



# Forschungslandschaft Mobilität Baden-Württemberg – eine Bestandsaufnahme

 Forschungsprofile



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KUNST

# Inhaltsverzeichnis

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Vorgehensweise.....   | 6  |
| 2.  | Profile der Institute und Einrichtungen .....   | 7  |
| 2.1 | Universitätsinstitute .....   | 7  |
| 001 | Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Lehrstuhl für Molekül- und Koordinationschemie/Freiburger Materialforschungszentrum (FMF).....                     | 7  |
| 002 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Elektrotechnisches Institut (ETI).....   | 9  |
| 003 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut Entwerfen für Stadt und Landschaft (IESL), Fachgebiet Internationaler Städtebau und Entwerfen.....  | 11 |
| 004 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Materialien, Computational Materials Science (IAM-CMS).....                          | 12 |
| 005 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Materialien, Werkstoffe der Elektrotechnik (IAM-WET).....                            | 14 |
| 006 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR), Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme (IES).....           | 16 |
| 007 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab) .....                                       | 19 |
| 008 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Entrepreneurship, Technologie-Management und Innovation (EnTechnon).....                        | 20 |
| 009 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Teilinstitut Bahnsystemtechnik BST .....                          | 21 |
| 010 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Teilinstitut Fahrzeugtechnik (LFF).....                           | 23 |
| 011 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Teilinstitut Leichtbautechnologie (LBT) .....                     | 25 |
| 012 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Teilinstitut Mobile Arbeitsmaschinen (Mobima).....                | 27 |
| 013 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)..   | 28 |
| 014 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Geographie und Geoökologie, Arbeitsgruppe Humangeographie (IFGG).....                           | 30 |
| 015 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE)31  |    |
| 016 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP), Lehrstuhl für Energiewirtschaft ..... | 33 |
| 017 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Industrielle Informationstechnik (IIIT).....  | 34 |
| 018 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kolbenmaschinen (IFKM) .....  | 36 |
| 019 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Mess- und Regelungstechnik (MRT) .....  | 38 |
| 020 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Produktentwicklung (IPEK) .....   | 39 |
| 021 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Produktionstechnik (wbk).....   | 41 |
| 022 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme (IRS) .....  | 44 |
| 023 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) .....   | 45 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 024 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) .....  | 47 |
| 025 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technische Mechanik (ITM) .....  | 49 |
| 026 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für theoretische Informatik (ITI), Algorithmik II51  |    |
| 027 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Theoretische Informatik, Arbeitsgruppe Kryptographie und Sicherheit, Kompetenzzentrum für angewandte Sicherheitstechnologie (KASTEL) ..... | 52 |
| 028 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Thermische Strömungsmaschinen (ITS) ..   | 53 |
| 029 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Verkehrswesen (IfV) .....  | 55 |
| 030 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lehrstuhl für Systeme der Informationsverwaltung (IPD) .....  | 57 |
| 031 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut (LTI), Abteilung Optische Technologien im Automobil (OTIA).....   | 58 |
| 032 | Universität Heidelberg, Institut für Technische Informatik (ZITI).....   | 61 |
| 033 | Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Innovationsökonomik am Institut für Volkswirtschaftslehre .....   | 63 |
| 034 | Universität Stuttgart, Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS) .....  | 64 |
| 035 | Universität Stuttgart, Institut für Elektrische Energiewandlung (IEW).....   | 66 |
| 036 | Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) ....   | 68 |
| 037 | Universität Stuttgart, Institut für Flugzeugbau (IFB).....   | 70 |
| 038 | Universität Stuttgart, Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT) .....   | 72 |
| 039 | Universität Stuttgart, Institut für Informationssicherheit (SEC) .....   | 74 |
| 040 | Universität Stuttgart, Institut für Ingenieurgeodäsie (IIGS) .....   | 75 |
| 041 | Institut für Parallele und Verteilte Systeme (IPVS), Abt. Maschinelles Lernen und Robotik .....  | 77 |
| 042 | Universität Stuttgart, Institut für Photogrammetrie (IFP).....   | 78 |
| 043 | Universität Stuttgart, Institut für Polymerchemie (IPOC), Lehrstuhl Makromolekulare Stoffe und Fasern .....  | 79 |
| 044 | Universität Stuttgart, Institut für Softwaretechnologie (ISTE) .....   | 81 |
| 045 | Universität Stuttgart, Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) .....  | 83 |
| 046 | Universität Stuttgart, Institut für Strahlwerkzeuge (IFSW) .....   | 85 |
| 047 | Universität Stuttgart, Institut für Straßen- und Verkehrswesen (ISV), Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik .....  | 87 |
| 048 | Universität Stuttgart, Institut für Systemdynamik (ISYS).....  | 88 |
| 049 | Universität Stuttgart, Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik (IST).....  | 90 |
| 050 | Universität Stuttgart, Institut für Verbrennungsmotoren und Krafffahrwesen (IVK) .....   | 91 |
| 051 | Universität Stuttgart, Zentrum für interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung (ZIRIUS)   | 93 |
| 052 | Universität Ulm, Institut für Elektrochemie .....  | 95 |
| 053 | Universität Ulm, Institut für Energiewandlung und -speicherung (EWS) .....   | 97 |
| 054 | Universität Ulm, Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik (MRM) .....   | 99 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 055 | Zeppelin Universität, Center for Mobility Studies und Lehrstuhl für Mobilität, Handel und Logistik .....  | 101 |
| 056 | Zeppelin Universität, Lehrstuhl für Sozioökonomie.....  | 102 |
| 2.2 | Duale Hochschule Baden-Württemberg.....   | 103 |
| 057 | Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Mannheim, Forschungscluster Elektrochemie (ELCH) .....  | 103 |
| 058 | Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Mosbach .....   | 104 |
| 059 | Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Ravensburg, Campus Friedrichshafen .....  | 106 |
| 060 | Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Stuttgart, Fakultät Technik.....  | 108 |
| 061 | Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Stuttgart, Zentrum für empirische Forschung (ZEF) .....   | 110 |
| 2.3 | Hochschulen für Angewandte Wissenschaft.....  | 112 |
| 062 | Hochschule Aalen, Forschungsschwerpunkt „Effiziente Energiewandler“, Institut für Materialforschung (IMFAA) und Labor für elektrische Antriebstechnik und Leistungselektronik (EAL) ..... | 112 |
| 063 | Hochschule Aalen, Gießerei Technologie Aalen (GTA).....   | 114 |
| 064 | Hochschule Aalen, Kompetenzzentrum für innovative Geschäftsmodelle .....  | 116 |
| 065 | Hochschule Aalen, Kompetenzzentrum „Vision Research“ (Studiengang Augenoptik) .....   | 117 |
| 066 | Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Institut für Angewandte Forschung (IAF).....   | 119 |
| 067 | Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Fakultät Business Science and Management .....   | 121 |
| 068 | Hochschule der Medien, Forschungsleuchtturm Creative Industries & Media Society .....   | 122 |
| 069 | Hochschule der Medien, Responsive Media Experience (REMEX) .....  | 124 |
| 070 | Hochschule Esslingen, Anwendungszentrum KEIM.....   | 126 |
| 071 | Hochschule Esslingen, Institut für Nachhaltige Energietechnik und Mobilität (INEM).....   | 128 |
| 072 | Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU), Institut für Automobilwirtschaft (IFA) .....  | 130 |
| 073 | Hochschule Furtwangen .....   | 131 |
| 074 | Hochschule Heilbronn (HHN).....   | 133 |
| 075 | Hochschule Heilbronn, Kompetenzzentrum für Logistik und Wertschöpfung (LOGWERT) .....   | 135 |
| 076 | Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Institut für energieeffiziente Mobilität (IEEM) .....  | 137 |
| 077 | Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Institut für Ubiquitäre Mobilitätssysteme (IUMS) .....   | 139 |
| 078 | Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Institut für Verkehr und Infrastruktur (IVI) ...   | 141 |
| 079 | Hochschule Konstanz Technik Wirtschaft Gestaltung (HTWG), Bodenseezentrum Innovation 4.0 (BZI 4.0) .....  | 143 |
| 080 | Hochschule Mannheim, Fakultät für Elektrotechnik.....   | 144 |
| 082 | Hochschule Mannheim, Institut für Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung (WSP) und Institut für Angewandte Thermo- und Fluidodynamik (ATF) .....   | 146 |
| 083 | Hochschule Offenburg, Institut für Energiesystemtechnik (INES) .....  | 147 |
| 084 | Hochschule Pforzheim, Gestaltung, Technik, Wirtschaft und Recht .....   | 148 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 085 | Hochschule Reutlingen, Reutlinger Energiezentrum für dezentrale Energiesysteme und Energieeffizienz (REZ) .....                                      | 150 |
| 086 | Hochschule Reutlingen, Robert Bosch Zentrum für Leistungselektronik (rbz) .....  | 151 |
| 087 | Hochschule Ulm, Institut für Fahrzeugsystemtechnik .....   | 153 |
| 088 | Hochschule Ravensburg-Weingarten, Institut für Angewandte Forschung (IAF) .....  | 155 |
| 2.4 | Sonstige Forschungseinrichtungen .....   | 157 |
| 089 | ARENA2036 e.V. – Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles ...  | 157 |
| 090 | Zentrum für elektrochemische Energiespeicherung Ulm & Karlsruhe (CELEST) .....   | 160 |
| 091 | Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung (DITF), Institut für Textilchemie und Chemiefasern .....   | 162 |
| 092 | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Fahrzeugkonzepte (FK) .....  | 164 |
| 093 | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Raumfahrtantriebe .....  | 166 |
| 094 | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik .   | 168 |
| 095 | Europäisches Institut für Energieforschung (EIFER) .....   | 171 |
| 096 | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie (fem) .....  | 172 |
| 097 | Forschungsinstitut für Krafftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS) .....  | 173 |
| 098 | Forschungszentrum Informatik (FZI) .....   | 176 |
| 099 | Forschungszentrum Informatik (FZI), Living Lab Automotive .....  | 178 |
| 100 | Forschungszentrum Informatik (FZI), Living Lab smartEnergy .....   | 179 |
| 101 | Forschungszentrum Informatik (FZI), Living Lab smartMobility .....   | 181 |
| 102 | Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Mensch und Mobilität/Mensch und Stadt .....  | 182 |
| 103 | Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) .....  | 184 |
| 104 | Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut (EMI) .....   | 186 |
| 105 | Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB) .....  | 188 |
| 106 | Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) .....   | 191 |
| 107 | Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) .....  | 193 |
| 108 | Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) .....   | 195 |
| 109 | Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM) .....  | 196 |
| 110 | Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V., Freiburg, Hahn-Schickard-Institut für Mikroanalysesysteme .....                          | 198 |
| 111 | Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V., Stuttgart, Hahn-Schickard-Institut für Mikroaufbautechnik .....                          | 200 |
| 112 | Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V., Villingen-Schwenningen, Hahn-Schickard-Institut für Mikro- und Informationstechnik ..... | 202 |
| 113 | Helmholtz-Institut Ulm (HIU) .....   | 203 |
| 114 | Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS CHIPS) .....   | 204 |
| 115 | Institut Stadt Mobilität Energie (ISME) .....  | 206 |
| 116 | Labornetzwerk Baden-Württemberg für Elektromobilität XiL-BW-e .....  | 208 |
| 117 | NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen .....   | 210 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 118 | Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe .....                                     | 212 |
| 119 | Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) ..... | 214 |
| 120 | Cyber Valley .....   | 216 |
| 3.  | Ausgewählte FuE-Projekte mit baden-württembergischer Beteiligung.....              | 218 |
| 3.1 | Vorhaben forschungsgeführter Konsortien .....                                      | 219 |
| 3.2 | Vorhaben industriegeführter Konsortien .....                                       | 229 |
| 4.  | Abkürzungsverzeichnis .....  | 241 |

# 1. Vorgehensweise

Die Studie „Forschungslandschaft Mobilität Baden-Württemberg – eine Bestandsaufnahme“ hat zum Ziel, das Potenzial der Forschungslandschaft in Baden-Württemberg im Hinblick auf den Wandel der Automobilwirtschaft und des Mobilitätssystems aufzuzeigen. Die vorliegende Dokumentation der Forschungsprofile und ausgewählter Förderprojekte bildet die Grundlage für den im Band „Übersicht und Auswertung“ dargestellten Überblick.

Zur Erfassung der Kompetenzen, Aktivitäten und Ausstattungen der Forschungslandschaft in Baden-Württemberg wurden Institute, Lehrstühle und Forschungseinrichtungen identifiziert, die in den relevanten Themenbereichen forschen:

- Sichtung vorhandener Publikationen, Verzeichnisse und Studien
- Individuelle Abfrage an Universitäten, Hochschulen für angewandte Wissenschaften, Forschungseinrichtungen
- Sichtung bestehender Übersichten zu den Institutionen des Landes Baden-Württemberg/Direktansprache von Schlüsselakteuren
- Erfassung wesentlicher Forschungsinfrastrukturen

Alle identifizierten Einrichtungen wurden um eine kurze, qualifizierte Profilbeschreibung gebeten.

Als weitere Quellen zur Identifizierung von Ansprechpartnern wurden Mitgliedslisten einschlägiger (Innovations-)Netzwerke wie Spitzencluster Elektromobilität Südwest, Schaufenster LivingLab BW<sup>e</sup> mobil und automotive-bw herangezogen. Bei größeren Institutionen wurde die Leitungsebene um Unterstützung und um Verteilung der Anfrage an die entsprechenden Institute und Arbeitsgruppen gebeten.

Eine zusätzliche Absicherung erfolgte über die Recherche von relevanten Projekten mit Akteuren aus Baden-Württemberg auf Basis der Förderdatenbank des Bundes.

Auf diese Weise wurden mehr als 120 Ansprechpartner kontaktiert, die zur Erstellung der hier dokumentierten Profile beitrugen.

## 2. Profile der Institute und Einrichtungen

### 2.1 Universitätsinstitute

#### 001 Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Lehrstuhl für Molekül- und Koordinationschemie/Freiburger Materialforschungszentrum (FMF)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Lehrstuhl für Molekül- und Koordinationschemie<br>Albertstraße 21<br>79104 Freiburg              |
|          | FMF<br>Stefan-Meier-Straße 21<br>79104 Freiburg  |
| Telefon  | +49 761 203-6122   |
| Fax      | +49 761 203-6001   |
| Homepage | <a href="https://portal.uni-freiburg.de/molchem">https://portal.uni-freiburg.de/molchem</a>      |
| Leitung  | Prof. Dr. Ingo Krossing  |
| Kontakt  | Brigitte Breitling   |
| Telefon  | +49 761 203-97497  |
| Mail     | <a href="mailto:brigitte.breitling@ac.uni-freiburg.de">brigitte.breitling@ac.uni-freiburg.de</a> |

#### Kurzinfo

Die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Ingo Krossing ist sowohl am Freiburger Materialforschungszentrum (FMF), als auch am Institut für Allgemeine und Anorganische Chemie untergebracht. Es werden Forschungsthemen wie Elektrolyte und aktive Kathodenmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien oder neuartige Redox-Flow-Batterien bearbeitet, welche sowohl für mobile als auch stationäre Energiespeicher eine wichtige Rolle spielen. Des Weiteren werden neue Katalysatorsysteme für Power-to-Liquid-Prozesse beginnend von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff entwickelt und getestet.

#### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

##### Lithium-Ionen-Batterien

Die Arbeitsgruppe untersucht Lithium-Ionen-Batterien für diverse Anwendungen der mobilen Elektronik, aber auch für die Elektromobilität. Im Mittelpunkt stehen die Optimierung von Kathodenmaterialien durch Oberflächenbehandlung sowie die Untersuchung von alternativen Elektrolytlösungen basierend auf schwach koordinierenden Anionen. Des Weiteren werden Elektrolyt-Additive auf ihre Eignung und Funktionsweise untersucht.

##### Redox-Flow-Batterien

Im Mittelpunkt steht die Entwicklung und Untersuchung neuer Redoxsysteme mit großen offenen Klemmspannungen, ausgehend von wasserfreien Lösemitteln/ionischen Flüssigkeiten. Dabei liegt der Fokus auf der Verwendung von nachhaltigen Rohstoffen. Die Arbeitsgruppe hat dazu eigenständig neue Zellkonzepte entwickelt und in Kooperation einen neuen großen gepumpten Stack mitentwickelt.

##### Katalyse für Power-to-Liquid-Prozesse

Der Fokus liegt auf dem Verständnis zur Bildung flüssiger Energieträger beginnend mit der Hydrogenierung von Kohlenstoffdioxid mit Wasserstoff. Dazu wird die Stoffkette Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff → Methanol → Dimethylether und/oder Formaldehyd → oligomere Oxymethyldimethylether (OME) sowohl hinsichtlich ihrer energetischen Eigenschaften als auch hinsichtlich neuer Katalyseverfahren zu ihrer effizienten und nachhaltigen Erzeugung untersucht.

Aktueller Fokus sind Fluorierungen heterogener Katalysatoren zur Modifikation der Eigenschaften von Katalysatoren für die Methanol- und Dimethylethersynthese (Patent 2014), der Aufbau neuer bifunktionaler Katalysatoren für eine effiziente Dimethylethersynthese und neue effiziente und wasserfreie homogen katalysierte Routen zu den OME und deren Überführung in einen kontinuierlichen Prozess.

## Ausstattung/Einrichtungen

Ausstattung für Batterieentwicklung:

- verwendete Zellen (Coin Cells, H-Zellen, neue gepumpte Redox-Flow-Zellen)
- Zyklierer
- Potentiostaten mit Impedanzeinheiten
- computergesteuerte 4-Kanal-Synthesestation zur modifizierten Fällung von Vorstufen von aktiven Kathodenmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien
- Elektrochemie in einer Glovebox aufgestellt

Es besteht die Möglichkeit, alle Arbeiten unter Ausschluss von Wasser und Sauerstoff durchzuführen (inklusive Glovebox)

Ausstattung für Katalysatorforschung:

- Miniplant-Single-Pass-Katalysatorteststand (bis 1.000 °C, 100 bar Druck)
- Rubokat-Quadruple-Pass-Katalysatorteststand (bis 350 °C, 50 bar Druck)
- DRIFT Spektroskopie mit Harricks Praying Mantis (bis 850 °C, 33 bar Druck)
- Generator für molekulares Formaldehyd
- Sprühtrockner
- Computergesteuerte 4-Kanal-Synthesestation für wässrige Kofällungen von Präkatalysatoren bei konstantem pH-Wert
- Fluorlabor zur Arbeit mit reinem Fluor und wasserfreiem Fluorwasserstoff zur

Modifikation von Katalysatormaterialien

Analysemethoden:

- Cyclovoltammetrie/Impedanz/Potentiometrie
- temperaturabhängige wasserfreie Leitfähigkeitsmessungen
- temperaturabhängige Viskositätsmessungen, auch unter Inertbedingungen
- IR- und Raman-Spektroskopie
- BET-Oberflächen, Chemisorptionsmessungen (TPR/TPO)
- DSC, TG/DTA
- NMR-Spektroskopie (200 MHz, 300 MHz und 400 MHz)
- MAS-NMR-Spektroskopie (400 MHz und 500 MHz)
- EDX/SEM
- Ionenchromatographie
- XRD (sowohl Einkristall als auch Pulver)
- Massenspektrometrie (ESI, APCI, ASAP)
- Computercluster mit 150 Knoten und allen gängigen Quantenchemieprogrammen

Alle Arbeitsbereiche werden durch theoretische Modellierungen auf DFT- und Ab-initio-Niveau begleitet, Berücksichtigung von Umgebungseffekten mit den besten verfügbaren theoretischen Methoden.

## Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände

## 002 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Elektrotechnisches Institut (ETI)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Engelbert-Arnold-Straße 5<br>76131 Karlsruhe                               |
| Telefon  | +49 721 608-42472  |
| Fax      | +49 721 358854   |
| Homepage | <a href="http://www.eti.kit.edu">http://www.eti.kit.edu</a>                |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Michael Braun   |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer  |
| Telefon  | +49 721 608-42650  |
| Mail     | <a href="mailto:martin.doppelbauer@kit.edu">martin.doppelbauer@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Elektrotechnische Institut (ETI) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) steht für Kompetenz in Leistungselektronik und in elektrischer Antriebstechnik – bei Anwendungen in der Elektromobilität ebenso wie bei industrieller Antriebstechnik. Themenfelder sind die Auslegung und Berechnung, Simulation und Erprobung elektrischer Antriebssysteme. Dies beinhaltet die Leistungselektronik und elektrische Motoren, aber auch Fragen zum optimalen Systemdesign, Regelungstechnik, Kühlung, Akustik, Schwingungen und mechanische Konstruktion mit Prototypenbau. Darüber hinaus verfügt das ETI über eine gute labortechnische Ausstattung sowie eine leistungsstarke Werkstatt mit Konstruktion und Prototypenbau.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Elektrische Motoren

Im Speziellen befasst sich der Bereich Elektromotoren mit der Auslegung von elektromagnetischen Motoren, d. h. Entwurf, Modellierung, Berechnung der mechanischen und thermischen Auslegung sowie Konstruktion; Bau und Vermessung von Prototypen. Die Vermessung umfasst z. B. Kennfelder, Vibrationen, Geräusch, Kühlung und Wirkungsgrade. Darüber hinaus werden Antriebssysteme designt und geprüft. Dies umfasst alle Anwendungen der Elektromobilität von Pedelecs über Pkw bis zu großen Nutzfahrzeugen und elektrischen Flugzeugen.

#### Leistungselektronische Systeme und Stromrichter

Zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Verbesserung der Betriebsführung sind eine optimierte Auslegung des gesamten Energie-

oder Antriebssystems, der einzelnen Systemkomponenten ebenso wie Betriebsstrategien und Regelungsalgorithmen erforderlich. Dabei kommen am ETI oft auch völlig neue Lösungsansätze zum Einsatz, die mittels Modellierung, Simulation und Validierung an Prototypen umfassend untersucht werden. Themenbereiche umfassen neue Schaltungskonzepte, die Auslegung, den Prototypenbau und Vermessung von Umrichtern und Stromrichtern, elektrische und thermische Simulationen sowie neuartige Applikationen bis hin zu Anwendungen in der Energietechnik. Es werden modulare Multilevel-Umrichter und neuartige Umrichtertopologien wie Matrixumrichter sowie neue Leistungshalbleiterbauelemente und passive Bauelemente betrachtet. Für Stromrichtersysteme werden neue Schaltungstechniken sowie Maschinenregelungen einschließlich Pulsustergenerierung auf eigenentwickelter DSP- und FPGA-Plattform untersucht.

