Metadata for Scenario-Based Testing will be Key for Collecting Required Data for Your Simulation Environment**. 9<sup>th</sup> Symposium Driving Simulation, Braunschweig, 8.-9. November 2023, Vortrag: die Autoren

Holfeld, D.; Theurich, F.; Rauschert, A.; Neumann, G.; Hähnel, F.; Markmiller, J.: **An Application of AI for Online Estimation of the Impact of Imperfections in Additive Manufactured Components**. AI-Tomorrow: Working Conference on Artificial Intelligence Development for a Resilient and Sustainable Tomorrow, Leipzig, 29.-30. Juni 2023, Vortrag: F. Theurich

Kettelgerdes, M.; Hillmann, T.; Hirmer, T.; Erdogan, H.; Wunderle, B.; Elger, G.: **Accelerated Real-Life (ARL) Testing and Characterization of Automotive LiDAR Sensors to Facilitate the Development and Validation of Enhanced Sensor Models**. 9<sup>th</sup> Symposium Driving Simulation SDS, Braunschweig, 8.-9. November 2023, Vortrag: M. Kettelgerdes  
*In: arXiv.org, Dezember 2023, 8 S., DOI: 10.48550/arXiv.2312.04229*

Kettelgerdes, M.; Mezmer, P.; Häußler, M. J.; Tavakolbasi, M.; Böttger, G.; Pandey, A.; Erdogan, H.; Elger, G.; Schacht, R.; Wunderle, B.: **Realization, Multi-Field Coupled Simulation and Characterization of a Thermo-Mechanically Robust LiDAR Front End on a Copper Coated Glass Substrate**. 73<sup>rd</sup> Electronic Components and Technology Conference ECTC, Orlando, FL, USA, 30. Mai - 2. Juni 2023, Vortrag: M. Kettelgerdes  
*In: Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 2023, S. 753-760, ISBN: 9798350334982, DOI: 10.1109/ECTC51909.2023.00131*

Kettelgerdes, M.; Elger, G.: **In-Field Measurement and Methodology for Modeling and Validation of Precipitation Effects on Solid-State LiDAR Sensors**.  
*In: IEEE Journal of Radio Frequency Identification, Jg. 7, 2023, Heft 1, Piscataway, NJ, USA, IEEE, S. 192-202, ISSN: 2469-7281, DOI: 10.1109/JRFID.2023.3234999*

Kettelgerdes, M.; Pandey, A.; Unruh, D.; Erdogan, H.; Wunderle, B.; Elger, G.: **Automotive LiDAR Based Precipitation State Estimation Using Physics Informed Spatio-Temporal 3D Convolutional Neural Networks (PIST-CNN)**. 29<sup>th</sup> IEEE International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice M2VIP, Queenstown, Neuseeland, 21.-24. November 2023, Vortrag: M. Kettelgerdes  
*In: Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 2024, 6 S., ISBN: 9798350325621, DOI: 10.1109/M2VIP58386.2023.10413394*

Kefferpütz, K.: **FlexSense: Eine Lösung für die mobile Verkehrsdatenerfassung**. Bavarian Artificial Intelligence Conference BAI.CON, Ingolstadt, 4.-5. Oktober 2023

Klausner, S.: **Automated Charging Device Underbody for Megawatt Charging**. EV Charging Infrastructure Forum 2023, hybrides Event, Berlin, 21.-22. Februar 2023

Klausner, S.; Gollbach, M.; Breitkopf, M.: **Megawatt-Ladetechnik für batterieelektrische Fahrzeuge**.  
*In: ATZ Elektronik, Jg. 18, 2023, Heft 3/4, Wiesbaden, Springer Vieweg, S. 16-20, ISSN: 1862-1791, DOI: 10.1007/s35658-023-1440-1*

Klausner, S.; Gollbach, M.; Breitkopf, M.: **Megawatt Charging Technology for Battery Electric Vehicles**.  
*In: ATZ Electronics Worldwide, Jg. 18, 2023, Heft 3/4, Wiesbaden, Springer Vieweg, S. 8-12, ISSN: 2524-8804*

Klausner, S.; Lehninger, H.; Söffker, C.: **GUW+: Systemoptimierungen im Stadtbahnnetz, Softwarelösung und Standortbewertung**. 11. VDV-AEE-Fachtagung, Erfurt, 7.-8. November 2023, Vortrag: die Autoren

Kleist, H. v.; Saroch, L.; Beims, M.: **Improving Battery Lifespan and Service Trip Reliability of EVs in Public Transport by Learning Energy Consumption**. 36<sup>th</sup> Electric Vehicle Symposium & Exposition EVS36, Sacramento, CA, USA, 11.-14. Juni 2023, Vortrag: H. v. Kleist  
*In: Tagungsband. Electric Drive Transportation Association EDTA, Washington, D.C., USA, 2023, 11 S., http://evs36.com/wp-content/uploads/finalpapers/FinalPaper\_von%20Kleist\_Hermann.pdf*

Kleist, H. v.; Saroch, L.; Beims, M.: **Improving Battery Lifespan and Service Trip Reliability of EVs in Public Transport by Learning Energy Consumption**. 23. Internationales Stuttgarter Symposium Automobil- und Motorentechnik, Stuttgart, 4.-5. Juli 2023, Vortrag: H. v. Kleist  
*In: SAE Technical Papers, Warrendale, PA, USA, SAE International, 2023, Paper Nr. 2023-01-1225, 8 S., ISSN: 0148-7191, DOI: 10.4271/2023-01-1225*

Klöppel-Gersdorf, M.; Bellanger, A.; Földner, T.; Stachorra, D.; Otto, T.; Fettweis, G.: **Implementing Remote Driving in 5G Standalone Campus Networks**. 9<sup>th</sup> International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems VEHTS, Prag, Tschechien, 26.-28. April 2023, Vortrag: M. Klöppel-Gersdorf  
*In: Tagungsband. Vinel, A.; Ploeg, J.; Berns, K.; Gusikhin, O. (Hrsg.), Setúbal, Portugal, SciTePress, 2023, S. 359-366, ISBN: 9789897586521, DOI: 10.5220/0011985900003479*

Kutscher, A.; Grundmann, J.; Eltner, A.; Blanch, X.; Hedel, R.: **Application of Optical Particle Tracking Velocimetry (PTV) to Determine Continuous Discharge Time Series.** EGU General Assembly 2023, Wien, Österreich, 23.-28. April 2023, Vortrag: A. Kutscher  
Abstract abrufbar über Konferenzseite, DOI: 10.5194/egusphere-egu23-9946

Lehmann, T.; Weiß, F.: **Lithium-Ion Battery Aging Analysis of an Electric Vehicle Fleet Using a Tailored Neural Network Structure.**  
In: *Applied Sciences*, Jg. 13, 2023, Heft 7, Special Issue Advances in Lithium-Ion Automobile Batteries, Basel, Schweiz, MDPI, 13 S., ISSN: 2076-3417, DOI: 10.3390/app13074448

Martini, T.; Rosin, J.; Vetter, J. Z.; Neuhäuser, S.; Lukau, E.; Catal, F.; Boigk, M.; Simon, M.; Monteforte, M.; Gerold, M.; Phung, W.; Dietze, S.; Finger, J.; Brausewetter, P.; Nicolai, S.: **Towards a Modular Co-Simulation Framework for the Assessment of Cascading Effects Among Critical Infrastructures and the Impact on Citizens.** 63<sup>rd</sup> ESReDA Seminar on Resilience Assessment: Methodological Challenges and Applications to Critical Infrastructures, Ispra, Italien, 25.-26. Oktober 2023, Vortrag: M. Gerold

Meeß, H.: **ALBACOPTER®: Experimental Vertical Take-Off and Landing Glider.** International Paris Air Show SIAE, Paris, Frankreich, 19.-25. Juni 2023

Meeß, H.; Herzog, M.; Alp, E.; Kuhlentötter, B.: **Evolutionary Algorithms for a Simheuristic Optimization of the Product-Service System Design.**  
In: *Journal of Intelligent Manufacturing*, Jg. 34, 2023, Online-First-Artikel, Berlin / Heidelberg, Springer Nature, 23 S., ISSN: 1572-8145, DOI: 10.1007/s10845-023-02191-4