#### Batterietechnik

Im Batterietechnikum werden Fragestellungen zu mobilen und stationären Batteriesystemen untersucht. Es wurde eine offene Technologieplattform für zukünftige elektrische Energiespeicher errichtet, die die Kompetenzen des KIT entlang der Wertschöpfung integriert. Im Fokus steht hierbei die Entwicklung und Herstellung von neuen Materialien und Zellen sowie die Entwicklung von Batteriesystemen bis hin zur Integration zu einem Gesamtsystem für mobile und stationäre Anwendungen. Aktuelle Themen betreffen vor allem Batteriedesign und -assemblierung, Batteriemanagementsystem-Entwicklung, Kopplung stationärer Speicher mit Photovoltaik (Heimspeicher bis hin zu Großspeicherlösungen); intelligente Systemsteuerung; Schaltungs- und Sicherheitstechnik, Regelung der Netzeinspeisung und Inselbetrieb. Darüber hinaus erfolgen auch der Aufbau von Prototypen, der Systemtest und die Validierung von Batteriespeichern. Parallel dazu werden neue Fertigungsverfahren für die kostengünstige Herstellung dieser Batterien entwickelt und prototypisch dargestellt.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Neben einer elektromechanischen Werkstatt für den Prototypenbau von Leistungselektronik, DSP-Systemen und elektrischen Motoren sowie einer robotergestützten Schweißanlage und Drahtbondern zur Batterieassemblierung gibt es folgende Testeinrichtungen:

- Eigenes DSP-/FPGA-System zur flexiblen Ansteuerung und Regelung von Umrichtern auf IGBT-Ebene.
- Prüfstände für Traktionsmotoren und Leistungselektronik für Elektro-Pkw bis 250 kW und 30.000 U/min
- Prüfstände für Industriemotoren, insbesondere Norm-Wirkungsgradmessungen
- Prüfstände für die Messung von Verlustkennfeldern von Eisenproben, Ringkernen und kompletten Einzelzähnen im Flussdichtebereich bis 2 T und Frequenzbereich bis 2 kHz
- Diverse Spannfelder für Versuchsaufbauten
- PV-Testfeld mit 1 MW Peakleistung
- Prototypen stationärer Speichersysteme in AC- und DC-Kopplung (bis zu 1,25 MWh)
- Hardware-in-the-Loop-Prüfstände für stationäre Speicher

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände

## 003 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut Entwerfen für Stadt und Landschaft (IESL), Fachgebiet Internationaler Städtebau und Entwerfen

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Englerstraße 11<br>Gebäude 11.40<br>76131 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 6084-2170  |
| Fax      | +49 721 6084-3734  |
| Homepage | <a href="http://istb.iesl.kit.edu">http://istb.iesl.kit.edu</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr. Barbara Engel  |
| Kontakt  | Dipl.-Ing. Nikolas Rogge   |
| Telefon  | +49 721 6084-2170  |
| Mail     | <a href="mailto:barbara.engel@kit.edu">barbara.engel@kit.edu</a> ,<br><a href="mailto:nikolas.rogge@kit.edu">nikolas.rogge@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Stadtentwicklungen in unterschiedlichen gesellschaftlichen und räumlichen Kontexten stellen – ob in der kommunalen Planungspraxis oder in Forschung und Lehre an den Hochschulen – eine große Herausforderung dar.

Ziel des Fachgebietes Internationaler Städtebau und Entwerfen ist es:

- die nächste Generation von Architekten und Stadtplanern auf die zukünftigen komplexen Aufgaben in aller Welt vorzubereiten, Kompetenzen zu vermitteln, sie für Themen zu sensibilisieren, sie aber auch mit einem entsprechenden Handwerkszeug auszustatten
- eine Plattform des wissenschaftlichen Diskurses zu sein, Beiträge für die Wissenschaft in Form von Grundlagenforschung zu leisten, neue Erkenntnisse zu verknüpfen und sie in Handlungsstrategien zu überführen
- als Dienstleister für Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft zu fungieren und mit Partnern des öffentlichen und des privaten Sektors Strategien zur nachhaltigen Weiterentwicklung der Städte zu erarbeiten

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die thematischen Schwerpunkte liegen in den Bereichen Stadtentwicklung in Russland und (post)sozialistischer Städtebau, Metropolenräume und strategische Planungen in Afrika, Asien und Amerika sowie Baukultur. Darüber hinaus stehen jedoch auch Themen der Mobilitäts- und Verkehrsplanung im Fokus.

### Verkehr und Stadtgestalt

Hier werden städtebauliche Anforderungen und Lösungsansätze formuliert unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten von Raumstrukturen und Mobilitätskonzepten. Formelle und informelle Planungsinstrumente für eine integrierte Stadtverkehrsplanung reichen dabei von großmaßstäblichen Planungen bis hin zur Gestaltung einzelner Verkehrsbauwerke.

### Auswirkungen autonomen Fahrens auf den Stadtraum

Das Institut untersucht im Rahmen der „Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe“ auch Anforderungen und Wechselwirkungen des autonomen Fahrens auf Straßenräume. Im Mittelpunkt stehen die Darstellung von Potenzialen der räumlichen und funktionalen Umgestaltung sowie die Entwicklung von Szenarien zur perspektivischen Entwicklung neuer funktionaler und stadträumlicher Qualitäten.

### Öffentliche Räume und Verkehrsräume

Es werden Abhängigkeiten und Wechselwirkungen stadträumlicher Gestaltung und Verkehrsplanung untersucht wie z. B. die Frage, wie Straßen- und Platzräume ihrer Doppelfunktion als Aufenthalts- und Transiträume gerecht werden können.

### Nahmobilität in russischen Städten

In russischen Städten untersucht das Institut die Situation und Perspektiven der Verbesserung der Nahmobilität, der eine Schlüsselrolle bei der nachhaltigen Entwicklung von Städten zukommt. Mittelfristig sollen ÖPNV, Fuß- und Radverkehr gestärkt und die Stadtverwaltung bei einer umweltverträglichen und nachhaltigen Verkehrsplanung unterstützt werden. Hierzu werden Voraussetzungen und Anregungen für die Entwicklung und Implementierung neuer Mobilitätskonzepte erarbeitet und diskutiert.

### Ausstattung/Einrichtungen

*Keine Angaben*

### Zielgruppen

Kommunen, zivilgesellschaftliche Gruppen und Bürgervertretungen, Forschung, Wirtschaft, Industrie, Verbände

## 004 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Materialien, Computational Materials Science (IAM-CMS)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Straße am Forum 5<br>76131 Karlsruhe                                  |
| Telefon  | +49 721 608-44363   |
| Fax      | +49 721 608-44364   |
| Homepage | <a href="http://www.iam.kit.edu/cms/">http://www.iam.kit.edu/cms/</a> |
| Leitung  | Prof. Britta Nestler, Prof. Peter Gumbsch, Prof. Martin Dienwiebel    |
| Kontakt  | Andrea Doer   |
| Telefon  | +49 721 608-44363   |
| Mail     | <a href="mailto:andrea.doer@kit.edu">andrea.doer@kit.edu</a>          |

### Kurzinfo

Das Institut für Angewandte Materialien, Computational Materials Science (IAM-CMS) befasst sich mit den strukturellen, mechanischen und tribologischen Eigenschaften von Werkstoffen, u. a. um deren Belastbarkeit oder Verschleißfestigkeit zu untersuchen. Infolge drastisch gesteigener Forderungen bei Emissionsminderungen, Energieeinsparung und Ressourcenschonung spielen Forschung und Entwicklung zu Tribologie, d. h. Reibung und Verschleiß, auch im Mobilitätssektor eine wachsende Rolle.

Im Mittelpunkt stehen Methoden der Modellbildung und der numerischen Simulation in einer Verbindung von atomistischer Betrachtung von Werkstoffen und deren Defekten mit mikrostruktureller Modellierung und kontinuumsmechanischer Analyse. Das IAM-CMS forscht in enger Zusammenarbeit mit deutschen und internationalen Partnern, insbesondere dem Institut für Digitale Materialforschung (IDM) der Hochschule Karlsruhe, dem Department of Materials der University of California Santa Barbara (UCSB) und dem Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, mit dem auch das MikroTribologie Centrum  $\mu$ TC betrieben wird.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Simulation

Für Simulationen werden leistungsfähige Softwarepakete u. a. zur diskreten Versetzungssimulation plastischer Verformung sowie zur Phasenfeldsimulation entwickelt. Themen umfassen u. a.

- diskrete Versetzungsdynamik in drei Dimensionen
- Multiphysics Materials Modelling
- großskalige Simulationen von Legierungen und Sinterprozessen mit der Phasenfeldmethode
- Kontinuumstheorien zur Plastizitätsmodellierung
- Multiskalenmodellierung
- Simulation tribologischer Prozesse

#### Tribologie (MikroTribologie Centrum $\mu$ TC)

Das MikroTribologie Centrum  $\mu$ TC betreibt Reibungs- und Verschleißforschung. Es optimiert tribologische Systeme und entwickelt Lösungen für Reibungsminderung und Verschleißschutz durch technische Keramik, neuartige Schmierstoffe, tribologische Schichtsysteme und fertigungstechnisch konditionierte Tribowerkstoffe. Dazu werden Reibungs-, Abrieb-, Einlauf- und Verschleißmechanismen sowie die Tribochemie von Maschinenelementen wie Wälz- und Gleitlagern, Schneid- und Umformwerkzeugen sowie Motor- und Getriebeelementen auf der Mikro- und Nanoskala aufgeklärt. Dabei werden experimentelle Untersuchungen mit hochauflösender Elektronenmikroskopie und Analytik kombiniert, um die grundlegenden Mechanismen im Reibkontakt aufzuklären. Themen sind:

- Reibungsreduktion im Antriebsstrang
- Verschleißanalysen mit Echtzeitverschleißmessungen
- Auswirkungen der Verbrennung regenerativer Kraftstoffe auf die Tribologie im Motor
- Optimierung der Endbearbeitung von gleitenden Oberflächen
- beanspruchungsspezifische Wirkflächenoptimierung mit lasergestützter Oberflächentexturierung
- Mechanismen in Materialien unter tribologischer Belastung

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Yb-dotierter Faserlaser zur Texturierung und Modifizierung von Prüfkörpern und Bauteilen
- Diverse Labortribometer für Untersuchungen von der Mikro- bis zur Makroskala im einsinnigen, reversierenden oder wälzenden Kontakt unter definierten Belastungs- und Umgebungsbedingungen
- Diverse In-situ-Tribometer zur Messung von Topographie, Kontaktfläche und Verschleiß
- Abrasions-, Ritz- und Haftreibungsprüfstände
- Hochlastgleitlagerprüfstand mit In-situ-Verschleißmessung
- 1-Zylinder-Motorenprüfstand mit In-situ-Verschleißmessung
- Labore für Hartbearbeitung, Härteprüfung und Oberflächenprofilometrie
- Materialographie inkl. Auf- und Durchlichtmikroskopie (RT, HT)
- Rasterelektronenmikroskopie inkl. EDX, Focused Ion Beam
- Rasterkraftmikroskopie
- 3D-Weißlichtinterferometrie und Konfokalmikroskopie

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 005 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Materialien, Werkstoffe der Elektrotechnik (IAM-WET)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Adenauerring 20 b<br>76131 Karlsruhe                         |
| Telefon  | +49 721 608-47490  |
| Fax      | +49 721 608-47492  |
| Homepage | <a href="http://www.iam.kit.edu/wet">www.iam.kit.edu/wet</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Ellen Ivers-Tiffée                            |
| Kontakt  | Andrea Schäfer (Sekretariat)                                 |
| Telefon  | +49 721 608-47490  |
| Mail     | <a href="mailto:ellen.ivers@kit.edu">ellen.ivers@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das IAM-WET gehört der KIT-Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik an. Anwendungsschwerpunkte der Forschung liegen auf elektrochemischen Energiewandlern wie der Festelektrolyt- und der Polymer-Brennstoffzelle sowie Energiespeichern wie Lithium-Ionen- und All-Solid-State-Batterien. Neben experimentellen Untersuchungen stehen hier auch Modellierung und Simulation im Vordergrund.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Brennstoffzellen

Themen im Bereich Brennstoffzellen betreffen z. B. Degradationsmodelle für SOFC-Stacks, ein numerisches FEM-Simulationsmodell der SOFC-Brennstoffzelle, Modellierung von PEM-Brennstoffzellen oder Festelektrolyt-Brennstoffzellen, 3D-Analyse poröser Medien, reaktionskinetische Untersuchungen oder die Untersuchung von Alterungsmechanismen.

#### Batterien

Im Bereich Batterien werden z. B. All-Solid-State-Batterien und ein optimiertes Design von Batterie-Elektroden untersucht, aber es werden auch Themen wie optimierte Ladeverfahren oder Alterungsuntersuchungen von Lithium-Ionen-Batterien verfolgt.

#### Methodik

Methodische Schwerpunkte umfassen

- Untersuchungen elektrischer und elektrochemischer Reaktions- und Transportvorgänge an Oberflächen und Grenzflächen sowie Mess- und Auswerteverfahren im Frequenz- und Zeitbereich

- elektrochemische Modellierung und Simulation sowie Methoden zur modellgestützten Werkstoffentwicklung
- 3D-Analyse poröser Medien (Tomographieverfahren)

Die Charakterisierungsaufgaben erfordern häufig die (Weiter-)Entwicklung von Messtechnik und Auswerteverfahren, so dass am IAM-WET auch eigenentwickelte Messplätze entstanden sind (siehe auch Ausstattung).

### Ausstattung/Einrichtungen

Allgemein:

- Hochtemperatur-Leitfähigkeitsmessplätze (bis 1.000 °C, pO<sub>2</sub>-Variationen über 20 Dekaden)
- Mikroprobermodul zur elektrischen Messung an besonders feinen Strukturen im µm-Bereich
- Messung des Übertragungsverhaltens und Querempfindlichkeitsmessplatz für Gassensoren
- Elektronenmikroskopie mit Focused Ion Beam (FIB) und EDX, Lichtmikroskope, Lasermikroskop
- chemische Präparation, Partikelsizer
- Reinraumeinrichtung zur Dünn- und Dickschichtpräparation; Dickschichttechnologie: Siebdruck und Folienziehen; Dünnschichttechnologie: Magnetron-Sputtern, Physical Vapour Deposition (PVD)
- Hochtemperatur-Röntgendiffraktometrie
- thermische Analyse bis 1.500 °C (TG, DSC, Dilatometer)
- µGC, Massenspektrometer, Abgasanalyse

**Brennstoffzellen:**

- Teststände zur Charakterisierung von Einzelzellen und Stacks für SOFCs
- elektrochemische Hochtemperatur-Impedanzspektroskopie in definierten Gasatmosphären
- Gasumsatzmessungen (Reformierungskinetiken) an Zellen, die mit  $H_2/H_2O$ ,  $CO/CO_2$ , sämtlichen Kohlenwasserstoffen, Ammoniak und Modellreformaten als Brenngasen, dazu sämtlichen Inertgasen ( $N_2$ , He, Ar) und Verunreinigungen wie  $H_2S$  betrieben werden
- Auswertung von Impedanzspektren mittels DRT (Distribution of Relaxation Times)

**Lithium-Ionen-Batterien:**

- Teststände zur Charakterisierung von Lithium-Ionen-Klein- und -Großzellen sowie All-Solid-State-Zellen in allen gängigen Zellformaten (Strombereich  $\mu A \dots 160 A$ , Impedanzmessungen von 120 MHz...1 mHz, Temperaturbereich  $-70 \dots +180 \text{ }^\circ C$ )
- Alterungsmessstände zur zyklischen und kalendarischen Langzeitbelastung (Strombereich  $\mu A \dots 25 A$ , Impedanzmessungen von 1 MHz...1 mHz, Temperaturbereich  $-20 \text{ }^\circ C \dots +100 \text{ }^\circ C$ )
- Inhouse-entwickelte Zellkontaktierungseinheit für die Zellformate 18650, 21700, Pouch, Prismatisch (BEV, PHEV, PHEV2) und für Laborzellen
- Zellcharakterisierung mit Laborzellen (Öffnung und Präparation kommerzieller Lithium-Ionen-Zellen, inhouse-entwickeltes Zellgehäuse für Impedanzmessungen im 3-Elektroden-Setup mit Netzreferenz, kommerzielle Zellgehäuse wie EL-Cell und Coincell)
- Gloveboxen

**Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule

## 006 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR), Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme (IES)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | c/o Technologiefabrik<br>Haid-und-Neu-Straße 7<br>76131 Karlsruhe                   |
| Telefon  | +49 721 608-45910   |
| Fax      | +49 721 608-45926   |
| Homepage | <a href="https://ies.anthropomatik.kit.edu/">https://ies.anthropomatik.kit.edu/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer   |
| Kontakt  | Dipl.-Ing. Miriam Ruf   |
| Telefon  | +49 721 6091-632  |
| Mail     | <a href="mailto:miriam.ruf@iosb.fraunhofer.de">miriam.ruf@iosb.fraunhofer.de</a>    |

### Kurzinfo

Der Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme (IES) befasst sich mit aktuellen Fragestellungen der Informations- und Signalverarbeitung. Dabei kommen Verfahren der automatischen Sichtprüfung, Mustererkennung, Signal-, Bild- und Informationsverarbeitung, neue Verfahren der Leittechnik zur Überwachung und Steuerung industrieller Prozesse sowie statistische Verfahren zur Anwendung. Das IES forscht in enger Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB an neuen Mobilitätssystemen, die sich im Automotive-Kontext von Fahrerassistenzsystemen bis hin zu vollautomatischem und kooperativem Fahren erstrecken.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Wichtige Forschungsschwerpunkte liegen auf folgenden Gebieten.

#### Automatische Sichtprüfung

Die visuelle Inspektion der Qualität produzierter Güter ist eine unverzichtbare Aufgabe in nahezu allen industriellen Branchen. Eine Automatisierung sorgt hier für eine objektive, reproduzierbare und gleichzeitig ökonomische Prüfleistung. Die automatisierte Sichtprüfung für die industrielle Qualitätskontrolle vereint in einem multidisziplinären Ansatz Verfahren der Optik, der Bildgewinnung, der Bildverarbeitung, der Mustererkennung und der Informationsfusion. Die Grundlage von Sichtprüfsystemen bildet die Gewinnung hochwertiger Bilder mit optimierten Aufnahmeverrichtungen bestehend aus Prüfobjekt, Beleuchtungen und optischen Sensoren. Ziel ist es hierbei, die relevanten optischen und geometrischen Eigenschaften des Prüfobjektes mit ausreichend hoher

Qualität zu erfassen. Für schwierige Sichtprüfungsaufgaben müssen oft unterschiedliche Beleuchtungen und Sensoren eingesetzt werden, was zu Bildserien führt, die dann geeignet ausgewertet oder fusioniert werden.

Technische Systeme, die ihre Umwelt auf Basis visueller Informationen wahrnehmen und ggf. sogar darauf reagieren sollen, müssen in der Lage sein, Bilder ihrer Umwelt aufzunehmen und automatisch auszuwerten. Hierfür müssen Objekte in Szenen erkannt und verfolgt werden. Ihre Eigenschaften und wechselseitigen Beziehungen müssen aus den Bildern geschätzt werden und zeitlich ausgedehnte Sachverhalte (Abläufe, Handlungen ...) sind zu bestimmen. Das zielt darauf ab, aufgabenrelevante Aspekte der Umwelt des technischen Systems aus Bilddaten automatisch zu extrahieren und so aufzubereiten, dass automatische Entscheidungen getroffen werden können und – wenn auch sehr eingeschränkt – ein aufgabenbezogenes maschinelles Verständnis der Umwelt ermöglicht wird.

Forschungsschwerpunkte mit Anwendungen in der Mobilität oder der Produktion sind z. B. programmierbare Beleuchtungssysteme in der automatischen Sichtprüfung, Kamera-Array zur multivariaten Szenerfassung, automatische Sichtprüfung und Rekonstruktion spiegelnder Oberflächen, Texturanalyse oder die wissensbasierte Zeichenerkennung mit Smart Cameras.

### Semantische Umweltmodellierung

Im Bereich der semantischen Umweltmodellierung für intelligente technische Systeme wird erforscht, wie die durch Sensoren wahrgenommene Umwelt in formalen Modellen repräsentiert werden kann. Dabei liegt neben der Umwelterfassung der Fokus auf der semantischen Modellierung, d. h. es werden relevante Daten modelliert, interpretiert, untereinander in Beziehung gesetzt und mit Hintergrundwissen verknüpft. Zur Integration von neuen Beobachtungen und zur Aktualisierung des Modells werden Methoden aus der Multisensor-Datenfusion und der Informationsfusion verwendet. Die unterschiedlichen Modellierungsarten können für Systeme wie intelligente Roboter, Unterwasserfahrzeuge, autonome Fahrzeuge, Überwachungssysteme und in der industriellen Leittechnik eingesetzt werden.

Forschungsschwerpunkte sind z. B. lernende und kooperierende multimodale Roboter, offene adaptive Umweltmodellierung für künstliche kognitive Systeme, objektorientierte Umweltmodellierung für humanoide Roboter, Objektklassifikation in der Aufklärung und Überwachung mit bildgebenden Sensoren, Stereokamerasystem zur Seitenaufprallerkennung, verteilte Kooperation kognitiver Automobile, Bayes'sche Fusion für die Lokalisierung mobiler Roboter und die Privatheit und Sicherheit in „smarten“ Überwachungssystemen

### Mensch-Maschine-Interaktion

Mensch-Maschine-Interaktionen werden in stationären Anwendungen sowie in mobilen Anwendungen betrachtet. Stationäre Anwendungen betreffen z. B. Produktion oder Lager mit Datenvisualisierung auf immer mehr und großflächigeren Anzeigen, die räumlich verteilt sind. In mobilen Anwendungen spielen kopfgetragene brillenähnliche Augmented-Reality-(AR-)Systeme für viele Anwendungen eine zunehmende Rolle. Der Benutzer wird mit visuellen oder akustischen AR-Inhalten so versorgt, dass sie als nützliche Information in der jeweiligen Situation dienen.

Dabei besteht die Herausforderung in der Auswahl und Anpassung dieser AR-Inhalte. Hierzu soll die Analyse des Blickverhaltens weiterhelfen, um für den Benutzer relevante Objekte in der Umgebung zu erkennen. Des Weiteren soll eine Handgestenerkennung für mobile Anwendungen entwickelt werden, um dem Nutzer die Möglichkeit der Interaktion mit dem System und AR-Inhalten zu ermöglichen.