Olcay, E.; Rui, X.; Wang, R.: **Headland Turn Automation Concept for Tractor-Trailer System with Deep Reinforcement Learning.** 19<sup>th</sup> International Conference on Automation Science and Engineering CASE 2023, Auckland, Neuseeland, 26.-30. August 2023, Vortrag: E. Olcay  
In: *Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 2023, 7 S., ISBN: 9798350320695, DOI: 10.1109/CASE56687.2023.10260531*

Otto, T.: **Wie kann die »intelligente Kreuzung« verletzte Verkehrsteilnehmer (wie den Fuß- und Radverkehr) schützen?** 8. Nationaler Radverkehrskongress, Frankfurt/Main, 20.-21. Juni 2023

Otto, T.; Partzsch, I.; Holfeld, J.; Klöppel-Gersdorf, M.; Ivanitzki, V.: **Designing a C-ITS Communication Infrastructure for Traffic Signal Priority of Public Transport.**  
In: *Applied Sciences*, Jg. 13, 2023, Heft 13, Special Issue Urban Transport Systems Efficiency, Network Planning and Safety: Volume II, Basel, Schweiz, MDPI, 14 S., ISSN: 2076-3417, DOI: 10.3390/app13137650

Pandey, A.; Unruh, D.; Kettelgerdes, M.; Erdogan, H.; Wunderle, B.; Elger, G.: **Evaluation of Thermally-Induced Change in Sharpness of Automotive Cameras by Coupled Thermo-Mechanical and Optical Simulation.** SPIE Future Sensing Technologies, Yokohama, Japan, 18.-21. April 2023, Vortrag: D. Unruh  
In: *SPIE Conference Proceedings*, Bd. 12327, Bellingham, WA, USA, SPIE, ISSN: 1996-756X, DOI: 10.1117/12.2665475

Pohle, M.; Günther, S. T.; Schütze, R.; Trautmann, T.; Engert, D.: **Fahrerassistenzsysteme für die Geschwindigkeitsreduzierung bei schlechten Bedingungen.** Bremen, Fachverlag NW, 2023, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt, Heft F 150, ISBN: 9783956067235

Pohle, M.: **The Traffic Accident Scenario Community Database – Basis for Virtual Assessment of Vehicle Safety.** International Traffic Forum – IRTAD-Meeting, Paris, France, 28.-29. März 2023

Pretzsch, S.: **Towards a Common European Mobility Data Space.** 3<sup>rd</sup> Annual Conference Data-driven Urban Mobility in Europe, Amsterdam, Niederlande, 14. September 2023

Rauschert, A.: **Mastering Roadworthiness of Autonomous Driving.** Bitkom Big-Data. AI Summit 2023, Berlin, 25.-26. September 2023

Schappacher, J.; Dierke, J.; Otto, T.; Klöppel-Gersdorf, M.: **Umsetzung europäisch harmonisierter integraler C-ITS Services in Deutschland – von Fuß über Rad, Kfz, Lkw bis hin zum öffentlichen Verkehr.**  
In: *Straßenverkehrstechnik*, Jg. 66, 2023, Heft 11, Bonn, Kirschbaum Verlag, S. 758-762, ISSN: 0039-2219, DOI: 10.53184/SVT11-2023-3

Schäfer, J.; Keppler, F.; Wagner, S.; Janschek, K.: **RMTRUCK: Deadlock-Free Execution of Multi-Robot Plans under Delaying Disturbances.** 26<sup>th</sup> IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems ITSC, Bilbao, Spanien, 24.-28. September 2023, Vortrag: J. Schäfer  
In: *Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 2023, S. 1122-1127, ISBN: 9798350399462, DOI: 10.1109/ITSC57777.2023.10421809*

Schreiber, D.; Schramm, S.; Saadé, J.; Mallada, J. L.: **Monitoring of French Intersection Traffic – The Application of Enhanced AIMATS-Systems.** 39<sup>th</sup> FISITA World Congress, Barcelona, Spanien, 12.-15. September 2023, Vortrag: S. Schramm

Schmid, M.; Momberg, M.; Kettelgerdes, M.; Elger, G.: **Transient Thermal Analysis for VCSEL Diodes.** 29<sup>th</sup> International Workshop Thermal Investigations of ICs and Systems Thermic 2023, Budapest, Ungarn, 27.-29. September 2023, Vortrag: M. Schmid  
In: *Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 2023, 6 S., ISBN: 9798350318623, DOI: 10.1109/THERMINIC60375.2023.10325906*

Schmid, M.; Zippelius, A.; Hanß, A.; Böckhorst, S.; Elger, G.: **Investigations on High-Power LEDs and Solder Interconnects in Automotive Application: Part II – Reliability.**  
In: *IEEE Transactions on Device and Materials Reliability*, Jg. 23, 2023, Early-Access-Artikel, Piscataway, NJ, USA, IEEE, 12 S., ISSN: 1558-2574, DOI: 10.1109/TDMR.2023.3300355

Schulze, E.-E.; Gross, H.: **Tiny-Haus Zivilschutz – eine wissenschaftliche Konzeptentwicklung zu modularen Selbstversorgerunterkünften für den Betreuungsdienst im Zivilschutz.** Fachkongress Forschung für den Bevölkerungsschutz, 12.-14. Januar 2023, Bonn, Vortrag: die Autoren

Song, R.; Liu, D.; Chen, D. Z.; Festag, A.; Trinitis, C.; Schulz, M.; Knoll, A.: **Federated Learning via Decentralized Dataset Distillation in Resource-Constrained Edge Environments.** International Joint Conference on Neural Networks IJCNN 2023, Queensland, Australien, 18.-23. Juni 2023, Vortrag: R. Song  
In: *Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 2023, 10 S., ISBN: 9781665488679, DOI: 10.1109/IJCNN54540.2023.10191879*

Song, R.; Xu, R.; Festag, A.; Ma, J.; Knoll, A.: **FedBEVT: Federated Learning Bird's Eye View Perception Transformer in Road Traffic Systems.**  
In: *IEEE Transaction on Intelligent Vehicles*, Jg. 8, 2023, Early-Access-Artikel, Piscataway, NJ, USA, IEEE, 12 S., ISSN: 2379-8904, DOI: 10.1109/ITV.2023.33210674

Song, R.; Zhou, L.; Lyu, L.; Festag, A.; Knoll, A.: **ResFed: Communication Efficient Federated Learning with Deep Compressed Residuals.**  
In: *IEEE Internet of Things Journal*, Jg. 10, 2023, Early-Access-Artikel, Piscataway, NJ, USA, IEEE, 15 S., ISSN: 2327-4662, DOI: 10.1109/IJOT.2023.3324079

Song, R.; Lyu, L.; Jiang, W.; Festag, A.; Knoll, A.: **V2X-Boosted Federated Learning for Cooperative Intelligent Transportation Systems with Contextual Client Selection.** International Conference on Robotics and Automation ICRA 2023, Workshop on Collaborative Perception and Learning, London, UK, 29. Mai – 2. Juni 2023, Vortrag: R. Song  
*Workshop-Paper veröffentlicht über: arXiv.org, Mai 2023, 5 S., DOI: 10.48550/arXiv.2305.11654*

Strauzenberg, N.; Hilde, V.; Erbsmehl, C. T.; Pohle, M.: **Virtual Reality in Road Safety Education as a Contribution to Collision Zero.** 35<sup>th</sup> International Co-operation on Theories and Concepts in Traffic Safety Conference ICTCT, Catania, Italien, 26.-27. Oktober 2023, Vortrag: V. Hilde

Strauzenberg, N.; Pohle, M.: **Vertiefende Analyse des Unfallgeschehens älterer Fahrzeugführer.** Bremen, Fachverlag NW, 2023, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt, Reihe Mensch und Sicherheit, Heft M342, ISBN: 9783956067648

Tavakolibasti, M.; Mezmer, P.; Böttger, G.; Kettelgerdes, M.; Elger, G.; Erdogan, H.; Seshaditya, A.; Wunderle, B.: **Thermo-Mechanical-Optical Coupling Within a Digital Twin Development for Automotive LiDAR.**  
In: *Microelectronics Reliability*, Bd. 141, 2023, Amsterdam, Niederlande, Elsevier, 10 S., ISSN: 0026-2714, DOI: 10.1016/j.microrel.2022.114871

Urban, M.; Pohle, M.; Schwetzler, P.; Mallada, J. L.: **Weighted Benefit Estimation of Accident Simulation and Variation of TASC Cases.** 7<sup>th</sup> International Symposium on Future Active Safety Technology Toward Zero Traffic Accidents FAST-zero 2023, Kanazawa, Japan, 8.-11. November 2023, Vortrag: M. Urban