### Schwerpunkt Mobilität – Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

Neben den eingangs beschriebenen Arbeitsgebieten forscht das IES im Bereich der Mobilität in enger Kooperation mit dem IOSB zudem an neuen Mobilitätssystemen, die sich im Automotive-Kontext von Fahrerassistenzsystemen bis hin zu vollautomatischem und kooperativem Fahren erstrecken. Eine detaillierte Beschreibung findet sich im Profil des IOSB in dieser Studie. Die Themenfelder umfassen neuartige Mobilitätskonzepte: Verfahren und Konzepte zur Automatisierung von Fahrzeugen und von Robotersystemen

- Prüf- und Absicherbarkeit von Fahrerassistenzsystemen
- kooperatives Fahren und Manöverplanung
- Automatisierung schwerer Arbeitsmaschinen von der Sensorauswertung über die Neumodellierung bis hin zur Bewegungsplanung und -regelung
- Innenraumüberwachung und Intentionserkennung der Insassen für neue Fahrerassistenzsysteme
- Privacy im Automotive-Bereich zur Erfassung und Verarbeitung von Videodaten des Fahrzeugumfeldes oder aus dem Fahrzeuginnenraum
- Qualitätssicherung in der Automotive-Produktion durch Unterstützung des Arbeiters mittels intuitiver Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Energiemanagement der Elektromobilität

## **Ausstattung/Einrichtungen**

Das IES verfügt in enger Kooperation mit dem IOSB über folgende Ausstattungen/Einrichtungen.

- Testfahrzeuge VW E-Golf und VW Golf Variant mit entsprechender Ausrüstung zur Entwicklung und Erprobung von Fahrerassistenzfunktion bis hin zu vollautomatischem Fahren: VERTEX-Fahrzeuge mit einer Vielzahl redundanter Sensorik (Radar, Lidar, Kamera) und CAN-Zugriff auf die Bordelektronik zur Ansteuerung der Aktuatorik
- Fahrsimulator mit Leinwänden und Monitoren zur Simulation einer vollständigen Rundumsicht inklusive der Seiten- und Rückspiegel (Labor Integrative Simulationsplattform für den Automotive-Bereich ISAB): Umrüstung eines serienmäßigen Audi A3 zur Innenraumüberwachung mit zusätzlicher Sensorik sowie Bildschirmen zur Erprobung und Entwicklung neuartiger Formen der Interaktion u. a. über intuitive Gesteninteraktionen sowie personalisierte und kontextadaptive Nutzerschnittstellen
- Mehrere automatisierte Roboter zur Erprobung neuer Mobilitätskonzepte für unstrukturierte Bereiche: neben Kleinstrobotern auch ein automatisierter Bagger
- Verschiedene Experimentalplattformen für die assistierte manuelle Montage mit Zeigegesten, Augmented Reality und unterstützendem Roboterarm
- Batteriebetriebenen Versuchsträger (BMW i3) mitsamt Ladesäuleninfrastruktur, Leittechnikstand und unterschiedlichen Photovoltaikanlagen zur Entwicklung neuartiger Energiemanagementkonzepte im Kontext der Elektromobilität

## **Zielgruppen**

Industrie, Forschung, Hochschulen, Prüfeinrichtungen, Gesetzgebung

## 007 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Engler-Bunte-Ring 4<br>Gebäude 4t, 0.29<br>76131 Karlsruhe        |
| Telefon  | +49 721 608-44250   |
| Fax      | +49 721 608-47935   |
| Homepage | <a href="https://www.ifab.kit.edu/">https://www.ifab.kit.edu/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Barbara Deml                                       |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Barbara Deml                                       |
| Telefon  | +49 721 608-44250   |
| Mail     | <a href="mailto:barbara.deml@kit.edu">barbara.deml@kit.edu</a>    |

### Kurzinfo

Am Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab) sind vor allem Psychologen und Ingenieure beschäftigt. Ziel der interdisziplinären Forschungs- und Lehrtätigkeit ist es, Mobilitätssysteme technisch funktional, wirtschaftlich effizient und menschengerecht zu gestalten. Im Mittelpunkt stehen Fragestellungen zur Fahrer-Fahrzeug-Interaktion, zur Gestaltung der Gebrauchstauglichkeit von Mobilitätskonzepten sowie zur Kooperation zwischen Verkehrsteilnehmern.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Fahrer-Fahrzeug-Interaktion

Wie interagiert ein Fahrer mit dem System Fahrzeug? Im Mittelpunkt steht die Erforschung benutzerfreundlicher Fahrzeuge bzw. von deren Komponenten und Funktionen, die sich durch hohe Effizienz, Sicherheit und Komfort im Gebrauch auszeichnen. Abhängig von der Fragestellung liegt der Forschungsschwerpunkt eher auf anthropometrischen, arbeitsphysiologischen oder kognitiven Aspekten. Aktuelle Arbeiten untersuchen zum Beispiel den Umgang mit automatisierten oder autonomen Systemen oder die Erkennung relevanter Nutzerintentionen und Zustände (z. B. Beanspruchung, Ermüdung). Beispielsweise wird die Risikoantizipation von Fahrern mittels Hautleitfähigkeitsmessung untersucht oder Kooperationsverhalten von Verkehrsteilnehmern erforscht.

#### Ergonomie von Mobilitätskonzepten

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die ergonomische Analyse und Gestaltung von Mobilitätskonzepten, wobei in sehr unterschiedlichen

Bereichen (z. B. Mikromobilität, Triebfahrzeuge) Vorerfahrungen vorliegen.

Daneben werden auch klassische Mensch-Maschine-Fragestellungen untersucht. Hierbei ist der Fokus der Forschung auf das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept und dessen Modellierung gerichtet.

### Ausstattung/Einrichtungen

Fahrsimulator:

- statischer Fahrsimulator
- Basis ist ein Golf 6 mit Panoramaleinwand
- Simulationssoftware: Silab 5.0
- Untersuchungsgegenstände: mentale Beanspruchung, Kooperation, Fahrer-aufmerksamkeit

Versuchsfahrzeug:

- VW Passat 2.0 TDI Variant
- SmartEye Pro 5.9
- VLP 16-Lidar-Sensor
- Abgriff der Can-Bus-Daten
- Untersuchungsgegenstände: mentale Beanspruchung, Kooperation, Fahreraufmerksamkeit

Eye-Tracking:

- verschiedene kopfbasierte Systeme
- Remote-Eye-Tracking-System mit 2.000 Hz Aufzeichnung
- Untersuchungsgegenstände: Fahrer-Fahrzeug-Interaktion, Mensch-Roboter-Interaktion, Problemlöse- und Entscheidungsverhalten sowie emotionale Verarbeitung

Digitale Menschmodelle:

- ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen und Produktentwicklung
- Anybody Modelling System™

PhysioLabor:

- Inertialsystem zur Bewegungsmessung, Elektromyografie (EMG), Elektrokardiografie (EKG), elektrodermale Aktivität (EDA)

### Zielgruppen

Industrie- und Forschungspartner im Bereich ergonomischer Mobilitätskonzepte und Mensch-Maschine-Stellen

## 008 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Entrepreneurship, Technology-Management und Innovation (EnTechnon)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Gebäude 01.85<br>Zähringerhaus 5. OG<br>Fritz-Erler-Straße 1–3<br>76133 Karlsruhe        |
| Telefon  | +49 721 608-47341  |
| Fax      | +49 721 608-47821  |
| Homepage | <a href="http://etm.entechnon.kit.edu/">http://etm.entechnon.kit.edu/</a>                |
| Leitung  | Prof. Dr. Orestis Terzidis   |
| Kontakt  | Christine Hertenstein  |
| Telefon  | +49 721 608-47341  |
| Mail     | <a href="mailto:sekretariat-etm@entechnon.kit.edu">sekretariat-etm@entechnon.kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Institut EnTechnon hat zum Ziel, Wissen über Entrepreneurship und Technology-Management zu erzeugen und zu vermitteln und dieses Wissen zur Anwendung zu bringen. Der Fokus liegt auf den großen aktuellen Herausforderungen der Gesellschaft und der Entwicklung von Lösungsansätzen. Insbesondere beschäftigt sich das Institut mit den in der KIT-Strategie genannten Schwerpunkten: Energie, Mobilität und Information.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das Institut entwickelt Theorien, validiert diese mit empirischen Daten und gestaltet auf dieser Basis Management-Methoden und Systeme. Grundlegendes Paradigma ist das einer menschenzentrierten Kybernetik: Neue Unternehmen werden als „Fahrzeuge“ der Innovation gesehen, die aktiv von einem

„kybernetes“ (Steuermann) – dem Entrepreneur – durch ihre Umgebung gesteuert werden müssen. Untersuchungen konzentrieren sich darauf, wie junge Unternehmen geführt werden können, und auf das Verständnis der in diesem Zusammenhang wichtigen „Gesetze“.

### Gründungen als menschenzentriertes kybernetisches System

Das Institut entwickelt eine integrale, empirisch fundierte Sicht auf den Entstehungsprozess junger Firmen und gestaltet entsprechende Management-Methoden. Start-ups werden als menschenzentrierte, selbstorganisierende kybernetische Systeme betrachtet.

### Technology Entrepreneurship

Der Fokus in diesem Forschungsfeld liegt auf technologiebasierten Innovationen, vor allem in den Bereichen Energie, Mobilität und Information.

### Netzwerkökonomie

Wir konzentrieren uns auf Entrepreneurship und Innovation im Rahmen der Netzwerkökonomie.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

*Keine Angaben*

### **Zielgruppen**

Wissenschaftler, Start-ups, Gründungsinteressierte, Führungskräfte

## 009 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Teilinstitut Bahnsystemtechnik BST

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Rintheimer Querallee 2<br>76131 Karlsruhe                      |
| Telefon  | +49 721 608-48610  |
| Fax      | +49 721 608-48639  |
| Homepage | <a href="http://www.fast.kit.edu/bst">www.fast.kit.edu/bst</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Peter Gratzfeld                                 |
| Kontakt  | Ivana Kramer   |
| Telefon  | +49 721 608-48610  |
| Mail     | <a href="mailto:ivana.kramer@kit.edu">ivana.kramer@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Teilinstitut BST befasst sich mit systemtechnischen Fragestellungen bezüglich des Zusammenwirkens von Schienenfahrzeug, Infrastruktur und Betrieb in einem Bahnsystem. Dabei steht das Fahrzeug im Mittelpunkt. Das Bahnsystem wird als Gesamtsystem verstanden, dessen Teilsysteme in Wechselwirkung stehen. Themenfelder betreffen das Schienenfahrzeug als mechatronisches System, Energiemanagement und Energieübertragung sowie Antriebssysteme.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Gesamtfahrzeug

Das Forschungsfeld Gesamtfahrzeug befasst sich mit den Wechselwirkungen zwischen Fahrzeug, Infrastruktur und Betrieb. Schienenfahrzeuge und weitere Fahrzeuge des öffentlichen Personennahverkehrs wie elektrifizierte Linienbusse werden nicht isoliert betrachtet, sondern als Teil eines Verkehrssystems. Der Einsatz von automatisierten Lösungen ist ein wesentlicher Baustein in diesem Ansatz. Schwerpunkte liegen im Energiemanagement der Schienenfahrzeuge (u. a. auch Hybride) und in der Gesamtsystemauslegung und -optimierung elektrischer Nahverkehrssysteme. Eingesetzt werden technoökonomische Methoden zur Auslegung und Optimierung von E-Bus-Linien mit Operations Research (Standortplanung), umfassende, validierte Systemmodelle (Fahrzeug, Infrastruktur, Betrieb) zur Ermittlung der Energieflüsse, TCO-Analysen, Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen und die Berechnung externer Kosten für den Einsatz verschiedener Antriebstechnologien und Messdatenanalysen zum (E-)Bus-Betrieb.

#### Energieversorgung

Das Forschungsfeld Energieversorgung befasst sich mit der Bereitstellung von elektrischer Energie für elektrisch angetriebene Schienenfahrzeuge und andere elektrische Fahrzeuge des öffentlichen Personennahverkehrs. Hierzu zählt die kontinuierliche Versorgung entlang der Strecke mit Oberleitungen oder Stromschienen, aber auch die punktuelle oder abschnittsweise Versorgung. Prinzipiell kann die Energie konduktiv oder induktiv übertragen werden. Das BST untersucht den Einsatz von kontaktloser Energieübertragung, Forschungsthemen behandeln z. B. die Auslegung des Spulensystems oder die regenerative Nutzung von Bremsenergie der Bahnen verbunden mit dem Einsatz von mobilen oder stationären Energiespeichern.

#### Antrieb

Das Forschungsfeld Antrieb befasst sich mit dem kompletten Antriebsstrang von Schienenfahrzeugen und weiteren Fahrzeugen des öffentlichen Personennahverkehrs. Hier wird eine Optimierung des Antriebssystems durch neuartige Antriebs- und Steuerungskonzepte unter Berücksichtigung der hohen Anforderungen hinsichtlich Betriebsdauer und Überlastfähigkeit in der Traktionsanwendung erforscht. In 1-D-Simulationen und mathematischen Modellen werden Antriebssysteme optimal an das jeweilige Einsatzprofil im Bahnsystem angepasst. Es wurde eine Modellbibliothek in der Modellierungssprache Modelica entwickelt, die am institutseigenen Antriebssystemprüfstand validiert wurde.

## Fahrwerk

Das Forschungsfeld Fahrwerk befasst sich mit der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Gleis. Das Fahrwerk ist eine essentielle Baugruppe jedes Schienenfahrzeugs, die konstruktive Gestaltung des Fahrwerks hat maßgeblichen Einfluss auf Laufverhalten, Verschleiß, Komfort und Geräuschentwicklung. Das BST betrachtet in diesem Zusammenhang den Rad-Schienen-Verschleiß, ein lenkbares Fahrwerk und den Einsatz von Leichtbauelementen in Faserverbund-Metall-Hybrid-Bauweise. Hier werden verschiedene Simulationsmethoden eingesetzt und auch selbst entwickelt und teils über Tests in Prüfständen verifiziert.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

- Antriebsstrangprüfstand: Auf dem Antriebsstrangprüfstand stehen 4 originale S-Bahn-Motoren mit jeweils 130 kW sowie die zugehörigen Umrichter, ein Bremswiderstand und eine Kondensatorspeicherbaugruppe zur Verfügung. Damit können unterschiedliche Topologien mit konventionellen und hybriden Antriebssträngen aufgebaut und untersucht werden.
- Schienensensorikprüfstand mit Sensorkonzept basierend auf Halleffekt.
- Simulationsmodelle: SIMPACK, MATLAB/SIMULIK, Antriebssimulation auf Basis Modelica.

## **Zielgruppen**

Industrie, Betreiber, Verbände, Hochschulen

## 010 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Teilinstitut Fahrzeugtechnik (LFF)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Rintheimer Querallee 2<br>76131 Karlsruhe                                 |
| Telefon  | +49 721 608-42370   |
| Fax      | +49 721 608-44146   |
| Homepage | <a href="https://www.fast.kit.edu/lff/">https://www.fast.kit.edu/lff/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. rer. nat. Frank Gauterin  |
| Kontakt  | Dr. Michael Frey  |
| Telefon  | +49 721 608-46490   |
| Mail     | <a href="mailto:michael.frey@kit.edu">michael.frey@kit.edu</a>            |

### Kurzinfo

Das von Prof. Frank Gauterin geleitete Teilinstitut FAST-LFF verfügt über umfassendes, tiefgehendes Systemverständnis, Methoden und Prozesse zur Beherrschung der Komplexität in der Kraftfahrzeugentwicklung sowie verschiedene technologische Ansätze zur Entwicklung verbesserter Fahrzeugfunktionalitäten. Eine umfassende Laborausstattung mit verschiedenen modernen Gesamtfahrzeug- und Komponentenprüfständen erlaubt die Durchführung vielseitiger, ganzheitlicher Forschungsarbeiten und Untersuchungen. Auf dem Gebiet alternativer Antriebskonzepte und automatisierter Fahrzeugführung ist das FAST im Rahmen zahlreicher Projekte tätig. Die Forschungsschwerpunkte betreffen Fahrzeugkonzeption, Fahrzeugautomatisierung, Fahrwerk und Antrieb, Reifen, Rad und Fahrbahn sowie Geräusch und Schwingungen von Kraftfahrzeugen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Fahrzeugkonzeption

Bei der Auslegung von Fahrzeugen im Fahrzeugentwicklungsprozess müssen verschiedenste Anforderungen berücksichtigt werden wie Nutzeranforderungen und Einsatzfälle, aber auch Raum-, Energie- und Leistungsbedarfe. Neben individuellen Komfort- und Dynamikanforderungen spielen insbesondere ökonomische und ökologische Gesichtspunkte eine maßgebende Rolle. Über Feldstudien werden am FAST-LFF Anforderungsprofile ermittelt und Optionen für nutzergerechte Lösungen erarbeitet. Ein Schwerpunkt liegt auf effizienten Methoden der simulativ-experimentellen Absicherung. Dazu stehen zwei HIL-fähige Gesamtfahrzeug-Prüfstände zur Verfügung.

#### Automatisierung

Das FAST-LFF arbeitet an Methoden und Prozessen zur Beherrschung der Komplexität bei der Entwicklung von Fahr- und Betriebsstrategien und technologischen Ansätzen für verbesserte Fahrzeugfunktionalitäten. Ein Schwerpunkt sind echtzeitfähige Algorithmen zur prädiktiven global optimalen Steuerung und Regelung von Fahrzeugantrieb, Fahrwerk und Nebenaggregaten zur gleichzeitigen Senkung des Energiebedarfs und zur Verbesserung von Fahrdynamik und -komfort. Hierzu werden neben Kartendaten und Informationen zum aktuellen Zustand des Fahrzeugs bzw. seiner Subsysteme auch stochastische Einflüsse wie die umgebenden Verkehrsbedingungen sowie Interaktionen mit dem Fahrzeugnutzer berücksichtigt. Dieser Ansatz wird zur Teil- oder Vollautomatisierung von Fahrzeugen mit konventionellen und alternativen Antrieben angewandt. Zur Erprobung und Absicherung steht das „Testfeld autonomes Fahren Baden-Württemberg“ in Karlsruhe zur Verfügung, an dessen Gestaltung und Weiterentwicklung das Institut maßgeblich beteiligt ist.

#### Fahrwerk und Antrieb

Fragestellungen aus den Bereichen Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz sind wesentliche Aspekte bei der Entwicklung von Fahrwerks- und Antriebssystemen. Die Hauptzielrichtung unserer Arbeiten liegt auf der konsequenten Ausnutzung der zusätzlichen Freiheitsgrade, die elektrische Mehrmotorenantriebe hinsichtlich der Grundfunktionen Antreiben, Bremsen, Lenken und Positionsbestimmung bieten. Dazu werden E-Antriebssysteme in Kombination mit neuen Fahrwerkskinematiken konzeptioniert und prototypisch aufgebaut. Mittels Lernverfahren werden Intentionen und Verhalten der Fahrzeugnutzer während der Fahrt ermittelt und zur adaptiven Steuerung und Regelung der Antriebs- und Fahrwerkssysteme genutzt. Die Validierung erfolgt an Gesamtfahrzeug-, Achs- und Viertelfahrzeugprüfständen sowie an Versuchsfahrzeugen auf Teststrecken.

### Reifen, Rad und Fahrbahn

Die Bedeutung des Reifens als einzigen Bindeglieds zwischen Fahrzeug und Fahrbahn wird auch für einen sicheren, komfortablen und gleichzeitig sparsamen und umweltfreundlichen Betrieb zukünftiger Fahrzeuge nach wie vor besonders groß sein. Zur experimentellen Untersuchung des Rollkontakts und des Reifenverhaltens stehen am Institut als Alleinstellungsmerkmal ein Innentrommelprüfstand zur Verfügung, der ein Antreiben, Bremsen und Lenken mit Radeinstelldaten wie am realen Fahrzeug erlaubt sowie Umgebungsbedingungen wie Temperatur oder Fahrbahnbedingungen (nass, trocken, vereist usw.) abbilden kann.

Die Forschung zielt auf ein besseres Verständnis und die Modellierung des Rollkontakts hinsichtlich Kraftübertragung, Energiebedarf, Schwingungsanregung, Rollgeräusch, Schädigung und Feinstaub-erzeugung ab. Die experimentellen Ergebnisse münden in verbesserte Reifenmodelle sowie Ansätze für verbesserte Reifen- und Fahrbahngestaltung. Zudem werden daten- und lernverfahrenbasierte Methoden zur Charakterisierung von Fahrbahneigenschaften durch neuartige Sensorik im Reifen oder in Radnähe erarbeitet.

### Geräusche und Schwingungen

Geräusch- und Schwingungskomfort prägen den Charakter eines Fahrzeugs ähnlich stark wie sein Design. Gleichzeitig sind gesetzliche Auflagen der Geräuschemission einzuhalten. Unsere Forschungsarbeiten fokussieren sich im Wesentlichen auf 1. den Einfluss von Fahrzeugschwingungen und -geräuschen auf die Schwingungs- und Geräuschwahrnehmung, 2. Schwingungsmodelle des rollenden Reifens und des Fahrwerks, 3. Geräuschemission durch Reifen-Fahrbahn-Kontakt, 4. hochfrequente Schwingungseigenschaften von Fahrwerkkomponenten, 5. Methoden und technologische Ansätze zur Verbesserung des Geräuschkomforts elektrischer Antriebssysteme.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Testfeld autonomes Fahren Baden-Württemberg
- Akustik-Allrad-Rollenprüfstand für Pkw, Nfz und mobile Arbeitsmaschinen
- Gesamtfahrzeug-HIL-Prüfstand für Pkw und Nfz (Vehicle Efficiency Lab – VEL)
- Klima-Komfort-Prüfstand für Pkw
- Innentrommel-Reifen-Prüfstand für Reifen und Halbachsen
- Außentrommel- und Flachbahn-Reifenprüfstand für Rollwiderstandsuntersuchungen
- Griffigkeits- und Abriebprüfstand für Fahrbahn- und Elastomerproben
- Schwingungsprüffeld für Pkw und Nfz
- Mehrere Vielkanalmesssysteme mit Sensorik
- Verschiedene Versuchsfahrzeuge
- Fahrversuchsfläche 100 m x 100 m
- Pkw und Nfz-Hebebühne und Grube
- Mechanikwerkstatt
- E/E-Werkstatt

### **Zielgruppen**

Große, mittlere und kleine Unternehmen, Forschung, Cluster und Verbünde

## 011 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Teilinstitut Leichtbautechnologie (LBT)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Rinheimer Querallee 2<br>76149 Karlsruhe   |
| Telefon  | +49 721 608-45384  |
| Fax      | +49 721 608-945905   |
| Homepage | <a href="http://www.fast.kit.edu/lbt/">http://www.fast.kit.edu/lbt/</a>          |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Frank Henning   |
| Kontakt  | Gabriele Müller-Kuhn   |
| Telefon  | +49 721 608-45905  |
| Mail     | <a href="mailto:gabriele.mueller-kuhn@kit.edu">gabriele.mueller-kuhn@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Thema Leichtbau ist am Institut für Fahrzeugsystemtechnik des Karlsruher Instituts für Technologie als Querschnittsthema positioniert. Im Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten stehen Technologien zur Gewichtsreduktion von Fahrzeugen, mit einem Schwerpunkt auf Faserverbundwerkstoffen im Kontext sowohl monolithischer als auch hybrider Strukturen.