Velasco Arevalo, A.; Gerike, R.: **Sustainability Evaluation Methods for Public Transport with a Focus to Latin American Cities: A Literature Review.**  
In: *International Journal of Sustainable Transportation*, Jg. 17, 2023, London, UK, Taylor & Francis, 18 S., ISSN: 1556-8334, DOI: 10.1080/15568318.2022.2163208

Viol Barbosa, C. E.; Below, N.; Keppler, F.; Kolb, J.; Nitzsche, G.; Wagner, S.: **helyOS®: A Customized Off-the-Shelf Solution for Autonomous Driving Applications in Delimited Areas.** 15<sup>th</sup> International Symposium on System Integration SII 2023, Atlanta, GA, USA, 17.-20. Januar 2023, Vortrag: C. E. Viol Barbosa  
In: *Tagungsband. Piscataway, NJ, USA, IEEE, 6 S., ISBN: 9798350398687, DOI: 10.1109/SII55687.2023.10039276*

Weiß, F.: **Felddatenbasierte Batteriediagnose und Lebensdauerprognose.** Energy Saxony Summit 2023 Digital, Online-Event, 24. Mai 2023, Vortrag abrufbar unter: <https://youtu.be/MgxK6xfcrYM>

Weiß, F.; Lehmann, T.: **Aging Diagnostics of Lithium-Ion Batteries Using Artificial Intelligence and Real Vehicle Data.** Batterieforum Deutschland, Berlin, 18.-20. Januar 2023, Postervortrag

Witte, J.; Striller, B.; Hecker, A.; Holfeld, J.; Pohle, M.; Wolniak, N.; Nothdurft, T.: **Adapting and Enhancing V2X Communication to Agricultural Machinery to Address Road Safety via C-ITS.** 80<sup>th</sup> International Conference on Agricultural Engineering LAND.TECHNIK AgEng 2023, Hannover, 10.-11. November 2023, Vortrag: J. Witte/B. Striller  
In: *Tagungsband. Düsseldorf, VDI Verlag, 2023, VDI-Berichte, Bd. 2427, S. 371-378, ISBN: 9783180924274*

Zhou, L.; Song, R.; Chen, G.; Festag, A.; Knoll, A.: **Residual Encoding Framework to Compress DNN Parameters for Fast Transfer.**  
In: *Knowledge-Based Systems*, 2023, Bd. 277, Amsterdam, Niederlande, Elsevier, 7 S., ISSN: 0950-7051, DOI: 10.1016/j.knsys.2023.110815

# Akademische Arbeiten

## Doktoranden

### Klaproth, Tom

Spectroscopic investigations of two-dimensional magnetic materials: transition metal trichlorides and transition metal phosphorus trichalcogenides. TU Dresden

## Diplomanden

### Bach, Lukas Maximilian

Flugzeugvorentwurf eines Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in Kipprotor-Drachenflugzeug-Konfiguration mit VTOL-Fähigkeiten. TU Dresden

### Benken, Frederic

Konzeptentwicklung einer virtuellen Forschungswelt für das Forschungscluster Centre for Tactile Internet (CeTI). TU Dresden

### Ermoshin, Andrei

Konzeption und Gestaltung eines AR-Arbeitsplatzes für die Bedienung von Baggern. TU Dresden

### Händler, Björn

Krisenresilienz im öffentlichen Gesundheitsdienst. TU Dresden

### Heymer, Florian

Auslegung und Optimierung einer Luftkühlungseinheit für ein konduktives Schnell-ladesystem. TU Dresden

### Klotsche, Jonas

Entwicklung einer generalisierten Fahrtrahnensteuerung. TU Dresden

### Neubert, Lukas

Untersuchungen zu Schadenfällen mit Flugobjekten im Straßenverkehr insbesondere mit Vögeln. Westsächsische Hochschule Zwickau

### Nguyen, Tuyen

Entwurf und Entwicklung eines Plugin-Packages für Grasshopper zur Nutzung im Strak-Prozess. TU Dresden

### Poy, Yi Han

Identification of the Aerodynamic Derivatives of a VTOL Aircraft from Flight Data. TU Dresden

### Qian, Ina

Adaptives Interaktionsdesign zur Motivation ökologischen Handelns. TU Dresden

### Richter, Anton Paul

Flugerprobung eines Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in Kipprotor-Drachenflugzeug-Konfiguration mit VTOL-Fähigkeiten. TU Dresden

### Richter, Christoph

Erstellung eines Simulationsdatensatzes für Wildunfälle. HTW Dresden

### Röhlig, Julius

Entwicklung eines iterativen Entwurfswerkzeugs für die konzeptionelle Konfiguration und Evaluation multimodaler User Interfaces. TU Dresden

### Rühlicke, Nico

Entwicklung einer Betriebsstrategie zur Verbesserung der Gesamtkosten von Brennstoffzellenbussen. TU Dresden

### Schönnagel, Adrian

Efficient Headland Planning for Agricultural Vehicles with Kinematic Constraints. TU Dresden

### Spiridi, Philipp

Entwicklung eines Entwurfswerkzeugs für die prototypenbasierte Konzeption und Evaluation multimodaler Armlehnen mobiler Arbeitsmaschinen. TU Dresden

### Teubner, Stefan

Entwicklung eines Minimum Lovable Products für die Anwendung eines digitalen Physiotherapie-Assistenten. TU Dresden

## Masterstudenten

### Babu, Harisankar

Reinforcement Learning Based Path Planning for Autonomous Flight. TU Dresden

### Barvenčik, Jill Lara

Deep multi-agent reinforcement learning for real-life large-scale traffic. TU Berlin

### Föppl, Tilman

Modellierung der Stillstandserwärmung von Kurzschlussläufer-Asynchronmaschinen. TU Bergakademie Freiberg

### Gajera, Ronakkumar

A Comprehensive Approach to Road User Trajectory Tracking and Prediction with Infrared Camera and Radar Data Fusion. TH Ingolstadt

### Kim, Taehyoung

From Supervised to Reinforced: A One-Shot Deep Learning Approach to UAV Path Planning. TU München

### Modi, Milinkumar

Determination of Accident-Promoting Safety Factors in Road Traffic. Westsächsische Hochschule Zwickau

### Singaravelan, Thanuj

Detection and Analysis of Anomalies in Timeseries of Li-Ion Battery Field Data. TU Dresden

### Zierrmann, Max

Untersuchung von Methoden für die datengestützte Betriebsbereichsanalyse automatisierter Fahrzeuge im ÖPNV. HTW Dresden

## Bachelorstudenten

### Huang, Zhengyang

Research on AI-based applications in edge communication networks. TU München

### Wünsche, Oliver

Unfalltypenklassifikation mithilfe textverarbeitender Algorithmen. HTW Dresden

### Zesewitz-Thiel, Selina

Einsatz von Usability-Richtlinien bei der Reimplementierung eines Gantt-Diagramm-Moduls. Berufsakademie Sachsen

## Lehrtätigkeiten

### Bartholomäus, Ralf

Optimale Steuerung kontinuierlicher Prozesse. TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie, SS 2023

Vernetzte Energiespeicher. TU Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Institut für Elektrotechnik, SS 2023

### Elger, Gordon

Computer Aided Engineering. TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, WS 2022/23, SS 2023, WS 2023/24

CAE für die Elektrotechnik. TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, WS 2022/23, SS 2023

Electronics, Measurement and Systems. TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, SS 2023

Halbleiterbauelemente.

TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, WS 2023/24

### Festag, Andreas

Kommunikationssysteme. TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, SS 2023

Car2X-Kommunikation. TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, WS 2022/23, SS 2023/24

Software-Entwicklung für sicherheitskritische Systeme. TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, WS 2022/23, SS 2023

Gruppenprojekt (Master Automatisiertes Fahren, International Automotive Engineering). TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, WS 2022/23, SS 2023, WS 2023/24

V2X Services (Master of Applied Research). TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, WS 2022/23

### Kefferpütz, Klaus

Sensordata and Information Fusion. TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, WS 2022/23, SS 2023, WS 2023/24

Regelungstechnik 1. Hochschule Augsburg, Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik, WS 2022/23, SS 2023

Regelungstechnik 2. Hochschule Augsburg, Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik, WS 2022/23

### Kertzsch, Jana

Berechnung elektrischer Maschinen. TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Institut für Elektrotechnik, SS 2023