Zur Entwicklung großserienfähiger, leichter und leistungsfähiger Faserverbunde sowie hybrider Bauteile ist es essentiell, Kompetenzen aus den Bereichen Methoden, Werkstoffe und Produktion zu vernetzen und ganzheitlich einzusetzen. Hieraus leitet sich der Methoden-Werkstoffe-Produktion-Ansatz (MWP-Ansatz) des LBT ab.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das LBT betrachtet einerseits die Entwicklung und Bereitstellung von großserienfähigen Produktionsprozessen für faserverstärkte Kunststoffbauteile und andererseits die Bereitstellung von Methoden dieser Entwicklung.

#### Methodenentwicklung

Im Bereich der Methodenentwicklung (M) wird am LBT eine kontinuierliche CAE-Kette zur virtuellen Beschreibung der Herstellprozessketten von Langfaser- und Endlosfaserverbundbauteilen entwickelt. Diese CAE-Kette ermöglicht es, die komplexen Wechselwirkungen zwischen Bauteildesign, Bauteilherstellung, Werkstoffeigenschaften und dem daraus resultierenden Bauteilverhalten in der Anwendung bereits in den frühen Phasen der Produktentwicklung zu verknüpfen und zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck werden am

LBT neben der Entwicklung der CAE-Kette auch die Methoden zur Simulation verschiedener Herstellprozessschritte und zur Struktursimulation erforscht und weiterentwickelt. Zu den betrachteten Herstellprozessen zählen unter anderem die Umformung, Formfüllung, Abkühlung beziehungsweise Aushärtung sowie das Fließpressen und Spritzgießen.

Insgesamt wird damit ermöglicht:

- die einzelnen Prozessschritte virtuell abzubilden
- Informationen einzelner Simulationsschritte entlang einer virtuellen CAE-Kette weiterzugeben
- Einflüsse der Herstellprozesse in der Struktursimulation zu berücksichtigen
- die Werkstoffanstrengung mit hoher Prognosegüte vorherzusagen
- relevante Schädigungs- und Versagensmechanismen von Bauteilen bis zu Totalversagen abzubilden (Crashsimulation)

#### Werkstoffentwicklung und Produktionsprozess faserverstärkter Kunststoffbauteile

Die Forschungsanstrengungen im Bereich Prozess- und Werkstoffentwicklung finden in den Technika des Fraunhofer ICT statt. Im Fokus stehen die Weiterentwicklung von Werkstoffen sowie deren verfahrenstechnische Herstellungsprozesse mit dem Ziel, die Großserienreife zu erreichen. Forschungsaktivitäten konzentrieren sich dabei auf folgende Technologiekorridore: Sheet Molding Compound (SMC), Resin Transfer Moulding (RTM), thermoplastisches RTM (T-RTM), langfaserverstärkte Thermoplaste/Tapelegen und Polyurethan-(PUR-)Systeme.

Die entwickelten Methoden wurden z. B. in mehreren Projekten umgesetzt. Im BMBF-Leuchtturmprojekt SMiLE wurde eine Fahrzeugunterbodenstruktur, bestehend aus einer duromeren und einer thermoplastischen Komponente, entwickelt. Im Projekt ProLeMo wurde ein Leichtbaugehäuse für einen Elektromotor entwickelt. Ein neuartiges Gehäusekonzept, hergestellt im Duromer-Spritzgussprozess, steht im Fokus des Projektes DEMil.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Compounding und Extrusion
- Nanocomposite
- Schäumtechnologien
- Thermoplastverarbeitung
- Duromerverarbeitung
- Hochleistungsfaserverbunde
- Mikrowellen und Plasmen
- Kunststoffprüfung

### **Zielgruppen**

Industrie, Wirtschaft, Hochschulen

## 012 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Teilinstitut Mobile Arbeitsmaschinen (Mobima)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Rintheimer Querallee 2<br>76149 Karlsruhe                                   |
| Telefon  | +49 721 608-48601   |
| Fax      | +49 721 608-48609   |
| Homepage | <a href="http://www.fast.kit.edu/mobima">http://www.fast.kit.edu/mobima</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer  |
| Kontakt  | Sarah Kulinski  |
| Telefon  | +49 721 608-48601   |
| Mail     | <a href="mailto:sarah.kulinski@kit.edu">sarah.kulinski@kit.edu</a>          |

### Kurzinfo

Das Teilinstitut Mobile Arbeitsmaschinen am Institut für Fahrzeugsystemtechnik des KIT erforscht Zukunftskonzepte für z. B. Land- und Baumaschinen, Kommunalfahrzeuge und Flurförderzeuge. Im Fokus stehen die Schwerpunkte Steuerungs- und Assistenzsysteme sowie hydraulische, elektrische und hybride Antriebstechnik.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Antriebstechnik

Neue Konzepte für die Fahr- und Arbeitsantriebe mobiler Arbeitsmaschinen werden mit einem Schwerpunkt auf hydraulischen und elektrischen Antrieben erforscht. Hierzu stehen dem Teilinstitut sowohl Komponenten- als auch System- und ganze Fahrzeugprüfstände zur Verfügung. Aktuelle Themen betreffen z. B.

- die Entwicklung von rekuperationsfähigen Gesamtantriebskonzepten, die sowohl aus Fahr- als auch aus Arbeitsfunktionen Energie zurückgewinnen
- Effizienzsteigerung eines Konstantdrucksystems durch eine Zwischendruckleitung bei einem Radlader
- Modellbildung elektrischer und hybrid-elektrischer Antriebsstrangkomponenten mittels einer 1D-Simulation
- Effizienzsteigerung durch eine Entkopplung der Nebenaggregate über 1D-Simulationsmodelle

#### Steuerungstechnik

Die Komplexität mobiler Arbeitsmaschinen nimmt aufgrund neuer Freiheitsgrade, z. B. durch hybride Antriebe, sowie der Kommunikation mit der Infrastruktur und anderen

Maschinen stetig zu. Von klassischen Regelungskonzepten bis hin zu Deep-Learning-Methoden werden Steuerungskonzepte sowohl an Prüfständen experimentell als auch auf Maschinen praktisch erforscht. Aktuelle Themen umfassen z. B. die Entwicklung einer elektronischen Deichsel für landwirtschaftliche Arbeitsmaschinen mit Umfeldsensorik und zusätzlichen Geoinformationen oder Fahrerassistenzsysteme.

#### Auslegungswerkzeuge

Wo heute keine kommerziellen Werkzeuge zur Verfügung stehen, werden sie am Mobima entwickelt. Ein Beispiel ist die Entwicklung eines Berechnungstools zur vergleichenden Quantifizierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in ausgewählten Referenzprozessen der Bauindustrie.

#### Ausstattung/Einrichtungen

Das Institut verfügt über umfangreiche Testeinrichtungen für mobile Arbeitsmaschinen und deren Systeme wie z. B.:

- Akustik-Allrad-Rollenprüfstand für Fahrzeuge mit bis zu 40 Tonnen Einsatzgewicht
- Versuchsfeld für hydraulische Antriebe mit einer Antriebsleistung von bis zu 360 kW
- Antriebsstrangprüfstand für elektrische Antriebssysteme
- Messtechnik zur Instrumentation von Fahrzeugen:
  - Standard-Messtechnik, wie z. B. zur Erfassung von Druck, Volumenstrom, Drehzahl und Drehmoment
  - mobile Kraftstoffmesseinrichtung zur Vermessung von Fahrzeugen im realen Betrieb
- echtzeitfähige Steuerungsrechner zur Erprobung neu entwickelter Algorithmen auf Maschinen
- Simulation von Fahrzeugen; Software und Erfahrungen in den Bereichen der hydraulischen und elektrischen Antriebe, der Steuerungsentwicklung sowie der echtzeitfähigen Gesamtmaschinensimulation

#### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Hochschulen, Verbände

## 013 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Besucher:<br>Gotthard-Franz-Straße 8<br>76131 Karlsruhe |
|          | Post:<br>Kaiserstraße 12<br>76131 Karlsruhe             |
| Telefon  | +49 721 608-48600                                       |
| Fax      | +49 721 608-48629                                       |
| Homepage | <a href="http://www.ifl.kit.edu">www.ifl.kit.edu</a>    |
| Leitung  | Prof. Kai Furmans                                       |
| Kontakt  | Prof. Kai Furmans                                       |
| Telefon  | +49 721 608-48600                                       |
| Mail     | <a href="mailto:info@ifl.kit.edu">info@ifl.kit.edu</a>  |

### Kurzinfo

Das Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme konzipiert, konstruiert und optimiert Fahrzeuge sowie Förder-, Lager- und Umschlagsysteme sowohl für die Intralogistik als auch für die Transportlogistik im Allgemeinen und insbesondere im urbanen Raum. Dabei werden Sicherheits- und Machbarkeitsaspekte genauso betrachtet wie grundsätzliche wissenschaftliche Fragestellungen. Das IFL arbeitet eng mit der Wirtschaft und anderen Forschungsinstituten zusammen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Materialtransport, mobile Robotik und interaktive Systeme

Um die Flexibilität in der Intralogistik zu erhöhen, wird sogenannte Plug-and-Play-Fördertechnik entwickelt, d. h. Systeme, die schnell und einfach in Betrieb zu nehmen sind und keine zusätzliche Infrastruktur oder aufwendige Programmierung erfordern. Diese Systeme verfügen über die Eigenschaften cyber-physischer Systeme. Weiteres Themengebiet ist die automatisierte Handhabung von Objekten unter Einbeziehung von lernfähigen Systemen zur Objekterkennung.

Das Institut entwickelt fahrerlose Transportsysteme (FTS) zum Transport von Kleinladungsträgern, Gestellen oder Paketen sowie Fahrzeugplattformen für Indoor- und Outdooranwendungen (z. B. autonomes Verteilen von Paketen).

Beispiele hierfür sind der „FlexFörderer“, ein modular aufgebautes und dezentral gesteuertes Fördersystem, der Gridsorter, ein modularer, hochdichter Sorter, und dFlow, ein automatisiertes Materialbereitstellungssystem.

Im Bereich der fahrerlosen Transportsysteme gibt es KARIS PRO, ein autonomes fahrerloses Transportsystem, FiFi, einen gesteuerten Roboter, und KomRob, ein autonomes Kommissionierfahrzeug. Das Projekt KomRob zielt z. B. auf die Entwicklung eines autonom fahrenden Roboters, der mithilfe eines Armes automatisch Waren kommissionieren kann. Ein Augenmerk hierbei liegt auf der Mensch-Maschine-Kooperation, KomRob und menschliche Kommissionierer teilen sich denselben Arbeitsraum. Die Abteilung Robotik und interaktive Systeme ist zudem im Bereich Machine Vision tätig, denn zur Identifikation und Greifpunktbestimmung der Objekte ist eine 2D- und 3D-Bilderkennung notwendig.

#### Intuitive Mensch-Maschine-Interaktion

Der Mensch steht im Mittelpunkt von Industrie 4.0: Deswegen integriert das IFL neue Konzepte wie die Gestensteuerung oder mobile Mensch-Maschine-Schnittstellen in intralogistische Systeme. Dies umfasst die Erkennung von Personen und die Interpretation von Gesten sowie die Steuerung mittels Virtual Reality. Sicherheitsfunktionen zur sicheren Zusammenarbeit mit dem Menschen spielen hier ebenfalls eine Rolle. Diese Mensch-Maschine-Schnittstellen werden in unterschiedlichen Projekten entwickelt und erprobt wie z. B. bei FiFi, einem gesteuerten Roboter, oder KARIS PRO, bei dem der Mensch über mobile Devices auf die Systemsteuerung Zugriff hat.

#### Steuerungskonzepte

Um die Effizienz der entwickelten Intralogistiksysteme zu gewährleisten, entwickelt und implementiert das IFL auch Steuerungsalgorithmen. Zu nennen ist die dezentrale Steuerung des FlexFörderers und GridSorters oder die Schwarmintelligenz von KARIS PRO.

### Navigation und Pfadplanung

Fahrerlose Transportfahrzeuge erfordern auch Navigationssysteme. Hier werden je nach Anwendung Methoden der freien Navigation (SLAM-Verfahren, laser- und kamerabasiert) oder auch Multi-Robot-Pfadplanung zur Koordination von vielen Fahrzeugen und zur Vermeidung von Deadlocks eingesetzt.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Versuchsfläche mit verschiedenen mobilen Plattformen und Robotersystemen
  - Testfläche für Versuche mit fahrerlosen Transportsystemen (Dauertests z. B. für Handhabung, Lokalisierung).
  - Gestengesteuertes Fahrzeug (FiFi): Um den manuellen Transport in der Intralogistik zu erleichtern, wurde ein fahrerloses Transportfahrzeug (FTF) entwickelt, das berührungslos vom Bediener gesteuert wird. Die Steuerung erfolgt durch Gesten- und Personenerkennung basierend auf 3D-Daten der Umgebung.
  - Autonomer Materialtransport für flexible Intralogistik (KARIS PRO): Das System navigiert frei und lernt selbstständig Veränderungen der Umgebung. Die dezentrale Steuerung ermöglicht eine selbstständige Abstimmung der Fahrzeuge untereinander. Sicherheitsfunktionen lassen Kollisionen vermeiden und überwachen die Fahrbewegungen des Fahrzeugs. Die Inbetriebnahme erfolgt durch ein einfaches Einlernen per Web-App.
- Arbeitsplatz 4.0: Assistenzsystem für den Einsatz in der Versandindustrie und in der Montage zur Vermeidung von Fehlbestückungen und zur automatischen Protokollierung von Prozessen. Informationen und Steuerelemente werden gut sichtbar auf die Tischoberfläche projiziert als Grundlage für eine intuitive Steuerung. Über eine 2D/3D-Objekterkennung wird sichergestellt, dass jeder Prozessschritt richtig durchgeführt wurde.
  - Autonomes, intelligentes Fahrzeug mit Greiffunktion (QBIIK): Das dezentral gesteuerte Fahrzeug orientiert sich selbst im Raum, navigiert autonom zum Ziel und greift nach der benötigten Ware. Sensoren und Kameras ermöglichen kollisionsfreies Greifen bzw. Ablegen. Ein per Cloud angebundenes Mensch-Maschine-Interface ermöglicht das Eingreifen eines Bedieners bei noch unbekanntem Situationen, dabei lernt QBIIK vom Menschen und führt die Arbeitsschritte in Zukunft selbstständig durch.

### **Zielgruppen**

Industriepartner: Forschungs- und Entwicklungsprojekte, Untersuchungen zur Realisierbarkeit von Lösungsansätzen (Robotik, FTS, Interaktion)

Anwender: Technologie-Scouting, Beratung

Forschungsinstitute: gemeinsame Forschungsprojekte, Erfahrungsaustausch

## 014 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Geographie und Geoökologie, Arbeitsgruppe Humangeographie (IFGG)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | KIT Campus Süd<br>Kaiserstraße 12<br>76131 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 608-43728   |
| Fax      | +49 721 608-6924  |
| Homepage | <a href="https://www.ifgg.kit.edu/gesellschaft/index.php">https://www.ifgg.kit.edu/gesellschaft/index.php</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Caroline Kramer   |
| Kontakt  | Prof. Dr. Caroline Kramer   |
| Telefon  | +49 721 608-43728   |
| Mail     | <a href="mailto:caroline.kramer@kit.edu">caroline.kramer@kit.edu</a>  |

### Kurzinfo

Am Institut für Geographie und Geoökologie beschäftigt sich die Arbeitsgruppe „Gesellschaft“ (Humangeographie) mit den Aktivitäten von Menschen im Raum im weiteren Sinne. Es wird gefragt, warum sich wo welche Dinge in der Gesellschaft ereignen und welche Konsequenzen sich daraus für Menschen und Umwelt ergeben. Das Interesse ist auf räumliche Prozesse des demographischen, technischen und kulturellen Wandels gerichtet, die anhand konkreter Kontexte von Orten und Regionen untersucht werden. Diese werden mit Hilfe eines breiten Spektrums von Methoden der empirischen Sozialforschung differenziert und mehrperspektivisch analysiert. Die gewonnenen Erkenntnisse sind Grundlage für zukunftsichernde räumliche Planung und für die Lösung raumbezogener Konflikte. Im Mittelpunkt stehen unter anderem auch die Untersuchung der Alltagsmobilität und die Auswirkungen von Multilokalität oder anderen neuen Lebensformen auf Mobilitätsstrukturen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Alltagsmobilität

Im Vordergrund stehen Fragen zur Alltagsmobilität, zur Zeitverwendung für Mobilität sowie zur Bewertung der Mobilität und der Zeit, die man dafür einsetzen muss. Mobilitätspräferenzen und -stile werden erhoben und Mobilitätstypen ermittelt. Dies geschieht mit dem Blick auf räumliche Disparitäten, Unterschiede zwischen städtischen und ländlichen Regionen sowie sozialen Kontexten, in denen die Menschen leben. Fragen nach sozialen Disparitäten im Zugang und in der Erreichbarkeit von Infrastruktur sind dabei ebenfalls von Bedeutung.

#### Residenzielle Multilokalität

In diesem Arbeitsgebiet werden die Mobilitätsstrukturen und Wohnsituationen von Personen untersucht, die an mehreren Orten leben (z. B. eine Wohnung am Arbeitsort und eine am Familienwohnort). Sie gelten als „Pioniere“ in einer sehr mobilen Welt und haben bestimmte Ansprüche an verschiedene Elemente der Infrastruktur (Verkehr, Versorgung), die Wohnsituation, den Zugang zu mobilen Diensten usw.

#### Ausstattung/Einrichtungen

Methodenausbildung und -erfahrung wie standardisierte Umfragen, qualitative Interviews usw.

#### Zielgruppen

Forschung, Stadt-/Regionalplanung, Verkehrsbetriebe, Wohnungsbau

## 015 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Engesserstraße 5<br>76131 Karlsruhe                            |
| Telefon  | +49 721 608-42523  |
| Fax      | +49 721 608-45027  |
| Homepage | <a href="http://www.ihe.kit.edu">www.ihe.kit.edu</a>           |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick                                    |
| Kontakt  | Thomas Zwick   |
| Telefon  | +49 721 608-462522   |
| Mail     | <a href="mailto:thomas.zwick@kit.edu">thomas.zwick@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik ist ein Institut der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Forschung am IHE ist auf neuartige Systeme der Mikrowellentechnik und deren Industrialisierung ausgerichtet. Die wichtigsten aktuellen Forschungsthemen betreffen Millimeterwellensysteme, Radartechnik, Funkkommunikation, Wellenausbreitung, Antennen sowie integrierte Hochgeschwindigkeitsschaltungen. Neben den klassischen Anwendern der Mikro- und Millimeterwellentechnik wie Kommunikations- und Messtechnik sind typische Zielgruppen Anwender im Bereich der Kfz-Radartechnik und der Sensorik.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Antennen

Zu den Schwerpunkten zählen Antennen und Antennensysteme für den Einsatz in der Kraftfahrzeugsensorik und Satellitentechnik, Phased-array-Systeme, digitales Beamforming sowie Antennen für terrestrische, mobile und Ultra-Breitband-Systeme. In der aktuellen Forschung beschäftigt sich das IHE mit MIMO-Antennensystemen (Multiple Input Multiple Output) für Kfz-Anwendungen und mit hybridem Beamforming für 5G. Im Mittelpunkt steht dabei die Verbesserung von Funkverbindungen mit mehreren parallel genutzten Antennen z. B. für autonome Fahrzeuge, die die Umgebung in einem 360°-Winkel rund um das Fahrzeug abdecken müssen.

#### Radartechnik

Hierbei stehen Radaranwendungen für den Automobilbereich und die industrielle Sensorik im Mittelpunkt. Die Radartechnik wird hierbei

auf Systemniveau betrachtet, d. h. unter Einbeziehung der notwendigen Antennen, Modulationsverfahren und Radarsignalverarbeitung. In aktuellen Projekten beschäftigt sich das IHE mit konformen Antennen für MIMO-Radare im Hinblick auf autonomes Fahren, mit Beamforming und effizienten Modulationsverfahren sowie der Kombination von Radarsensorik und Kommunikation und der Validierung von Fahrzeugradaren über die Luftschnittstellen für das sog. Hardware-in-the-Loop-Testing. Darüber hinaus steht die Untersuchung von möglichen Interferenzen verschiedener Radarsysteme im Blickpunkt. Hier stehen Anwendungen im Automobilbereich im Vordergrund. Die Entwicklung hochgenauer Radarmessverfahren mit einer Messgenauigkeit bis in den einstelligen Mikrometerbereich betrifft auch die Mess- und Automatisierungstechnik.

#### Wellenausbreitung und Kommunikation

Im Bereich der Wellenausbreitung verfügt das IHE seit mehr als einem Jahrzehnt über weltweit anerkanntes Know-how auf dem Gebiet der Charakterisierung des Funkkanals mittels Ray-Tracing. Es ist ein weltweit einmaliges, stetig weiterentwickeltes Simulationswerkzeug entstanden, das seine Leistungsfähigkeit in der Simulation von Funkkanälen sowohl im urbanen Gebiet als auch in der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation unter Beweis gestellt hat. Während die Wellenausbreitung bisher überwiegend für Kommunikationskanäle berechnet wurde, arbeitet das IHE derzeit intensiv an einer Erweiterung des Berechnungsverfahrens für Radarfunkkanäle.