Einführung in die Elektrotechnik. TU Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Institut für Elektrotechnik, WS 2023/24

Komplexpraktikum Elektrotechnik. TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Institut für Elektrotechnik, SS 2023

Elektrische Maschinen. TU Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Institut für Elektrotechnik, WS 2023/24

Einführung in die Elektromobilität. TU Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Institut für Elektrotechnik, WS 2023/24

Elektrische Antriebe 1. TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Institut für Elektrotechnik, SS 2023

Theorie elektrischer Maschinen. TU Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Institut für Elektrotechnik, WS 2023/24

### Klingner, Matthias

Elektroenergiesysteme. TU Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Institut für Elektrotechnik, SS 2023

### Knote, Thoralf

Fahrzeugsicherheit automatisierter Fahrzeuge. TU Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften »Friedrich List«, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, SS 2023

#### **Krzywinski, Jens**

Designprozess und -werkzeuge (in der Produktentwicklung). TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, SS 2023

Design von Produkt-Service-Systemen. TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, SS 2023

Nutzerzentrierter Produktentwurf. TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, WS 2022/23, WS 2023/24

#### **Markgraf, Marcel**

Vom Hype zur Realität: Ein Einblick in den steinigen Weg vom mobilen Roboter zum autonomen Fahrzeug. In: Vorlesung »Steuerung mobiler Roboter«, Technische Universität Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Automatisierungstechnik, 4. Dezember 2023

#### **Rauschert, André**

Ideen-, Innovations- und Change Management. Gründungsmanagement. HS Mittweida (FH), Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Fakultät Medien, WS 2022/23, SS 2023, WS 2023/24

#### **Schmid, Maximilian**

Messtechnik. TH Ingolstadt, Fakultät Elektro- und Informationstechnik, WS 2023/24

Measurement Engineering. TH Ingolstadt, Fakultät Maschinenbau, WS 2023/24

## **Mitgliedschaften und Schutzrechte**

### **Mitarbeit in Gremien**

#### **Auerswald, Rico**

– Verein zur Förderung der internationalen Standardisierung von Automatisierungs- und Messsystemen (ASAM)

#### **Danowski, Kamen**

– Fachgruppe »Katastrophenschutz der Euroregion Elbe/Labe«

#### **Elger, Gordon**

– International Microelectronics and Packaging Society (IMAPS)

#### **Erbsmehl, Christian T.**

– SafeTRANS e.V.

#### **Festag, Andreas**

– 5G Automotive Association e.V.  
– ETSI European Telecommunications Standards Institute

#### **Fichtl, Holger**

– Agronym e.V.

#### **Gründel, Torsten**

– Arbeitskreis kontiki – kontaktlose Chipkartensysteme für Electronic Ticketing e.V.  
– Fraunhofer-Allianz Verkehr  
– UITP International Association of Public Transport  
– Verein zur Förderung der internationalen Standardisierung von Automatisierungs- und Messsystemen (ASAM)

#### **Hedel, Ralf**

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

#### **Kertzscher, Jana**

– VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

#### **Klingner, Matthias**

– Dresden-concept e.V.  
– Exzellenzstiftung Ingolstädter Wissenschaft – Ignaz Kögler  
– Förderverein HYPOS – Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany e.V.  
– Fraunhofer-Netzwerk »Wissenschaft, Kunst und Design«  
– Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie  
– Fraunhofer-Alumni e.V.  
– Lenkungsreis der Fraunhofer-Allianz Verkehr  
– Netzwerk »Dresden – Stadt der Wissenschaften«

#### **Lorenz, Sebastian**

– JUG Saxony e.V.

#### **Meeß, Henri**

– SAE, G-34 Artificial Intelligence in Aviation  
– BDLI, Fachausschuss UAV  
– Urban Air Mobility Initiative Ingolstadt  
– Airbus Air Mobility Initiative  
– DIN, Normungsroadmap KI  
– BSI, Arbeitsgruppe zur Erarbeitung eines IT- Grundschutzprofils Drohnen

#### **Otto, Thomas**

– FGSV AK 3.3.1 »Empfehlung für den Technologiewechsel C-ITS an Lichtsignalanlagen« (Leiter des AK)  
– FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe AG 3.2.1 »Sensorfusion und Künstliche Intelligenz zur Situations-/ Ereigniserkennung und -prognose«  
– ECTRI Thematic Group »Mobility«  
– ECTRI Thematic Group »Traffic Management & Modelling«