#### Mikrowellen- und mm-Wellenschaltungstechnik, Aufbau- und Verbindungstechnik

Im Fokus steht hierbei die Entwicklung von Schaltungskomponenten und Systemen für Kommunikation und Sensorik. Ein Schwerpunkt liegt auf miniaturisierten mmW-Transceivern sowie der Integration vollständiger Systeme in hochfrequenztaugliche Packages. Dazu werden neuartige Antennenkonzepte und Aufbautechnologien erforscht. So hat das IHE zusammen mit einem Industriepartner das weltweit erste 120-GHz-Radar in einem SMD-lötbaren Chip in den Markt gebracht.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

- Radar-Test-Labor mit Radaren bei 24, 61, 76, 80 und 122 GHz
- Hochgenaue und schnell verfahrbare Positioniertische (linear und rotatorisch)
- Möglichkeit zur RCS-Messung von Objekten mit Bestimmung von Streuzentren
- Messmöglichkeit Radartransmission und -reflexion
- Antennenmesskammer zur 3D-Vermessung von Antennen im Frequenzbereich bis 50 GHz
- Antennenmessstand (3D) für mmW-Antennen von 50–170 GHz sowie 220–325 GHz
- Netzwerkanalyse von 9 kHz bis 325 GHz
- Spektralanalyse von 9 kHz bis 325 GHz
- Signalgeneratoren bis 50 GHz
- Arbitrary Wave Generatoren bis 20 GS/s
- Oszilloskope bis 80 GS/s
- Software Defined Radio Module bis 4,4 GHz (MIMO-fähig)
- Millimeterwellen-Aufbautechnik
- Wire Bonder, Flip Chip Bonder
- Rework Station
- Reflow-Ofen
- Nassätz-Anlage
- CNC-Dreh- und -Fräsmaschinen
- 3D-Drucker

## **Zielgruppen**

Forschung, Wirtschaft, Industrie, Hochschule

## 016 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP), Lehrstuhl für Energiewirtschaft

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Hertzstraße 16<br>Gebäude 06.33<br>76187 Karlsruhe                   |
| Telefon  | +49 721 608-44462  |
| Fax      | +49 721 608-44682  |
| Homepage | <a href="http://www.iip.kit.edu">www.iip.kit.edu</a>                 |
| Leitung  | Prof. Dr. Wolf Fichtner  |
| Kontakt  | Prof. Dr. Wolf Fichtner  |
| Telefon  | +49 721 608-44460  |
| Mail     | <a href="mailto:info@iip.kit.edu">info@iip.kit.edu</a> (Sekretariat) |

### Kurzinfo

Der Lehrstuhl für Energiewirtschaft analysiert technoökonomische Fragestellungen entlang der gesamten energetischen Wertschöpfungskette von der Primärenergiegewinnung über die Energieumwandlung und den Energietransport bis zur Energieverteilung und Energienutzung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Transport und Energie

Übergeordnete Zielsetzung der Forschungsgruppe „Transport und Energie“ ist die technoökonomische Analyse der Auswirkungen von Elektrofahrzeugen auf Energiesysteme und Stoffströme. Unter technoökonomischer Analyse wird hierbei eine interdisziplinäre Untersuchung unter Berücksichtigung technischer, betriebswirtschaftlicher, volkswirtschaftlicher, sozioökonomischer und ökologischer Fragestellungen verstanden. Agentenbasierte Simulationsmodelle und Energiesystemmodelle unterstützen die Analysen. Weitere verkehrsspezifische Themen betreffen u. a. die Reduktion von Treibhausgasen im Straßenverkehr, die optimale Allokation von Ladesäulen, die Analyse von Verkehrsdaten sowie die Nutzung neuer Mobilitätsservices. In diesem Kontext ist das IIP in verschiedenen internationalen Gremien aktiv.

#### Erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Übergeordnete Zielsetzung der Forschungsgruppe „Erneuerbare Energien und Energieeffizienz“ ist die technoökonomische Analyse und Bewertung von politischen Instrumenten, Maßnahmen sowie Technologien in den genannten beiden Bereichen. Der methodische

Schwerpunkt der Arbeitsgruppe liegt in der systemischen energetischen sowie wirtschaftlichen Optimierung von Energiesystemen zur Beurteilung von strategischen und/oder umweltrelevanten Fragestellungen.

#### Energiemärkte und Energiesystemanalyse

Die Integration erneuerbarer Energien in das bestehende Energiesystem und die internationalen Energiemärkte gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Forschungsgruppe „Energiemärkte und Energiesystemanalyse“ beschäftigt sich daher mit der Analyse der Markt- und Systemintegration von erneuerbaren Energien, insbesondere unter Berücksichtigung der europäischen Strommarktkopplung. Nachfrage, Strompreise sowie Einflüsse auf lokale, dezentrale und zentrale Märkte werden ebenfalls mithilfe von optimierenden, agentenbasierten oder ökonomischen Modellen untersucht.

Darüber hinaus werden Technologien zur Flexibilisierung der Erzeugung oder des Verbrauchs (Demand-Side-Management) oder (stationäre) Speicher im Kontext des europäischen Energiesystems bewertet. Ebenso werden diese unter Unsicherheit mittels stochastischer Programmierung evaluiert.

#### Dezentrale Energiesysteme und Netze

Die Förderung von erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) führt zu einer zunehmenden Dezentralisierung von Energiesystemen, wodurch neue Herausforderungen für das System entstehen. In diesem Zusammenhang befasst sich die Forschungsgruppe „Dezentrale Energiesysteme und Netze“ insbesondere mit

- modellgestützter Energiesystemanalyse unter Berücksichtigung von Netzrestriktionen
- Design und Analyse von dezentralen Energiesystemen und Smart Markets/Grids
- multikriterielle Bewertung von Technologien für Energiesysteme

### Ausstattung/Einrichtungen

*Keine Angaben*

### Zielgruppen

Industrie, Forschung, Verbände

## 017 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Industrielle Informationstechnik (IIIT)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Hertzstraße 16<br>Gebäude 06.35<br>76187 Karlsruhe                       |
| Telefon  | +49 721 608-44521  |
| Fax      | +49 721 608-44500  |
| Homepage | <a href="http://www.iiit.kit.edu">www.iiit.kit.edu</a>                   |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Fernando Puente León, Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann     |
| Kontakt  | Hannes Weinreuter  |
| Telefon  | +49 721 608-44515  |
| Mail     | <a href="mailto:hannes.weinreuter@kit.edu">hannes.weinreuter@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Industrielle Informationstechnik (IIIT) ist ein Institut der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Gegenstand der Forschung ist die optimale Erfassung und Verarbeitung von Informationen, um eine situationsgerechte Ausführung komplexer Automatisierungsaufgaben wie z. B. der Fahrzeugführung zu ermöglichen. Am IIIT wird die komplette Informationskette betrachtet – von der Messtechnik über die Signalverarbeitung bis hin zur Regelung bzw. bis zur Entscheidung. Anhand aktueller Aufgabenstellungen, etwa aus den Gebieten der automatischen Sichtprüfung und Bildverarbeitung, der automatischen Fahrzeugführung, der Analyse akustischer Signale oder der Optimierung dynamischer Vorgänge im Kfz, werden innovative Methoden erforscht und Lösungsansätze praktisch umgesetzt.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Modellierung kooperativer Verkehrssituationen

Zur Entwicklung einer automatischen Fahrzeugführung in kooperationsbedürftigen Verkehrssituationen wird das Verhalten menschlicher Fahrer in derartigen Situationen beobachtet und anhand ereignisdiskreter Modellierung abstrahiert. Ziel dieser Untersuchungen ist es, eine automatische Fahrzeugführung zu entwickeln, die das Fahrverhalten menschlicher Fahrer interpretieren und mit diesen interagieren kann. Hierbei werden vor allem Situationen betrachtet, z. B. beim Bewältigen von gleichrangigen Kreuzungen oder Engstellen,

bei denen implizite Kommunikationssignale zur Verständigung genutzt werden. In aktuellen Forschungsarbeiten werden u. a. solche impliziten Kommunikationssignale erhoben und analysiert, um auf dieser Basis in einem späteren Schritt Verhaltensentscheidungen des automatischen Fahrzeugs abzuleiten.

#### Signalverarbeitung

Der Bereich der Signalverarbeitung umfasst die Analyse, Interpretation und Manipulation von Signalen. Verfahren und Algorithmen auf diesem Gebiet können meist in sehr vielen unterschiedlichen Teilgebieten verwendet werden. Als beispielhafte Anwendungsgebiete werden am Institut aktuell die Audio-signalverarbeitung mit der Rekonstruktion von Originalsignalen aus einer beliebigen Überlagerung von Sprach- oder Musiksignalen sowie die Messtechnik mithilfe von Ultraschallsignalen verfolgt. In der robusten Ultraschallmesstechnik zielt die Blind Source Separation auf die Trennung von durch unterschiedliche Ausbreitungswege überlagerten Nutz- und Störsignalen ab.

#### Bildverarbeitung und Mustererkennung

Die Bildverarbeitung ist ein mächtiges Werkzeug, das zur Analyse und Verarbeitung von Information, die in Bildern enthalten ist, dient. Eine wichtige Anwendung der Bildverarbeitung ist die „automatische Sichtprüfung“, die heutzutage eine bedeutende Rolle bei etlichen Qualitätskontrollsystemen vor allem auch in der Automobilindustrie spielt. Die automatische Sichtprüfung erzeugt Ergebnisse, die sich durch hohe Präzision, Reproduzierbarkeit und Schnelligkeit auszeichnen. Die Methoden werden zur Erkennung und Klassifikation von Defekten in verschiedenen Arten von Produkten, wie z. B. Textilien, lackierten Oberflächen oder gehonten Bohrungen, erfolgreich eingesetzt.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Optisches Oberflächenmessgerät Nanofocus  $\mu$ Surf (konfokales Lichtmikroskop)
- Tektronix Digitalspeicheroszilloskop TDP3500
- Elektronische Laborgeräte wie Frequenzgeneratoren, Spannungsquellen etc.
- Anbindung an das Rechenzentrum des KIT und Zugang zu Höchstleistungsrechnern
- Sichtprüfungs- und Bildverarbeitungslabor (mehrere aktive Bildverarbeitungssysteme mit automatisiert positionierbaren Lichtquellen und Kameras, hochempfindliches hyperspektrales Bilderfassungssystem, Messsystem zur Fluoreszenzanalyse, Infrarotkamera, 3D-Display, Weißlichtinterferometer)
- Sensorsysteme zur verteilten multisensoriellen Umfelderkennung (Eye-Tracking-System, mehrere mobile Multi-Sensor-Roboterplattformen, Kameras, Lichtquellen, Lidar- und Radarsensoren, Mikrofonarrays, HIL-Echtzeitsystem dSPACE AutoBox)
- Simulationssystem für den optimalen Entwurf hyperspektraler Lichtfeldkameras
- Hard-/Softwaresysteme für die videogestützte Blickrichtungsschätzung und für Deep Learning
- Feinmechanische Werkstatt
- Elektronische Werkstatt

### **Zielgruppen**

Industrie, Forschung, Universität

## 018 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kolbenmaschinen (IFKM)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Rintheimer Querallee 2<br>76131 Karlsruhe                        |
| Telefon  | +49 721 608-42430  |
| Fax      | +49 721 608-48519  |
| Homepage | <a href="http://www.ifkm.kit.edu">www.ifkm.kit.edu</a>           |
| Leitung  | Prof. Dr. sc. techn. Thomas Koch                                 |
| Kontakt  | Prof. Dr. sc. techn. Thomas Koch                                 |
| Telefon  | +49 721 608-42430  |
| Mail     | <a href="mailto:thomas.a.koch@kit.edu">thomas.a.koch@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das IFKM ist in Forschung, Lehre und Innovation im Bereich der Anwendung verbrennungsmotorischer Systeme in mobilen und stationären Anlagen aufgestellt. Die Forschungsschwerpunkte fokussieren auf das langfristige Ziel der Luftreinigung durch sehr effiziente Abgasnachbehandlungssysteme, weitere Effizienzsteigerung durch optimierte Motor-Hybridanwendungen und minimale CO<sub>2</sub>-Emissionen durch regenerative Kraftstoffe. Hybridelektrische Verbrennungsmotoren sind Gegenstand von Forschungsvorhaben mit dem Ziel der systemischen Verbesserung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Motorische Verbrennung

Zu den Schwerpunkten zählt die Optimierung der Betriebsstrategie unter unterschiedlichen Randbedingungen (Stationärbetrieb, Lastsprung) in einem gegebenen Antriebsstrang, sowohl für ottomotorische als auch für dieselmotorische Brennvorgänge in verschiedenen Antriebsstrangvarianten (48-V-Hybrid, 400-V-Hybrid). Wesentliche Arbeit ist die Engine-in-the-Loop-Untersuchung zur Prozessoptimierung unter realen Fahrbedingungen mit Fahrzeug-, Fahrer- und Streckensimulation.

Beispielsweise werden für die Untersuchung der transienten Partikelentstehung beim DI-Ottomotor (Ottomotor mit Direkteinspritzung) kritische Fahrsituationen aus RDE-Messungen für die Untersuchung am Engine-in-the-Loop-Motorenprüfstand aufbereitet und gezielt auf die Partikelentstehung hin untersucht.

Verschiedene globale Einflussfaktoren auf Partikelemissionen, wie Motor Temperatur, Kraftstoff und Betriebsstrategie, werden mit

innermotorischen Phänomenen mittels optischer Sondermesstechnik aufgeklärt.

Ein weiteres Beispiel bildet ein Projekt zur Untersuchung der Kraftstoff-Wand-Interaktion bei innermotorischer Verbrennung mit Direkteinspritzung und Hochaufladung. Hier zielen die Untersuchungen auf die Erarbeitung eines generellen Verständnisses zur Auswirkung wandnaher Effekte auf die Schadstoffbildung und den Verbrennungsprozess unter motorischen Bedingungen ab.

#### Zündung

Diese Arbeitsgruppe fokussiert auf die elektrischen Grundlagen der Hochspannungstechnik und der Plasmaphysik und auf die grundlegenden Mechanismen der Entflammung von unterschiedlichen Kraftstoffen.

#### Motorische Systeme

Diese Arbeitsgruppe fokussiert auf die Wechselwirkungen des Verbrennungsmotors mit dem Antriebsstrangesamtsystem, insbesondere auf das Thermomanagement und die Abgasnachbehandlung. Die Wechselwirkung des Verbrennungsmotors mit dem Hybridsystem wird in Form von Energieflussmodellierungen bearbeitet. Kaltstart- und Warmlaufverhalten bilden einen Schwerpunkt.

Beispielsweise werden in einem IFKM-Projekt detailliert die Benetzungsvorgänge an Mischerelementen von SCR-Abgasnachbehandlungsanlagen untersucht. Mit diesen an Realabgasanlagen durchgeführten Untersuchungen soll die Frage beantwortet werden, bei welchen motorischen Betriebsbedingungen es zu einem unerwünschten Flüssigkeitsabrieb an den Hinterkanten der Mischerelemente kommen kann und wie deren Geometrie diesen Effekt minimieren kann.

#### Regenerative Kraftstoffe

Eingebunden in die Kraftstoffstrategie des KIT werden in dieser Arbeitsgruppe regenerative Kraftstoffe der neuesten Generation hinsichtlich ihres Emissionsverhaltens und des CO<sub>2</sub>-Potenzials bewertet.

### Restwärmenutzung

Durch Restwärmenutzungsansätze kann die Restwärme des Abgases, des Kühlwassers oder anderer Quellen in elektrische Energie zu Lasten eines benötigten Kondensatorwärmestroms überführt werden. Kreislauf- und Komponentenoptimierung stehen hier im Vordergrund.

### Blockheizkraftwerk

Der Einsatz und die Optimierung von stationären Energiewandlungssystemen mit einer Nutzung der Abwärme und einer Gesamtwirkungsgradbilanz von über 90 % stehen im Fokus dieser Gruppe.

### Simulation

Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe Simulation ist neben der CFD-Beschreibung von instationären reaktiven Strömungen vor allem die Abbildung von neuesten Hybridkonzepten mit Hilfe von Simulationstools wie GT-Power. Die Simulation von Sonderbetriebszuständen wie Kaltstart, Warmlauf oder speziellen Betriebszuständen steht im Vordergrund.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Testeinrichtungen für Antriebe umfassen:

- 24 Antriebsstrang-/Motorenprüfstände, Leistungen bis 400 kW
- 2 Tieftemperaturprüfstände für Pkw-Antriebe bis  $-25\text{ °C}$
- mehrere hochtransiente Prüfstände
- 1 XiL-Prüfstand inklusive Antriebsstrangsimulation
- Gasmotorenprüfstände
- Kraftstoffinfrastruktur für Sonderkraftstoffe inklusive Erdgas
- 1 hochmobilen Antriebsprüfstand
- Einhubtriebwerk
- mehrere Hochdruck-Hochtemperaturbrennkammern
- Prüfstand für Restwärmenutzungsumfänge

Sonstige Einrichtungen:

- optische Prüfstände und optische Messtechnik
- umfangreiche Abgasmesstechnik für sämtliche Spezies, Sonderabgasmesstechnik und schnelle Sondergasentnahmemesstechnik
- Massenspektroskopie
- Strömungsmesstechnik (PDA, LDA, PIV)
- Speziesanalyse (LIF)
- Simulationswerkzeuge 0D, 1D, 3D, Antriebsstrangtopologiesimulation

### **Zielgruppen**

Forschungslandschaft, Hochschule, Verbände, Behörden, OEM, Fahrzeugzulieferer

## 019 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Mess- und Regelungstechnik (MRT)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Engler-Bunte-Ring 21<br>76131 Karlsruhe              |
| Telefon  | +49 721 608-42325                                    |
| Fax      | +49 721 661874                                       |
| Homepage | <a href="http://www.mrt.kit.edu">www.mrt.kit.edu</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller                     |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller                     |
| Telefon  | +49 721 608-42325                                    |
| Mail     | <a href="mailto:stiller@kit.edu">stiller@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das MRT ist spezialisiert auf die Entwicklung intelligenter Sensortechnologie für die automatische Fahrzeugführung sowie automatisierte Bildverarbeitungsaufgaben. Dies umfasst

- Erfassung von Objekten: 3D-Rekonstruktion, Objekterkennung und -verfolgung mittels aktiver Vision- und Laser-Scanner
- Lokalisierung: genaue Positionsbestimmung von Fahrzeugen und automatische Erstellung von Karten
- Wissensrepräsentation: probabilistische und formale (Lern-)Methoden für die Interpretation von Bildern oder Abläufen

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Technologien zur Umwelterkennung – autonomes Fahren

Autonome Fahrzeuge ohne Unterstützung eines Fahrzeugführers müssen ihre Umgebung sowohl wahrnehmen und interpretieren können als auch in der Lage sein, Schlüsse bezüglich des Fahrverhaltens anderer Verkehrsteilnehmer zu ziehen. Hierfür entwickelt das MRT Techniken zur Wahrnehmung der Umgebung, vorwiegend auf Basis von monoskopischen und stereoskopischen Kameras, aber auch Lidar. Es kommen verschiedene Signalverarbeitungsverfahren zum Einsatz wie Stereo Matching und die Berechnung optischer Flussfelder, aber auch komplexere Methoden wie die Rekonstruktion von Szenengeometrien

bis hin zu Interpretationsaufgaben wie der Vorhersage des Verhaltens anderer Verkehrsteilnehmer.

#### Lokalisierung von Schienenfahrzeugen

Die Möglichkeit, die Lokalisierung von der Schiene in das Fahrzeug selbst zu verlegen, verringert Kosten und erhöht Sicherheit und Effizienz. Um die Position eines Schienenfahrzeugs zu bestimmen, werden verschiedene Typen von Sensoren kombiniert wie Wirbelstromsensoren, Satellitennavigationssysteme und digitale Karten der Schienen.

Insgesamt umfasst die Expertise des MRT folgende Bereiche.

- Sensordatenauswertung: Bildverstehen und Lidar-Datenanalyse
- Künstliche Intelligenz: Deep Learning und Szenenverstehen
- Bewegungsplanung: Manöverplanung und Trajektorienplanung
- Kooperatives Fahren: Schwarmverkehr
- Bahnortung: kamera- und Lidar-basierte Lokalisation und induktive Geschwindigkeitsmessung

#### Ausstattung/Einrichtungen

- Mercedes E-Klasse Erprobungsfahrzeug: automatisch fahrend, hochauflösendes Lidar, Kameras, Radare, DGNSS, Aktorikzugriff
- VW Passat Erprobungsfahrzeug: automatisch fahrend, hochauflösendes Lidar, Kameras, Radare, DGNSS, Aktorikzugriff
- Audi Q7 Erprobungsfahrzeug: Sensorträger, Kameras, Radare, DGNSS, intelligentes Spot-Licht
- Schienenprüfstand: Geschwindigkeitsmessung
- Modellfahrzeuge für studentische Experimente

#### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände, Normungsgremien, Politik

## 020 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Produktentwicklung (IPEK)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Kaiserstraße 10<br>76131 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 608-42371   |
| Fax      | +49 721 608-46966   |
| Homepage | <a href="http://www.ipek.kit.edu">www.ipek.kit.edu</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers, Prof. Dr.-Ing. Sven Matthiesen, Dipl.-Ing. Sascha Ott |
| Kontakt  | Dipl.-Ing. Sascha Ott   |
| Telefon  | +49 721 608-43681   |
| Mail     | <a href="mailto:sascha.ott@kit.edu">sascha.ott@kit.edu</a>                                    |

### Kurzinfo

Das IPEK – Institut für Produktentwicklung ist eine Forschungseinrichtung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Das IPEK versteht sich als Zentrum der wissenschaftlichen Produktentwicklung und Innovation mit dem Schwerpunkt auf Antriebssystemen und Mobilität. Dies umfasst die Betrachtung verbrennungsmotorischer und elektrifizierter Antriebssysteme, von Kupplungen und tribologischen Systemen ebenso wie Leichtbau. Dabei wird die Produktentwicklung in deren Systeme, Methoden und Prozesse unterteilt, um die Komplexität heutiger Produktentwicklung abzubilden. Das Forschungsportfolio wird durch zwei zentrale, auf der Systemtheorie basierende Rahmenwerke umspannt: das integrierte Produktentstehungsmodell iPeM und den X-in-the-Loop-Ansatz XiL zur Validierung mechatronischer Systeme.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Antriebssystemtechnik

Der Schwerpunkt liegt auf Systemen, Methoden und Prozessen in der Entwicklung, Auslegung und Validierung verbrennungsmotorischer und elektrifizierter Antriebssysteme. Die Forschung des IPEK betrifft die Konzeptionierung, Gestaltung und Optimierung von Antrieben und deren Subsystemen, die Untersuchung dynamischer Phänomene im Antriebsstrang, Antriebssystemtopologien, Betriebs- und Schaltstrategien für elektrifizierte Antriebssysteme und Energiespeichersysteme. Dabei werden sowohl konventionelle als auch hybride und elektrische Triebstränge betrachtet.

#### Kupplungen und tribologische Systeme

Themenschwerpunkt sind Methoden und Prozesse für die Entwicklung von trockenem und geschmierten Friktionssystemen in komplexen Antriebssystemlösungen und die Untersuchung des System- und Verschleißverhaltens von Kupplungs- und Bremsystemen. Dabei werden auch FEM-Simulationsmodelle für Reibung und Verschleiß sowie gekoppelte versuchs- und simulationsgestützte Methoden eingesetzt.

#### Leichtbau

Das IPEK forscht an Methoden, die den gesamten Leichtbauentwicklungsprozess unterstützen, um dessen Potenziale zu erkennen und zu nutzen. Schwerpunkte bilden Methoden zur Analyse von Leichtbaupotenzialen im Gesamtsystem, die Systemsynthese mittels Multi-Material-Design sowie Methoden zur Gestaltsynthese und Strukturoptimierung isotroper und anisotroper Werkstoffe. Dies betrifft u. a. Fahrzeugkarosserie und Bauteile wie Getriebe für Fahrzeugantriebsstränge.

#### Noise Vibration Harshness (NVH) und Systemvalidierung

Der Fokus liegt hier auf der durchgängigen Integration von Simulation und Test im Spannungsfeld Energieeffizienz und NVH sowie der modellbasierten Systementwicklung und Konzipierung von Validierungsumgebungen. Bei der Betrachtung des NVH-Verhaltens werden Wechselwirkungen zwischen Teilsystemen und dem Gesamtsystem hinsichtlich Akustik und Schwingungen untersucht, sowohl für konventionelle und neuartige Triebstränge als auch für Teilsysteme wie Getriebe oder Nebenaggregate. Beispiele sind die Komfortobjektivierung und Validierung der Innen- und Außenakustik, simulierte Vorbeifahrtsmessung oder das NVH-Verhalten von Brennstoffzellen

#### Sonstige Prozesse und Methoden

- Entwicklungsmethodik und -management: Entwicklung und Anpassung von Methoden und Prozessen des Systems-Engineering für die industrielle Produktentwicklung. Im Zentrum stehen aktuelle Herausforderungen der agilen Produkt(generations)entwicklung.

- CAE/Optimierung: Entwicklung von Methoden und Prozessen für die Simulation und Optimierung komplexer Systeme sowie rechnergestützte Prozesse in der Produktentwicklung.
- Konstruktionsmethodik: Betrachtung des „Konstruierens“ als kognitiver Prozess in der Produktgenerationsentwicklung, bei dem bereits im Vorfeld Gestalt-Funktion-Zusammenhänge berücksichtigt werden.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

Antriebstechnik:

- 2- und 3-Motoren-Prüfstände zur Untersuchung konventioneller und elektrifizierter Antriebsstränge und deren Komponenten
- Schaltroboter und Kupplungssteller zur Automatisierung von Getriebe- und Kupplungsschaltungen

Kupplungen und tribologische Systeme:

- Prüfstände zur Untersuchung von nass- und trockenlaufenden Friktionssystemen

NVH und Systemvalidierung:

- 2-Achs-getriebener Akustikrollenprüfstand

Gerätetechnik:

- Power-Tool-Prüfstand
- Anwender-Interaktion-Prüfstand
- 3D-Motion-Tracking

## **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Verbände

## 021 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Produktionstechnik (wbk)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Kaiserstraße 12<br>76131 Karlsruhe   |
| Telefon  | +49 721 608-44011  |
| Fax      | +49 721 608-45005  |
| Homepage | <a href="http://www.wbk.kit.edu/">http://www.wbk.kit.edu/</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer,<br>Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza, Prof.<br>Dr.-Ing. habil. Volker Schulze |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza  |
| Telefon  | +49 721 608-44011  |
| Mail     | <a href="mailto:gisela.lanza@kit.edu">gisela.lanza@kit.edu</a>   |

### Kurzinfo

Das Institut für Produktionstechnik (wbk) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) ist mit seinen knapp 100 Mitarbeitern thematisch in der Fakultät für Maschinenbau angesiedelt. Die drei Bereiche Fertigungs- und Werkstofftechnik, Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung sowie Produktionssysteme widmen sich der anwendungsnahen Forschung, der Lehre und der Innovation im Bereich Produktionstechnik.

Neben den Forschungsaktivitäten in den klassischen Feldern des Maschinen- und Anlagenbaus setzt das wbk auf die Entwicklung der Produktionstechnik für Enabling Technologies wie beispielsweise Elektromobilität, hybriden Leichtbau und generative Fertigung. Dabei wird zum einen untersucht, wie klassische Produktionstechnologien und -systemen auf neue Materialien und Werkstoffe übertragen werden können, zum anderen werden das Upscaling von Anlagen und die Gestaltung zukünftiger Fabrikwelten sowie deren Netzwerke erforscht.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das wbk verfolgt fünf Forschungsschwerpunkte: Mikroproduktion, Leichtbaufertigung, Elektromobilität, additive Fertigung und Industrie 4.0. Diese werden in den drei folgenden Forschungsbereichen untersucht.

#### Fertigungs- und Werkstofftechnik

Der Forschungsbereich untersucht die Wechselwirkungen zwischen Produktentwicklung, Produktion und Werkstofftechnik. Die Erforschung der Wirkmechanismen bei der Bearbeitung von Werkstoffen und eine

prozessnahe Entwicklung und Optimierung von Fertigungsverfahren bis hin zu den fertigungsbedingten Bauteileigenschaften stehen im Mittelpunkt. Die Betrachtung von Fertigungsprozessen und Surface Engineering umfasst Prozessführung und -simulation sowie Bauteilrandzonen und Bauteilverhalten. Diese Optimierungsmethodik bietet ein großes Potenzial für den Leichtbau in Serienfertigung mit metallischen Werkstoffen, insbesondere für die Mobilität der Zukunft.

Darüber hinaus wird die Zahnradfertigung durch Wälzschälern untersucht und weiterentwickelt. Der Einsatz dieses Verfahrens wächst in den letzten Jahren rasant. Eine der häufigsten Anwendungen sind Innenverzahnungen für Planetengetriebe im Automobil- und Antriebsbau. Das wbk arbeitet daran, dieses Verfahren für neue Einsatzbereiche zu qualifizieren und damit höhere Leistungsgewichte und effizientere Prozessketten zu ermöglichen.

#### Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung

Die Arbeitsgruppe entwickelt innovative, ganzheitliche Lösungen für Werkzeugmaschinen und Mechatronik, Leichtbaufertigung und Elektromobilität. Ziel ist die Steigerung der verfügbaren Dynamik, Genauigkeit und Flexibilität von Anlagen. Themen sind beispielsweise die Entwicklung unreifer Prozesse und Verfahren für die Fertigung von Batteriezellen, die Batteriemodulmontage und die Elektromotorenproduktion.

#### Produktionssysteme

Im Fokus steht, die Effekte der Produktion von morgen zu planen, zu beherrschen und zu bewerten. Dies umfasst globale Produktionsstrategien, Produktionssystemplanung und Qualitätssicherung. Hier werden v. a. adaptive Produktionssysteme, Industrie-4.0- und agile Methoden sowie Digitalisierungsstrategien berücksichtigt. Einen weiteren Fokus stellt die Entwicklung von Verfahren und Lösungen zur Integration von Inline-Messtechnik in Produktionsprozesse dar. Als geeignete Methoden der Datenanalyse kommen hierbei beispielsweise maschinelles Lernen und Data Mining zum Einsatz.

## Anwendungen im Bereich Mobilität

Im Themenfeld Batterie beschäftigt sich das wbk u. a. mit

- Prozessverständnis Lithium-Ionen-Pouchzell-Fertigung: z. B. Einzelblattstapelbildung, Kalandrieren und Tiefziehen von Verpackungshalbschalen
- Entwicklung von Anlagentechnik: z. B. Einzelblattstapelbildung oder Helix-Falttechnik
- demontagegerechter Batteriemodulmontage
- Produktionssystem Batteriemontage: z. B. Planung wandlungsfähiger Produktionssysteme, Inline-Qualitätssicherung

## Themenfeld Motor

- Prozesssimulation des Wickelprozesses: z. B. Linearwickeln, Nadelwickeln, Hairpinfertigung
- Entwicklung von Automatisierungslösungen: z. B. Träufelwickeln oder Hairpinfertigung
- Optimierung der Rotorfertigung: z. B. unwuchtminimale Magnetmontage, Fertigung von Leichtbaurotorscheiben aus Soft Magnetic Compound
- Produktionssystem des Stanz- und Stapelprozesses: Prozessketten- und Technologieanalyse zur Produktionsoptimierung, Inline-Qualitätssicherung

## Themenfeld Getriebe

- Zahnradfertigung: z. B. Entwicklung eines Verzahnungswirbelverfahrens zur Herstellung von schrägverzahnten Präzisionszahnradern, Wälzschalen mit kleinen Achskreuzwinkeln
- Surface Engineering: z. B. Entwicklung einer neuartigen Streamfinish-Anlage zur gleichzeitigen Randschichtverfestigung und Oberflächenglättung, Fertigung optimierter technischer Oberflächen durch eine Verfahrenskombination aus Stream Finishing und Laserablation (DFG-Projekt)

## Themenfeld Fertigung

- 3D-Print-Cloud BW – offene Plattform für die gesamte Prozesskette der additiven Fertigung: Diese zunächst vorwettbewerbliche Online-Plattform bildet die gesamte Prozesskette der additiven Fertigung ab, von der Konstruktion über die Simulation und Fertigung bis hin zur Nachbearbeitung von additiv gefertigten Teilen. Nutzer sind Anbieter von Dienstleistungen aus der additiven Fertigung sowie Kunden, die diese Dienstleistungen suchen, jedoch nicht über die nötigen Kenntnisse, Programme oder Maschinen verfügen. Auf Basis der Kundenanforderungen können die Dienstleistungen gesucht und beauftragt werden.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

Labor für elektrische Antriebe (wbk PTLEA):

- Nadelwickelmaschine NWSS der Firma Aumann Espelkamp GmbH zur Herstellung von Statorwicklungen
- Tischwickelmaschine TW-2 CNC der Firma Aumann Espelkamp GmbH zur Herstellung von Einzelzahnspulen
- Wicklungsprüfgerät MTC-2 der Firma Schleich GmbH
- 2-Komponenten-Spritzgussmaschine der Firma Arburg zur Herstellung von SMC-Rotorscheiben
- Horizontalauswuchtmaschine HM 50 der Firma MPM
- Schleudermaschine zur Herstellung von hybriden Faserverbund-Leichtbauwellen
- Fügeversuchsstand zum Fügen von Stator und Rotor

KIT-Batterietechnikum (gemeinsam mit den KIT-Instituten IAM-ESS und ETI):

- Kalandrier GKL 500 MS der Firma Saueressig
- Einzelblattstapelbildungsanlage zur Herstellung von Batteriezellstapeln
- Tiefziehpressen der Firma Lauffer zur Herstellung von Pouchzellen-Gehäusen
- Trockenraum (Taupunkt  $-85\text{ °C}$ ) mit einer Handfertigungslinie zur Herstellung von Lithium-Ionen-Pouchzellen
- Slitter zur Herstellung von Tochtercoils aus Muttercoils
- Zelltestlabor zur Formierung von Batteriezellen
- Batteriemodulmontage

Einrichtungen im Bereich Werkzeugmaschinen und Mechatronik (Auszug):

- Demonstrator für Industrie-4.0-Funktionalitäten von Antriebskomponenten
- Industrie-4.0-Werkzeugmaschine zur Erforschung von Industrie-4.0-Funktionen
- Labore für Lebensdaueruntersuchungen zum Condition Monitoring von Maschinenkomponenten

Einrichtungen im Bereich Fertigungs- und Werkstofftechnik (Auszug Verzahnungstechnik):

- Verzahnungsherstellung
  - Wälzschälmaschine V300Sonder der Firma Index
  - Harträumzelle der Firma Karl Klink
  - Räummaschine (Außen- und Innenräume) der Firma Karl Klink
- Surface Engineering
  - Ultrakurzpuls-Laseranlage TruMicro 5050 der Firma Trumpf
  - Stream-Finishing-Maschine SF1 68 der Firma Otec
- Messtechnik
  - Koordinatenmessmaschine Zeiss Prismo
  - Computertomograph Zeiss METROTOM 800
  - Diverse optische Messgeräte und Sensoren (z. B. konfokales Weißlichtmikroskop Nanofocus  $\mu$ Surf, Fokusvariation Alicona InfiniteFocus, Kamerasensoren, Streifenlichtprojektion ISRA Vision)

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie (insbesondere KMU), Forschung, Verbände

## 022 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme (IRS)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Kaiserstraße 12<br>76131 Karlsruhe                            |
| Telefon  | +49 721 608-43181   |
| Fax      | +49 721 608-42707   |
| Homepage | <a href="http://www.irs.kit.edu/">http://www.irs.kit.edu/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Sören Hohmann                                       |
| Kontakt  | Dr. Michael Flad  |
| Telefon  | +49 721 608-42467   |
| Mail     | <a href="mailto:flad@kit.edu">flad@kit.edu</a>                |

### Kurzinfo

Das Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme (IRS) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickelt und koordiniert Forschungsprojekte mit Bezug zur Fahrzeugautomation und zur Regelung zugrunde liegender Fahrzeugsysteme. Schwerpunkt des Instituts ist die Entwicklung von Konzepten und Algorithmen für intelligente vernetzte Systeme wie z. B. hochautomatisierte Fahrzeuge und deren Energiesysteme sowie für die Mensch-Maschine-Kooperation wie z. B. Fahrerassistenzsysteme. Darüber hinaus beschäftigt sich das Institut mit der Absicherung dieser Konzepte.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Vernetzt kooperierende Systeme

Ein Forschungsschwerpunkt liegt in der Erforschung der Interaktion zwischen autonomen, aber miteinander vernetzten und kooperierenden Systemen. Bezogen auf Mobilitätssysteme werden Konzepte und verteilte Algorithmen für die Abstimmung von Fahrtrajektorien zwischen Verkehrsobjekten und die Verhandlung von gekoppelten Fahrmanövern entwickelt, im erweiterten Anwendungsfall die Koordination von Aufgaben zwischen einzelnen Logistikeinheiten.

#### Mensch-Maschine-Kooperation

Im Mittelpunkt steht das Ziel, eine Kooperation zwischen Fahrzeugautomation und Fahrer zu ermöglichen. Neben der Entwicklung von klassischen Fahrerassistenzsystemen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und/oder zur Minimierung des Kraftstoffverbrauchs beschäftigt sich das IRS auch mit der Kontrollübergabe zwischen Mensch und Automation in hochautomatisierten Fahrzeugen.

#### Batteriemanagementsysteme

Das IRS forscht an Methoden zum sicheren und verlässlichen Betrieb von Lithium-Ionen-Batterien im Automobilbereich. Hierzu zählen neben der Entwicklung von physikalisch motivierten Batteriemodellen deren echtzeitfähige Identifikation im Betrieb sowie eine Zustandsschätzung ganzer Batteriestacks verschiedenster Topologien, die flexibel hinsichtlich Stack-Anpassungen sind.

#### Antriebstechnologien

Untersucht und entwickelt werden Methoden zur Fahrdynamikregelung radselektiv angetriebener und gelenkter Fahrzeuge zum optimalen Folgen von Trajektorien. Ziel ist es, für den erweiterten Arbeitsbereich der Radaufhängungen ideale Konfigurationsanforderungen an das Fahrwerk und die Aktorik abzuleiten.

#### Garantierte Verifikation dynamischer Systeme

Die Absicherung sicherheitskritischer Systeme stellt insbesondere für neue Mobilitätssysteme eine steigende Herausforderung dar und ist mit den aktuellen eingesetzten Methoden und Werkzeugen in absehbarer Zeit nur noch schwerlich handhabbar. Um dem entgegenzuwirken, hat das IRS unter anderem Verfahren entwickelt, mittels derer auf Basis von Messdaten eine automatisierte Verifikation erfolgen kann. Das Tool kann selbstständig überprüfen, ob die Spezifikation eines technischen Systems korrekt umgesetzt wurde.

#### Ausstattung/Einrichtungen

- Fahrsimulator mit konfigurierbaren HMI-Komponenten insbesondere der haptischen Eingabelemente (Pedale, Lenkrad usw.) die frei parametrierbar sind
- KOP-Lab: Labor für die Untersuchung von Mensch-Maschine-Interaktion bzw. -Kooperation
- Verschiedene Motion-Capturing-Systeme
- Echtzeitsysteme für die prototypische Umsetzung in Versuchsfahrzeugen
- Batterietest (für Einzelzellen, Batteriestacks und BMS)
- Klimakammer

#### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Forschungseinrichtungen

## 023 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Engesserstraße 5<br>Gebäude 30.10<br>76131 Karlsruhe   |
| Telefon  | +49 721 608-42500                                      |
| Fax      | +49 721 608-42925                                      |
| Homepage | <a href="http://www.itiv.kit.edu">www.itiv.kit.edu</a> |
| Leitung  | Prof. Jürgen Becker, Eric Sax,<br>Wilhelm Stork        |
| Kontakt  | Eric Sax   |
| Telefon  | +49 721 608-42500                                      |
| Mail     | <a href="mailto:eric.sax@kit.edu">eric.sax@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) ist eines der 17 Institute der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik innerhalb des KIT. Am ITIV wird an Methoden und rechnergestützten Werkzeugen für einen durchgängigen und weitgehend automatisierten Entwurfsablauf gearbeitet. Die Eignung der entwickelten Konzepte wird durch die Realisierung von elektronischen, elektromechanischen und optoelektronischen Mikrosystemen nachgewiesen. Typische Aufgabenstellungen und Projektschwerpunkte der verschiedenen Arbeitsgruppen liegen im Mobilitätssegment in der Umfelderkennung mit Sensoren unterschiedlicher Technologien, physiologischem und emotionalem Monitoring des Fahrers, hochperformanter Hardware und der Entwicklung und Absicherung von autonomem Fahren.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Eingebettete elektronische Systeme

Im Bereich der Mobilität befasst sich die Arbeitsgruppe mit Methoden, Prozessen und Werkzeugen zum Entwurf sicherer eingebetteter Systeme. Dies umfasst insbesondere

- den modellbasierten, toolgestützten Entwurf von ADAS-Anwendungen und E/E-Architekturen,
- Entwicklungsprozesse für E/E-Architekturen im Umfeld heterogener Multicore-Steuergeräte,

- Determinismus- und Fail-Operational-Konzepte zur Erfüllung der Anforderungen an funktionale Sicherheit im Kontext des autonomen Fahrens;
- hierzu Umsetzung von Redundanz-, Monitoring- und Rekonfigurationskonzepten auf Software- und Hardwareebene als Basis für ausfallsichere und performante Domänensteuergeräte für kommende hochautomatisierte Fahrfunktionen und verzahnte Konzepte zum Safety/Security-Co-Design zukünftiger vernetzter E/E-Architekturen.

#### Systems Engineering

Hier stehen Arbeiten zum durchgängigen Systementwurf im Mittelpunkt. Besonderes Augenmerk gilt den Nutzfahrzeugen und dem ÖPNV. Dies umfasst:

- Entwicklung von Prozessen und Methoden von „agil“ bis „V“ für den Entwurf eingebetteter Systeme und Systemverbünde für die verschiedenen Fahrzeugdomänen
- Hardware-in-the-Loop-Tests eingebetteter elektronischer Systeme, speziell (selbstlernender) Fahrerassistenzsysteme bis hin zu autonomen Fahren
- graphische Beschreibungsmittel und ausführbare Spezifikationen
- sichere Software-Architekturen und E/E-Topologien im Fahrzeug
- Big-Data-Analysen zur Erkennung von Anomalien und Datenauswertung im Fahrzeug zu Security-Zwecken

#### Mikrosystemtechnik und Optik

Der Bereich befasst sich mit dem weitgefächerten Themenbereich rund um Sensorik.

- Mikrosystemtechnische Vitalensorik zur Fahrerüberwachung: Die Entwicklung innovativer intelligenter Sensoren zur Erfassung und Auswertung der unterschiedlichsten medizinisch-biologischen Signale des menschlichen Körpers kann auch für die Fahrerüberwachung eingesetzt werden.

- Entwurf automobiler Displays (Headup) und Telematik-Anwendungen im Infotainment: Ein Schwerpunkt liegt auf der Realisierung von innovativen mobilen Informationsanwendungen, die eine stärkere Vernetzung mit der Umgebung des Fahrzeugs (Car-to-X) bietet. Drahtlosen Datenübertragungstechnologien wie Bluetooth™, WLAN, GSM/UMTS oder proprietäre Technologien im ISM-Band gewinnen an Bedeutung. Hier werden Kommunikationslösungen für vielfältige Anwendungen und eingebettete Signalverarbeitungssysteme entwickelt.
- Entwicklung und Test von optischen Systemen und Sensorik zur Umfeld-erfassung: Hier verfügt die Arbeitsgruppe über Erfahrung in vielfältigen Anwendungen. Für den Bereich des automatisierten Fahrens sind insbesondere Lidar und Bildverarbeitungssysteme von Bedeutung.
- In einem Projekt gemeinsam mit dem FZI wurde Sensorik für einen autonomen Mercedes-Benz Bus entwickelt, wobei neuartige Sensorkonzepte, eine robuste Lokalisierung des Fahrzeugs sowie eine Sensorfusion für eine erhöhte Zuverlässigkeit im Mittelpunkt standen.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Testlabor mit Rapid-Prototyping-Werkzeugen, um Systemkonzepte in kurzer Zeit in Prototypen zu überführen und Anwendungsideen zu evaluieren.

- Optik-Labor
- Platinenentwicklung
- Elektroniklabor
- Mechanikwerkstatt
- Studentische Poolräume
- SW-Entwicklungswerkzeuge für eingebettete Systeme oder Systems of Systems
- Demo-Fahrzeuge

### **Zielgruppen**

Entwicklungs- und Forschungsgruppen für Elektrik/Elektronik und Funktionsentwicklung in folgenden Industriebereichen: Automotive/Nutzfahrzeuge (OEM und Zulieferer), Medizintechnik, SW-Tool-Hersteller für eingebettete Systeme und Systems of Systems, Prozess-Consulting

## 024 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Karlstraße 11<br>76133 Karlsruhe   |
| Telefon  | +49 721 608-28548  |
| Fax      | +49 721 608-24806  |
| Homepage | <a href="https://www.itas.kit.edu">https://www.itas.kit.edu</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr. Armin Grunwald   |
| Kontakt  | Jens Schippl, Torsten Fleischer  |
| Telefon  | +49 721 608-23994 (J. Schippl)<br>+49 721-608-24571 (T. Fleischer)   |
| Mail     | <a href="mailto:jens.schippl@kit.edu">jens.schippl@kit.edu</a> ,<br><a href="mailto:torsten.fleischer@kit.edu">torsten.fleischer@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) erforscht wissenschaftliche und technische Entwicklungen in Bezug auf systemische Zusammenhänge und Technikfolgen. Es erarbeitet und vermittelt Wissen und Bewertungen und entwirft Handlungs- und Gestaltungsoptionen. Wesentliche Ziele sind die Beratung der Forschungs- und Technikpolitik, die Bereitstellung von Orientierungswissen zur Gestaltung soziotechnischer Systeme sowie die Durchführung diskursiver Verfahren zu offenen oder kontroversen technologiepolitischen Fragen.

Die mobilitätsbezogene Forschung des ITAS ist in seinem Forschungsbereich „Innovationsprozesse und Technikfolgen“ angesiedelt, der sich insbesondere dem Zusammenhang zwischen technischem und sozialem Wandel widmet und zukünftige Entwicklungen des Mobilitätssystems untersucht. Der Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung von Auswirkungen und Veränderungspotenzialen (transformativem Potenzial) von Digitalisierungsprozessen auf das Mobilitätssystem. Dabei werden auch die Wechselwirkungen von Mobilitätssystem und Mobilitätsverhalten mit weiteren gesellschaftlichen Dynamiken berücksichtigt.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Basis der Mobilitätsforschung des ITAS sind Konzepte aus der Transformationsforschung und der empirischen Innovationsforschung. Zudem beschäftigt sich das ITAS mit der Bewertung von Entwicklungsdynamiken und Mobilitätsszukünften anhand von Nachhaltigkeitsindikatoren und anderen normativen Konzepten.