#### **Pohle, Maria**

– IRTAD International Road Traffic Accident Database

#### **Pretzsch, Sebastian**

– Mobilthek User Group  
– Mobility Data Space Technologieausschuss  
– European Mobility Data Space  
– International Data Spaces Architecture Working Group  
– Gaia-X 4 Future Mobility  
– EIT Urban Mobility

#### **Rauschert, André**

– Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz  
– Sächsisches Transfer-Netzwerk futureSAX  
– VDMA Software und Digitalisierung, Expertenkreis »Machine Learning«

#### **Steinert, Frank**

– Fraunhofer-Allianz Verkehr, Leiter der Arbeitsgruppe »Fraunhofer-Commercial Transport«

#### **Ufert, Martin**

– Fraunhofer-Allianz Batterien  
– Fraunhofer-Allianz Energie  
– HZwo e.V.

#### **Urban, Martin**

– EVU European Association for Accident Research and Analysis e.V.

#### **Zarnack, Martin**

– bavAIRia e.V. – Bayerisches Cluster für Luftfahrt, Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen

### **Patente**

Breitlauch, P.; Erbsmehl, C. T.: **Verfahren zum Modellieren einer Kollision zweier Objekte**. Europäische Patentanmeldung: EP 4 009 216 A1, offengelegt 2022

Jehle, C.; Klausner, S.: **Vorrichtung zur Energieversorgung eines elektrischen Betriebsnetzes**. Deutsche Patentanmeldung: DE10 2017 105 728 A1, offengelegt 2018, PCT-Anmeldung: WO2018/167286 A2, offengelegt 2018

Klausner, S.; Gamsizlar, Ö.: **Elektrische Kontaktanordnung**. Deutsches Patent DE 10 2009 023 072 B4, 2012

Klausner, S.; Kuitunen, S.: **Elektrisch beheizbarer Latentwärmespeicher mit kurzen Beladezeiten**. PCT-Anmeldung: WO2017/174803 A1, offengelegt 2017

Klausner, S.; Vorwerk, T.; Seiler, C.: **Unterflur-Kontaktsystem**. Deutsche Patentanmeldung: DE 10 2017 218 226 A1, 2017, PCT-Anmeldung: WO2018/172294 A1, offengelegt 2018, Patenterteilungen: EP, US, CN, JP

Klausner, S.; Vorwerk, T.; Seiler, C.: **Elektrische Kontakteinheit**. Deutsches Patent: DE 10 2021 201 472 B4, 2022, PCT-Anmeldung: WO 2022/175286 A1, offengelegt 2022

Klingner, M.: **Leistungssteuereinrichtung und Verfahren zum Lastausgleich eines Netzes**. Deutsches Patent: DE 10 2011 114 344 B4, 2023

Wagner, S.; Zipser, S.: **Verfahren zur automatischen oder teilautomatischen spurtreuen Mehrachslenkung eines Straßenfahrzeugs und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**. Deutsches Patent DE 10 2006 037 588 B4, 2011

### **Zertifikate**

#### **DIN EN ISO 9001:2015,**

Geltungsbereich »Entwicklung von Fahrzeug- und Antriebstechnik sowie verkehrsbezogene Forschung und Entwicklung«, Zertifikat-Registrier-Nr.: 44 100 190788

### **Wortmarken**

**autartec®** DE 30 2012 021 316, 2012

**AutoTram®** DE 304 17 949.3, 2004

**Feldschwarm®** DE 30 2013 013 880, 2013

**HORUS®** DE 30 2013 006 673.1, 2014

**TruckTrix®** DE 30 2014 003 169.8, 2014

**autarsia®** DE 30 2020 104 936, 2020

**MobiKat®** DE 30 2020 112 519, 2021

**ALBACOPTER®** DE 30 2021 105 494, 2021

**helyOS®** DE 30 2021 107 776, 2021

### **Wort- / Bildmarken**

**PKM®** DE 30 2019 108 863, 2019

**PKM Produkteditor®** DE 30 2019 108 856, 2019

**PKM® (EU, GB, CH)** DE 1 593 681, 2020

**PKM Produkteditor® (EU, GB, CH)** DE 1 593 847, 2020