### Aktuelle Schwerpunktthemen

- **Automatisiertes Fahren:** Es werden Entwicklungsbedingungen und mögliche Wirkungen ebenso wie Erwartungen und Strategien von Innovationsakteuren untersucht. Die Grundlage bilden empirische Untersuchungen von Wahrnehmungen und Erwartungen von professionellen Akteuren (Interviews, Workshops) sowie Bürgerinnen und Bürgern (Fokusgruppen).
- **Forschung zum Veränderungspotenzial beim Mobilitätsverhalten im Zusammenwirken mit Digitalisierungsprozessen:** Hier werden empirische Untersuchungen von Determinanten des Mobilitätsverhaltens im Kontext von Alltagsroutinen und sozialen Netzwerken über Interviews von Bürgern durchgeführt. So soll besser verstanden werden, ob davon auszugehen ist, dass Menschen ihre Mobilitätsentscheidung im Zusammenhang mit digitalen Angeboten (Plattformen, Automatisierung, Online-Shopping) ändern.
- **Räumliche Einflussfaktoren auf und räumliche Wirkungen von Innovations- und Diffusionsprozessen im Mobilitätssystem:** Im Mittelpunkt steht die Frage, ob soziotechnischer Wandel (Elektromobilität, Digitalisierung/Automatisierung) in urbanen und in ländlichen Räumen unterschiedlichen Entwicklungsmustern folgt.
- **„Transition Research“:** konzeptionelle und empirische Arbeiten zu Wirkungen gesellschaftlicher Dynamiken im Kontext einer Transformation von Mobilitätssystemen. Ziel ist es, besser zu verstehen, wie ganz unterschiedliche gesellschaftliche Dynamiken (Individualisierung, Flexibilisierung von Arbeit, Sharing Economy und andere) mit Entwicklungen im Mobilitätssystem wechselwirken und damit zukünftige Entwicklungspfade beeinflussen.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Reallabor 131: „KIT findet Stadt“. Ziel ist es, Wissenschaft, Innovation und Stadtentwicklung in einem transdisziplinären Prozess gemeinsam mit der Bürgerschaft und anderen lokalen Akteuren zu integrieren. Mobilität ist dabei eines von mehreren Themen.

### **Zielgruppen**

Wissenschaft, Politik und öffentliche Verwaltung, Wirtschaft, allgemeine Öffentlichkeit

## 025 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technische Mechanik (ITM)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Kaiserstraße 10<br>Gebäude 10.23<br>76131 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 608-42396 (Dynamik/Mechatronik)<br>+49 721 608-48852 (Kontinuumsmechanik)  |
| Fax      | +49 721 608-46070 (Dynamik/Mechatronik)<br>+49 721 608-44187 (Kontinuumsmechanik)  |
| Homepage | <a href="http://www.itm.kit.edu/">http://www.itm.kit.edu/</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Thomas Böhlke,<br>Prof. Dr.-Ing. Alexander Fidlin<br>Prof. Dr.-Ing. Carsten Proppe<br>Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Seemann                                     |
| Kontakt  | Sekretariat  |
| Telefon  | +49 721 608-42397 (Dynamik/Mechatronik)<br>+49 721 608-46107 (Kontinuumsmechanik)  |
| Mail     | <a href="mailto:gudrun.volz@kit.edu">gudrun.volz@kit.edu</a> (Dyn./Mechatronik)<br><a href="mailto:helga.betsarkis@kit.edu">helga.betsarkis@kit.edu</a> (Kontinuumsme..) |

### Kurzinfo

Das Institut für Technische Mechanik (ITM) umfasst in Bezug auf Mobilitätsthemen verschiedene Schwerpunkte. Das Teilinstitut Dynamik/Mechatronik vertritt alle Gebiete der nichtlinearen Dynamik mit Schwerpunkten in der Mehrkörperdynamik und in der Untersuchung nichtlinearer Schwingungssysteme. Das Spektrum reicht von den mathematischen Grundlagen bis zu zahlreichen Anwendungen vor allem in der Automobilindustrie. Diese umfassen sowohl alle Gebiete der Schwingungstechnik als auch nichtlineare Steuerung und Regelung komplexer mechanischer, elektromechanischer und hydraulischer Systeme bis hin zu nichtlinearen Schwingungen im Antriebsstrang oder von schnelllaufenden Rotoren, wie sie auch bei Turboladern auftreten.

Das Teilinstitut Kontinuumsmechanik im Maschinenbau entwickelt Methoden zur kontinuumsmechanischen Modellierung und Simulation des Materialverhaltens angewandter Werkstoffe unter Einbeziehung der Mikrostruktur und spezieller Verformungsmechanismen. Die Arbeiten schließen sowohl eine grundlagen- als auch eine anwendungsorientierte Beschreibung der Werkstoffe ein.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Dynamik/Mechatronik

Das Institut kombiniert experimentelle Untersuchungen mit mathematischen Modellen und Simulationen. Instabilitäten der Systeme

werden untersucht. Darauf aufbauend können regelungstechnische Fragestellungen optimiert und gelöst werden. Ein anderer Schwerpunkt untersucht Systeme mit Kontakt und Reibung. Strukturvariable schwingungsmindernde Systeme ermöglichen, die unerwünschten Schwingungen zeitlich und räumlich gezielt zu bekämpfen und keine Energie unnötig zu verbrauchen. Die Untersuchung der Struktur-dynamik unterschiedlicher Systeme umfasst unter anderem folgende Aspekte.

- Reibungserregte Schwingungen und Flattern: Komplexe Antriebsstrukturen in hybriden Fahrzeugen sind für reibungserregte Schwingungen besonders anfällig. Am ITM werden entsprechende dynamische Modelle entwickelt und problembezogene Abhilfemaßnahmen erarbeitet, die helfen, diese umweltstörenden Probleme systematisch zu bekämpfen und nachhaltig zu lösen.
- Optimale Auslegung der schwingungsmindernden Komponenten unter Berücksichtigung von Gewicht, Bauraum und Komfort – optimale Gestaltung und Regelung von stark nichtlinearen mechatronischen Systemen: Im Bereich der nichtlinearen Vorsteuerung und Regelung sowie in der regelungskonformen Gestaltung von mechanischen, hydraulischen und elektromechanischen Systemen liegen fahrzeugspezifische Anwendungen vor allem in einer energiesparenden Gestaltung hydraulischer Systeme. Ähnliche Methoden werden auch zur energiesparenden Gestaltung von Exoskeletten erforscht.
- Modellierung von Fluidlagern und deren Auswirkungen auf das Verhalten schnelllaufender Rotoren
- Probabilistische Modellierung von dynamischen Systemen
- Ausgewählte Probleme der Wellenausbreitung
- Modellierung von Reibung und deren Auswirkung auf das dynamische Verhalten (z. B. bei Bremsen, Untersuchung und Modellierung von Bremsenquietschen, Reibminderung durch überlagerte hochfrequente Schwingungen)

- Anwendungen und Modellierung piezoelektrischer Aktoren und Sensoren

### Kontinuumsmechanik

Methodische Schwerpunkte sind die mathematische Modellbildung im Rahmen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik, die Anwendung von Homogenisierungsmethoden, das wissenschaftliche Rechnen (z. B. FEM) und die Materialidentifikation basierend auf Experimenten. Insgesamt beschäftigt sich das Institut mit folgenden Methoden:

- FE-basierte Mehrskalenmethoden
- Homogenisierung elastischer, spröde-elastischer, viskoplastischer und visko-elastischer Materialeigenschaften
- mathematische Beschreibung von Mikrostrukturen
- Lokalisierungs- und Versagensmechanismen

Diese werden u. a. für eine sichere Dimensionierung von Bauteilen im Zuge einer nachhaltigen Umsetzung von Leichtbaukonzepten eingesetzt. Bei modernen Hochleistungswerkstoffen ist eine robuste Berechnung der effektiven Bauteileigenschaften nur unter Berücksichtigung der prozessinduzierten Materialeigenschaften auf der Meso- und Mikroebene möglich. Aus diesen Gründen steht die Formulierung und Implementierung von effektiven Materialmodellen basierend auf gemessenen (z. B.  $\mu$ CT, EBSD) oder approximierten (z. B. Formfüllsimulation) lokalen Mikrostrukturinformationen im Fokus der Forschungsarbeiten des Lehrstuhls für Kontinuumsmechanik am Institut für Technische Mechanik.

Es werden effiziente lineare und nichtlineare kontinuumsmechanische Modelle entwickelt und durch Experimente identifiziert. Materialmodelle werden insbesondere für folgende Materialklassen formuliert:

- Metalle, z. B. Aluminium, Dualphasenstähle und presshärtbare Stähle
- kontinuierlich und diskontinuierlich verstärkte Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffe, z. B. LFT und SMC

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Dynamik/Mechatronik

- Bremsenprüfstand

- Versuchseinrichtung zur Reibwertmessung, auch bei kleinen Geschwindigkeiten
- Allgemeine Versuchseinrichtungen zur Messung von schwingungstechnischen Problemen
- Prüfstand zur piezoelektrischen Beeinflussung von trockenen Reibungskontakten
- Scannende Laservibrometer
- Systeme für experimentelle Modalanalyse
- Simulationssoftware: ABAQUS, ANSYS, ADAMS, SimulationX, MapleSim, Matlab/Simulink

### Kontinuumsmechanik

Elektromechanische Biaxial-Prüfmaschine mit vier separat gesteuerten Prüfachsen (Zwick)

- Maximalkraft: 150 KN
- Traversengeschwindigkeit: 0,0005 bis 900 mm/min
- Maximaler Verfahrensweg pro Achse: 700 mm
- Integrale optische Dehnungsmessung mittels VideoExtens (Zwick)
- Lokale optische Dehnungsmessung mittels ARAMIS 3D 4M (GOM)
- Bisher untersuchte Materialien: Sheet Moulding Compounds (SMC), metallische Werkstoffe (z. B. Dualphasenstahl)

Dynamisch-mechanische Thermoanalyse (DMA), EPLEXOR® 500 N (GABO)

- Temperaturbereich:  $-150\text{ °C}$  bis  $500\text{ °C}$
- Belastungsfrequenzbereich: 0,01–100 Hz
- Max. statische Last: 1.500 N
- Max. dynamische Last: 500
- Kraftmessdosen: 500 N
- Statische Zugbelastung (Universal Tester)
- Dynamisch-mechanische Zugversuche: unter Temperaturbelastung ( $-150\text{ °C}$  bis  $500\text{ °C}$ ), für verschiedene Frequenzen (0,01–100 Hz), Überlagerung von Temperatur- und Frequenzbelastungen
- Dynamisch-mechanische Biegeversuche
- Relaxations- und Retardationsversuche
- Bisher untersuchte Materialien: Polypropylen, Vinylester, ungesättigtes Polyester-Polyurethan-Hybridharz (jeweils als reines Matrixmaterial und faserverstärkt)

### **Zielgruppen**

Industrie (insbesondere Automobilhersteller, Zulieferer), Forschungseinrichtungen, Verbände

## 026 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für theoretische Informatik (ITI), Algorithmik II

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Fakultät für Informatik<br>Postfach 69 80<br>76128 Karlsruhe   |
| Telefon  | +49 721 608-47580  |
| Fax      | +49 721 608-43088  |
| Homepage | <a href="http://algo2.iti.kit.edu/index.php">http://algo2.iti.kit.edu/index.php</a>                        |
| Leitung  | Prof. Dr. Peter Sanders<br>Prof. Dr. Dorothea Wagner   |
| Kontakt  | Prof. Dr. Peter Sanders<br>Prof. Dr. Dorothea Wagner   |
| Telefon  | +49 721 608-47580  |
| Mail     | <a href="mailto:sanders@kit.edu">sanders@kit.edu</a><br><a href="mailto:wagner@kit.edu">wagner@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Institut ITI beschäftigt sich mit verschiedenen Aspekten der Algorithmik, insbesondere mit grundlegenden Algorithmen, Datenstrukturen und Kommunikationsstrategien. Hauptziel der Forschung ist die Entwicklung praktikabler Lösungen, die gleichzeitig mit guten theoretischen Leistungsgarantien aufwarten können. Diese Sichtweise der Algorithmik wird auch als „Algorithm Engineering“ bezeichnet. Einen besonderen Schwerpunkt bilden Graph-Algorithmen. Dabei werden in verschiedenen Arbeitsgruppen sowohl parallele Algorithmen als auch geometrische Aspekte von Graph-Algorithmen insbesondere für das Zeichnen von Graphen betrachtet. Einsatzbereiche sind unter anderem Verkehrssimulationen und Routenplanungen und hierbei mit Blick auf die Zukunft die Entwicklung von Routing-Modellen für verschiedene Anwendungen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Im Bereich der Mobilität spielen vor allem Verkehrssimulationen und Routenplanungen eine Rolle. Die Berechnung kürzester Pfade in einem Graphen ist ein bekanntes Problem aus

der Graphentheorie. Die Routenplanung in einem Straßennetz stellt daher eine praktische Anwendung der Graphentheorie dar, also die Bestimmung einer optimalen Route von einem Start- zu einem Zielort.

Hochentwickelte Algorithmen für die Routenplanung und Verkehrssimulationen werden sowohl für individuellen Straßenverkehr als auch für öffentlichen Verkehr entwickelt. Dies umfasst Routing für Elektrofahrzeuge, multimodales Routing, Optimierung von Car-Sharing-Modellen etc. Auch die Visualisierung von Routenplanungsmodellen wird hier betrachtet.

Für die Routenplanung werden neue Ansätze untersucht, wie z. B. eine neue Beschleunigungstechnik der Berechnung, die die hierarchischen Eigenschaften von realen Straßennetzen ausnutzt. In einem Vorverarbeitungsschritt untersuchen wird dabei das gegebene Straßennetz, um eine hierarchische Darstellung zu gewinnen und aufzubereiten. Der Routenplanungsalgorithmus profitiert dann von den gewonnenen Daten, so dass die Zeitdauer für die Berechnung reduziert werden kann.

Für Algorithmen der Routenplanung und Verkehrssimulation spielen auch Themen wie Parallelisierung eine Rolle. Hier entwickelt das ITI neue Ansätze und Algorithmenbibliotheken.

Langfristige Ziele sind die Bündelung der Aktivitäten im Bereich Mobilität und die Entwicklung eines hochentwickelten Verkehrsvorhersage- und Steuerungssystems.

### Ausstattung/Einrichtungen

Mehrere Server mit großem Arbeitsspeicher und Zugang zu großen Höchstleistungsrechnern.

### Zielgruppen

Forschung, Consulting

## 027 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Theoretische Informatik, Arbeitsgruppe Kryptographie und Sicherheit, Kompetenzzentrum für angewandte Sicherheitstechnologie (KASTEL)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Am Fasanengarten 5<br>Gebäude 50.34<br>76131 Karlsruhe                |
| Telefon  | +49 721 608-44213   |
| Fax      | +49 721 608-55022   |
| Homepage | <a href="https://www.kastel.kit.edu/">https://www.kastel.kit.edu/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Jörn Müller-Quade   |
| Kontakt  | Carmen Manietta   |
| Telefon  | +49 721 608-44213   |
| Mail     | <a href="mailto:crypto-info@iti.kit.edu">crypto-info@iti.kit.edu</a>  |

### Kurzinfo

Das Kompetenzzentrum für angewandte Sicherheitstechnologie (KASTEL) ist eines von deutschlandweit drei Kompetenzzentren für Cybersicherheit, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im März 2011 initiiert wurden. Von besonderer Bedeutung sind die Folgen der Digitalisierung im Bereich der kritischen Infrastrukturen, beispielsweise in der Energiewirtschaft, in der industriellen Produktion oder bei vernetzter Mobilität, aber auch in „intelligenten“ Umgebungen. KASTEL bündelt Kompetenzen rund um die IT-Sicherheit am Forschungsstandort Karlsruhe. Ziel ist die Entwicklung eines umfassenden Ansatzes anstelle isolierter Teillösungen. Dabei steht die Gesamtsicherheit in konkreten Anwendungsbereichen im Fokus. Um diese Sicherheit zu gewährleisten, müssen neue Bedrohungen modelliert, Sicherheitsziele beschrieben und neue Methoden entwickelt werden.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

KASTEL ist zum einen darauf ausgerichtet, die Auswirkungen der zunehmenden Vernetzung auf die IT-Sicherheit von Systemen zu erforschen. Hierzu werden zunächst verschiedene Aspekte von Smart Environments untersucht, die sich durch eine Vielfalt an vernetzten Sensoren und Aktoren auszeichnen. Als Anwendungsfall in der Wirtschaft wird zudem die vernetzte Produktion (Industrie 4.0) betrachtet. Ferner wird die Sicherheit vernetzter kritischer Infrastrukturen, wie beispielsweise dezentraler Stromnetze (Smart Grid), untersucht.

Zum anderen steht die Verknüpfung von Theorie und Praxis im Fokus, bereits entwickelte Verfahren und Werkzeuge werden angepasst und um Funktionen erweitert, die eine Annäherung an die Anforderungen und Komplexität realer Systeme erlauben.

Im Bereich Mobilität spielen Sicherheit und Datenschutz insbesondere bei der Entwicklung hin zum autonomen und vernetzten Fahren eine wesentliche Rolle:

- KASTEL hat bereits Sicherheitsprobleme bei kooperativen Fahrmanövern untersucht
- Datenschutzfragen wurden für die Anwendung bei kooperativer Routenplanung untersucht
- KASTEL forscht an praktischen und privatsphärewahrenden Bezahlverfahren für Mautsysteme (Privacy-Preserving Toll Collect)

### Ausstattung/Einrichtungen

*Keine Angaben*

### Zielgruppen

Forschung, Hochschule, Industrie, KMU

## 028 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Thermische Strömungsmaschinen (ITS)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Kaiserstraße 12<br>Gebäude 10.91<br>76131 Karlsruhe           |
| Telefon  | +49 721 608-43240   |
| Fax      | +49 721 608-42767   |
| Homepage | <a href="http://www.its.kit.edu/">http://www.its.kit.edu/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Hans-Jörg Bauer                                |
| Kontakt  | Thilo Dauch M. Sc.  |
| Telefon  | +49 721 608-46473   |
| Mail     | <a href="mailto:thilo.dauch@kit.edu">thilo.dauch@kit.edu</a>  |

### Kurzinfo

Das Institut für Thermische Strömungsmaschinen (ITS) gehört zur Fakultät für Maschinenbau des KIT. Die Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Turbomaschinen. Dazu zählen vor allem Triebwerke von Flugzeugen, Gas- und Dampfturbinen zur Energiegewinnung sowie Abgasturbolader, wie sie bei Verbrennungsmotoren zum Einsatz kommen. Innerhalb der Maschinen fokussieren sich die Forschungsarbeiten auf die heißgasführenden Teile der Maschinen. Dazu zählen neben der Brennkammer und der Hochdruckturbinen auch das Sekundärluft- und das Ölsystem. Das Forschungsspektrum erstreckt sich von aerothermischen Grundlagenthemen bis hin zur industriellen Anwendung, stets mit der Zielsetzung, zukünftige Generationen von Turbomaschinen noch effizienter, zuverlässiger und umweltfreundlicher zu gestalten.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Wärmeübergang und Kühlung von thermisch hochbeanspruchten Turbomaschinenkomponenten

Zur Erzielung höchster thermischer Wirkungsgrade ist es erforderlich, neben dem Gesamtdruckverhältnis die Turbineneintrittstemperatur zu erhöhen. Letztere liegt zwischenzeitlich weit über den zulässigen Materialtemperaturen verfügbarer metallischer Superlegierungen. Am ITS werden daher neue Kühlkonzepte mit Hilfe gezielter Experimente und numerischer Untersuchungen entwickelt. Dabei stehen Wärmeübergang, Kühleffektivität sowie eine Optimierung der Aerodynamik im Vordergrund. Um eine effiziente Kühlung zu erreichen, ist dabei die Kenntnis des lokalen Wärmeübergangs erforderlich, der am ITS untersucht wird.

Daneben steht die Optimierung der inneren und äußeren (Film-)Kühlung der Bauteile im Fokus der Forschungsaktivitäten, gerade auch unter dem Aspekt der mit Hilfe von additiven Fertigungsverfahren zwischenzeitlich verfügbaren geometrischen Gestaltungsmöglichkeiten.

#### Gemischaufbereitung und Verbrennung unter Hochdruckbedingungen

Die Verbesserung der Umweltfreundlichkeit stellt ein wesentliches Ziel für die Entwicklung zukünftiger Gasturbinen dar. Dazu werden neue Verbrennungskonzepte entwickelt, mit denen der Schadstoffanteil im Abgas um bis zu 50 % reduziert werden kann. In Zusammenarbeit mit den Herstellern beschäftigt sich das Institut für Thermische Strömungsmaschinen mit der Konzeption und Optimierung schadstoffarmer Brennkammern für zukünftige Gasturbinen. Mit Lasermesstechnik werden experimentelle Untersuchungen zur Strömung, Kraftstoffeinspritzung von Flüssigbrennstoffen und Schadstoffbildung durchgeführt. Parallel erfolgt die Entwicklung numerischer Verfahren mit dem Ziel, die Schadstoffbildung in Brennkammern vorherzusagen.

Die Verbrennung in Gasturbinen und Flugtriebwerken erfolgt unter konstant hohem Druck und bei hohen Temperaturen. Dabei kommt der Gemischbildung von Luft und Brennstoff eine zentrale Bedeutung zu. Dies gilt insbesondere für die Verwendung von flüssigen Brennstoffen wie Kerosin oder zukünftigen flüssigen, aus biogenen Quellen gewonnenen Kraftstoffen. Das ITS verfügt über Versuchsanlagen, mit denen unter realistischen Drücken und Temperaturen Gemischbildungs- und Verbrennungsprozesse experimentell im Detail untersucht werden können.

Für die numerische Modellierung werden z. B. das CFD-Verfahren eingesetzt und Module für die Berechnung von Zweiphasenströmungen entwickelt. Am ITS entwickelte experimentelle und numerische Verfahren zur Untersuchung von Zweiphasenströmungen werden auch auf anderen Gebieten, z. B. für die Verbesserung der Abgasreinigung von Verbrennungskraftmaschinen, eingesetzt.

### Komponenten des Sekundärluft- und Ölsystems von Turbomaschinen

Die effiziente Bereitstellung der Kühlluft, die Verminderung der Dichtungsluft bzw. der Spaltverluste und die optimale Kühlung der thermisch höchst belasteten Wälzlager sind für die Betriebssicherheit wesentlich und erfordern hochinnovative Komponenten im Sekundärluft- und Ölsystem, die am ITS mit modernsten Methoden analysiert werden. Dies betrifft beispielsweise das Betriebsverhalten berührungsfreier Dichtungen wie Labyrinthdichtungen oder Bürstendichtungen, die Untersuchung von Wälzlagern zur Abdichtung von Flugtriebwerken und Zweiphasenströmungen in Planetengetrieben für die neueste Generation von Turboantriebwerken. Die Ergebnisse fließen in Form optimierter Berechnungsmethoden in den Auslegungsprozess zukünftiger Triebwerke und Antriebe ein.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Hochdruck- und Hochtemperaturlabor (1,7 kg/s auf 10 bar verdichtete Luft bei bis zu 850 °C mit indirekter, schadstofffreier Vorwärmung)
- Niederdrucknetz 3 kg/s bei ca. 1,5 bar, elektrisch vorwärmbar
- Dampfversuchseinrichtung 1,1 kg/s, 13 bar, 523 K
- Ebene Turbinenkaskaden für Wärmeübergangs- und Kühlluftuntersuchungen
- Versuchsanlage zur thermischen Zyklisierung von gekühlten Hochtemperaturbauteilen bei bis zu 10 bar und 2.100 K Heißgasströmungsbedingungen
- Prüfstände zur Brennstoffzerstäubung unter atmosphärischen und erhöhten Drücken
- Brennkammerversuchsstand mit optischen Zugangsmöglichkeiten für stationäre und instationäre Verbrennungsprozesse unter gasturbinentypischen Drücken und Temperaturen
- Prüfstände für berührungsfreie rotierende Dichtsysteme
- Abgasturboladerprüfstand für ein- und zweiflutige Turbinen, Letztere mit variablem Strangdruck- und -temperaturverhältnis
- Laseroptische Strömungsmesstechnik (LDA, PDA, PIV, PTV)
- Hochgeschwindigkeits-Videosysteme
- Infrarotspektroskop für Strahlungs- und Emissivitätsmessungen
- Infrarotkamarasysteme zur hochgenauen Oberflächentemperaturmessung
- Laser-Scanning-Vibrometer, sondenbasierte Abgasmesstechnik sowie LIF

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen und Universitäten

## 029 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Verkehrswesen (IfV)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Otto-Amman-Platz 9<br>76131 Karlsruhe                                    |
| Telefon  | +49 721 6084-2251  |
| Fax      | +49 721 6084-8031  |
| Homepage | <a href="http://www.ifv.kit.edu/">http://www.ifv.kit.edu/</a>            |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Peter Vortisch  |
| Kontakt  | Dr.-Ing. Martin Kagerbauer   |
| Telefon  | +49 721 608-47734  |
| Mail     | <a href="mailto:martin.kagerbauer@kit.edu">martin.kagerbauer@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Verkehrswesen (IfV) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) befasst sich mit Fragen des Verkehrssektors, die von gesamtgesellschaftlich begründeten Planungskonzepten bis hin zu technischen Problemen des Verkehrs reichen. Mit einem interdisziplinär angelegten Konzept verfolgt das IfV das Ziel, den Verkehr effizient und nachhaltig zu organisieren. Dies bedeutet, für das Miteinander aller Verkehrsmittel, die zur Ortsveränderung von Personen, Gütern und Nachrichten zur Verfügung stehen, kurz-, mittel- und langfristig angelegte Prognosen zu entwickeln und darauf die Planung von Verkehrswegen aufzubauen. Im Fokus stehen daher die Erforschung des Mobilitätsverhaltens der Bevölkerung und der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen von Mobilität, die Modellierung und Simulation von Verkehrssystemen für die Verkehrsplanung und im Bereich der Verkehrstechnik die Messung und Simulation von Verkehrsströmen zur Bemessung und Steuerung der Verkehrsinfrastruktur.

Die methodischen Grundlagen reichen von analytischen Ansätzen bis hin zu komplexen Simulationen, wobei die Grundlagen für eine modellhafte Abbildung oft erst durch umfangreiche Mess- und Erhebungstechnik geschaffen werden. Damit werden Fragen des Verkehrswesens in unterschiedlichster Skalierung und hinsichtlich verschiedenster Zeithorizonte behandelt.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Mobilitätsforschung

Schwerpunkte auf dem Gebiet der empirischen Mobilitätsforschung sind die systematische Analyse des individuellen Mobilitätsverhaltens sowie die Erforschung von dessen Auswirkungen und Hintergründen. Dies umfasst regionale Mobilitätshebungen sowie die methodische Weiterentwicklung von Mobilitätshebungen, zum Beispiel zur Ermittlung von „Mobilitätstypen“ in der Bevölkerung. Leuchtturmprojekt in diesem Themenbereich ist das Deutsche Mobilitätspanel ([www.mobilitaetspanel.de](http://www.mobilitaetspanel.de)), die jährliche, bundesweite Erhebung des Mobilitätsverhaltens in ca. 2.000 Haushalten über eine Woche.

#### Verkehrsplanung

Am IfV werden mikroskopische Verkehrsnachfragemodelle erstellt, mit denen die Wirkungen von (künftigen) Rahmenbedingungen (Demografieentwicklung, Verkehrsangebot) auf der Ebene der Einzelentscheidungen widerspruchsfrei abgebildet werden können. Auf dieser Basis werden Verkehrskonzepte und Prognosen erstellt sowie Abschätzungen der Auswirkungen von Planungs- und Lenkungsmaßnahmen auf den Verkehr durchgeführt.

Aufbauend auf den Erkenntnissen der empirischen Mobilitätsforschung wird zudem das institutseigene mikroskopische (agentenbasierte) Verkehrsnachfragemodell MobiTopp weiterentwickelt, um z. B. neue Mobilitätsangebote wie Car-Sharing oder Elektromobilität zu analysieren und Hinweise zur Infrastrukturplanung zu geben. Größtes realisiertes Modell ist der Großraum Stuttgart mit ca. zwei Millionen Einwohnern.

#### Verkehrstechnik und Verkehrsfluss-Simulation

Zur Weiterentwicklung von Verkehrssimulationsmodellen wird Fahrverhalten empirisch erhoben und analysiert. Auch die Anwendung von Simulation in der Bemessung ist Gegenstand der Forschung, insbesondere, wie Simulation im Einklang mit den traditionellen, analytischen Verfahren der Bemessungsrichtlinien eingesetzt werden kann.

## Verkehrstechnik und -telematik

Im Rahmen von Verkehrsmessungen werden verkehrliche Abläufe im mikroskopischen wie im makroskopischen Sinne erfasst und die daraus resultierenden Verkehrsauswirkungen bestimmt. Neben Verkehrsvorhersagen basierend auf Messungen und modellgestützten Mittelfristhochrechnungen stehen Fahrzeugfolgeverhalten und Verkehrsflussmodellierungen im Mittelpunkt der Tätigkeit.

Dabei reichen die methodischen Grundlagen von analytischen Ansätzen bis hin zu komplexen Simulationen, wobei die Grundlagen für eine modellhafte Abbildung oft erst durch umfangreiche Mess- und Erhebungstechnik mit langjähriger Erfahrung geschaffen werden. Damit werden Fragen des Verkehrswesens in unterschiedlichster Skalierung und hinsichtlich verschiedenster Zeithorizonte behandelt. Da im Verkehrswesen aufgrund der Komplexität der Fragestellungen und der weitreichenden Wirkungen von Maßnahmen experimentelle Eingriffe in die Wirklichkeit in der Regel ausscheiden, dominieren Simulationsmodelle die verkehrswissenschaftliche Arbeit.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

- Messfahrzeug mit Fahrer-Blick-Erfassung, Fahraufzeichnung und Radar- und Videoaufzeichnung
- 8 Kennzeichenerfassungsgeräte
- 8 Seitenradargeräte
- 12-m-Mast für Videomessungen

## **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände, Verkehrsunternehmen, Mobilitätsdienstleister und öffentliche Planungsinstitutionen

## 030 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lehrstuhl für Systeme der Informationsverwaltung (IPD)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Am Fasanengarten 5<br>76131 Karlsruhe                            |
| Telefon  | +49 721 608-43968  |
| Fax      | +49 721 608-47343  |
| Homepage | <a href="http://dbis.ipd.kit.edu/">http://dbis.ipd.kit.edu/</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Klemens Böhm                                      |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Klemens Böhm                                      |
| Telefon  | +49 721 608-43968  |
| Mail     | <a href="mailto:klemens.boehm@kit.edu">klemens.boehm@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Der Lehrstuhl für Systeme der Informationsverwaltung (IPD) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickelt Techniken für die Verwaltung und Analyse großer, komplex strukturierter Datenbestände. Im Mittelpunkt steht die Synthese konzeptioneller Grundlagenforschung mit dem prototypischen Einsatz in unterschiedlichen Anwendungen. Anwendungen für das zukünftige Mobilitätssystem betreffen dabei autonomes und vernetztes Fahren, aber auch generell Digitalisierung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Der Lehrstuhl beschäftigt sich mit Untersuchungen zu Datenströmen und komplexen Datenstrukturen und entwickelt Lösungen zur Verarbeitung und Analyse der Daten. Dies umfasst auch das Finden von Auffälligkeiten und wesentlichen Änderungen in Datenströmen oder in Daten komplexer Struktur. Zu den aktuell verfolgten Themen gehören insbesondere

- die effiziente Erkennung von unerwarteten und statistisch auffälligen Datenobjekten,
- Techniken, die unterschiedliche personenbezogene Informationen in großen Datenbeständen möglichst gut verstecken,
- intelligente Verarbeitung von Daten aus Sensornetzen und
- die Entwicklung von Technologie zur Modellierung und Ausführung sicherer und regelkonformer Abläufe mit Fokus auf den Datenaspekt.

Dabei stehen auch Fragen des Datenschutzes auf der technischen Ebene im Mittelpunkt, wie z. B. Entwicklung von Techniken für die Speicherung personenbezogener Daten und die datenschutzkonforme Ausführung von Prozessen.

Anwendungsfälle umfassen z. B.

- Predictive Maintenance für Fahrzeuge
- Interaktion von Nutzern mit ihrem Fahrzeug
- Monitoring von Fahrzeugflotten und Verkehrssystemen
- Sensordatennetzwerke

### Ausstattung/Einrichtungen

*Keine Angaben*

### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen

## 031 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut (LTI), Abteilung Optische Technologien im Automobil (OTIA)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Engesserstraße 13<br>76131 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 608-46052   |
| Fax      | +49 721 608-42590   |
| Homepage | <a href="http://www.lti.kit.edu">www.lti.kit.edu</a>                        |
| Leitung  | Prof. Dr. rer. nat. Uli Lemmer,<br>Prof. Dr. rer. nat. Cornelius<br>Neumann |
| Kontakt  | Prof. Dr. rer. nat. Cornelius<br>Neumann                                    |
| Telefon  | +49 721 608-46052   |
| Mail     | <a href="mailto:cornelius.neumann@kit.edu">cornelius.neumann@kit.edu</a>    |

### Kurzinfo

Der Gedanke, Licht für den Menschen effizient und gewinnbringend zu erzeugen und zu nutzen, steht im Vordergrund der Forschungsarbeit des LTI. Forschungsthemen reichen von der optischen Messtechnik über die organische Photovoltaik und Optoelektronik auf organischer Basis bis hin zu Anwendungen in der industriellen UV-Technik und der automobilen Licht- und Displaytechnik.

Die Ausstattung des Instituts beinhaltet einen großen Reinraum zur Herstellung nanotechnologischer und mikrooptischer Bauteile. In den institutseigenen Laserlaboren können Ultrakurzzeitspektroskopie und hochaufgelöste Mikroskopie durchgeführt werden. Daneben werden hocheffiziente Gasentladungslampen für Beleuchtung oder Erzeugung von UV-Strahlung sowie neuartige elektronische Vorschaltgeräte entwickelt. Zur Evaluation innovativer Lichtfunktionen in und am Fahrzeug verfügt das LTI über eigene Versuchsfahrzeuge mit variablem Equipment für nahezu alle Untersuchungen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Optische Technologien im Automobil

Ohne optische Technologien im Automobil wäre der Verkehr in seiner heutigen Form nicht möglich. In der Nacht verbessern Scheinwerfer die Sichtbedingungen, damit die Fahrer das Geschehen auf und neben der Straße wahrnehmen können. Die Signalfunktionen sorgen dafür, dass die Fahrzeuge von anderen Verkehrsteilnehmern gesehen werden. Die Innenraumbeleuchtung, von funktional bis ambient, unterstützt den Fahrer bei seinen

Aufgaben und erhöht den Komfort.

Die Forschungstätigkeiten des Lichttechnischen Instituts erstrecken sich über alle lichttechnischen Themen. Die Arbeitsgruppe „Optische Technologien im Automobil“ befasst sich mit allen Themen rund um die Kraftfahrzeugbeleuchtung wie Scheinwerfer, Signalfunktionen oder auch Innenraumbeleuchtung. Entwicklungen befassen sich mit dem Optikdesign, optischen und thermischen Simulationen, der Leuchtentwicklung und dem Prototypenaufbau (auch mit 3D-Drucker). Darüber hinaus werden Untersuchungen zu Wahrnehmung und Erkennbarkeit, psychophysikalische Untersuchungen und Machbarkeitsstudien z. B. zu Mensch-Maschine-Interaktion durchgeführt.

#### Wahrnehmungspsychologie und -physiologie

Technologiethemen und Themenstellungen, bei denen die Interaktion dieser Technologien mit dem Menschen im Mittelpunkt steht, werden in umfangreichen Probandenstudien untersucht. Diese physiologischen und psychophysikalischen (sowie auch ästhetischen) Aspekte der Lichtwirkung und deren Wechselwirkung sind dabei eng mit technologischen Themen verbunden.

Das OTIA ist mit seiner Forschung Wegbereiter neuer Technologien zur Erhöhung der Sicherheit und des Komforts im Straßenverkehr. Die Evaluation neuartiger Lichtsysteme hinsichtlich Wirkpotenzial und Risiken steht neben der messtechnischen Charakterisierung dieser Systeme im Fokus unserer Forschungstätigkeiten.

#### Mesopisches Sehen

Im nächtlichen Straßenverkehr findet die Wahrnehmung im Dämmerungsbereich, dem sogenannten mesopischen Sehen, statt. Im Gegensatz zum Tag- und Nachtsehen, das wissenschaftlich fast vollständig beschrieben ist, besteht beim mesopischen Sehen noch Forschungsbedarf. Die Wahrnehmung von Licht im Verkehrsraum ist für die Sicherheit des nächtlichen Straßenverkehrs von großer Bedeutung und das Studium der Wirkung neuartiger Lichtquellen im Scheinwerfer- und Signalfunktionsbereich ist ein wichtiger Aspekt der Forschung in der automobilen Lichttechnik.

Gemeinsam mit anderen Hochschulen und Partnern aus der Industrie werden Modelle entwickelt und validiert, die diesen Sehprozess näher untersuchen.

#### Optische Systemassistenten

Die Basis jedes optischen Systems besteht aus einer Lichtquelle, deren Licht von Optiken gesammelt und anschließend für den jeweiligen Anwendungsfall geformt werden muss. Von konventionellen Halogensystemen über Matrix-LED bis hin zu scannenden Laserscheinwerfern begleitet und evaluiert das Lichttechnische Institut stets die neuesten Innovationen in der automobilen Lichttechnik.

Hierbei rückt die Fusion aus Sensorik (Kamera, Radar etc.) und den Scheinwerfern immer weiter in den Fokus der Forschung und schafft dadurch die Voraussetzung für bisher nicht möglich gewesene prädiktive Lichtsysteme wie z. B. dynamisches Kurvenlicht.

#### Lichtbasierte Fahrerassistenz

Die Sicherheit im Straßenverkehr soll durch Einsatz von neuen Technologien und assistierenden Systemen gesteigert werden. Neben bekannten Assistenzsystemen wie Spurhalte- und Spurwechselassistenten oder Abstandsregeltempomat soll zukünftig auch Licht den Fahrer bestmöglich situativ unterstützen. Die Sensorik der Fahrzeuge wird bei der Lichtsteuerung die Sinne des Menschen ergänzen und unterstützen. Adaptive und vertikale Hell-Dunkel-Grenzen werden die Sicht im nächtlichen Verkehr verbessern. Hierzu zählen beispielsweise das Markierungslicht, das außerorts Personen am Fahrbahnrand gezielt anstrahlt, und das Baustellenlicht, das die Fahrzeugbreite in engen Situationen auf die Fahrspur projiziert.

Fragestellungen für die Forschung am OTIA fokussieren sich auf die Aktorik und Optomechatronik aktiver Lichtsysteme, die entsprechende Sensorik zur Steuerung und die Fusion der notwendigen Sensoren zu einem „Fahrzeugsinnessystem“.

Lichtfunktionen können mittels des eigenentwickelten Versuchsscheinwerfers „ProPix“ (Projektor-Pixellicht) realisiert und evaluiert werden. Mit einer Auflösung von mehreren Millionen Pixeln sind die Ausleuchtung des gesamten Verkehrsraums und die Darstellung nahezu aller Lichtfunktionen möglich.

#### Autonomes Fahren und Mensch-Maschine-Interaktion

Auch beim autonomen Fahren spielt Licht weiterhin eine wichtige Rolle, sowohl außerhalb als auch innerhalb des Fahrzeugs. Über Licht kann das autonome Fahrzeug gleichermaßen mit Fußgängern, Radfahrern und anderen Fahrzeugen (konventionell und autonom), beispielsweise durch die Projektion von Symbolen oder LEDs am Fahrzeug, kommunizieren. Über eine Projektion der aktuellen Fahrtrichtung und Absichten ließe sich auch das Vertrauen in autonomes Fahren für Insassen und andere Verkehrsteilnehmer erhöhen.

Auch im Kraftfahrzeug findet zwischen Fahrer und Fahrzeug eine ständige Interaktion statt. Der Fahrer wird im einfachsten Falle über Messinstrumente über den Fahrzustand informiert. Bei nächtlicher Fahrt verstärkt sich die Notwendigkeit einer solchen Interaktion. Hier stellt sich nun die Frage, inwieweit der Fahrer aktiv einbezogen werden muss und inwieweit automatische Systeme, beispielsweise die Steuerung von Lichtsystemen, den Fahrer entlasten. Weiterhin ergibt sich die Fragestellung, wie die notwendige Information dargeboten wird. Kurz gesagt: Wie viel Information ist sinnvoll und wie viel belastend, was sollte automatisiert den Fahrer unterstützen und wie kann der Fahrer auf sicherheitsrelevante Geschehnisse hingewiesen werden.

Der Wegfall der Fahraufgabe erlaubt es dem Fahrer, anderen Tätigkeiten nachzugehen. Neben unterhaltenden Dingen wie Lesen wird das Fahrzeug auch zunehmend als Arbeitsplatz genutzt werden können, was ganz neue Anforderungen an die Innenraumbeleuchtung mit sich bringt.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

Versuchsfahrzeuge/-einrichtung:

- Versuchsscheinwerfer „ProPix“ (Projektor-Pixellicht)
- BMW Rechtslenker (Anbringung von Messequipment an Position des Fahrerauges, Versuchsfahrzeug für „Wizard of Oz“-Design für autonomes Fahren)
- Versuchsfahrzeug für Innenraumbeleuchtung und Eye-Tracking-Untersuchungen

Sonstige messtechnische Ausstattung:

- Leuchtdichtekameras/Farbmesskameras
- Spektrometer
- Beleuchtungsstärkemessgeräte/Photometer
- Colorimeter
- Remote-Eye-Tracking-Systeme
- MOCOM (Eigenentwicklung, multifunktionelles Kommunikationsmodul für Timing hochdynamischer Probandenstudien im Straßenverkehr)
- Fernfeldgoniometer
- Nahfeldgoniometer
- Ulbricht-Kugel

Darüber hinaus ist am LTI die Prüfstelle für lichttechnische Einrichtungen am Fahrzeug sowie ein zertifiziertes Lichttechnisches Prüflabor angegliedert.

## **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 032 Universität Heidelberg, Institut für Technische Informatik (ZITI)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Im Neuenheimer Feld 368<br>69120 Heidelberg  |
| Telefon  | +49 6221 54-16301  |
| Fax      | +49 6221 54-2618   |
| Homepage | <a href="http://www.ziti.uni-heidelberg.de">www.ziti.uni-heidelberg.de</a>                   |
| Leitung  | Prof. Dr. Robert Strzodka  |
| Kontakt  | Dina Geppert<br>(Geschäftsführung)   |
| Telefon  | +49 6221 54-16301  |
| Mail     | <a href="mailto:dina.geppert@ziti.uni-heidelberg.de">dina.geppert@ziti.uni-heidelberg.de</a> |

### Kurzinfo

Das ZITI widmet sich in Forschung und Lehre dem Verständnis und der Implementierung komplexer informationstechnischer Systeme. Unter anderem wird untersucht, wie neue Erkenntnisse in der Mathematik sowie Grundlagen der Physik zu innovativen und intelligenten Rechnersystemen führen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Anwendung neuester Methoden der technischen Informatik auf Aufgabenstellungen aus Physik, Astronomie, Biologie, Medizin und anderen Natur- und Lebenswissenschaften.

Das Profil der Technischen Informatik an der Universität Heidelberg zeichnet sich durch drei zentrale Charakteristika aus: Interdisziplinarität, Anwendungsorientierung und Zukunftsorientierung. Ihre Kompetenzbreite ermöglicht es den Arbeitsgruppen, ihre unterschiedlichen Kenntnisse und Ansätze zusammenzubringen, um gemeinsam integrierte Hard- und Softwarelösungen zu entwickeln. Durch das synergistische Zusammenwirken der einzelnen Bereiche unterscheidet sich das ZITI deutlich von klassischen Informatikfachbereichen anderer Universitäten.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Arbeitsgruppe Rechnersysteme

Die Forschung konzentriert sich auf Leistung, Energieeffizienz und Programmierbarkeit von Computersystemen, von kleinen mobilen Geräten bis hin zu großen Rechenzentren, für Anwendungen wie Deep Learning, High-Performance Computing und High-Performance Analytics.

Für Anwendungen im Mobilitätssystem sind dabei u. a. Deep-Learning-Techniken auf kleinen, mobilen Systemen (DeepChip Projekt) wesentlich. Komplexe Klassifikatoren benötigen normalerweise viel Rechenleistung und somit Platz. Die Gruppe beschäftigt sich mit der Aufgabe, diese Klassifikatoren bei gleichbleibender Qualität in der Komplexität so zu reduzieren, dass sie auch ohne Einschränkungen in mobilen Systemen genutzt werden können. Die Anwendungen beinhalten auch Bild- und Spracherkennung.

#### Arbeitsgruppe Optimierung, Robotik Biomechanik

Die Gruppe befasst sich mit der Unterstützung durch Roboter und Biomechanik.

- Mobilitätsassistenzroboter für die ältere Bevölkerung: Mit dem Ziel, die individuelle Mobilität im Alter zu steigern, arbeiten wir an der Entwicklung von Mobilitätsassistenzrobotern, die als fahrende Plattformen ältere Menschen beim Gehen und bei anderen Alltagsbewegungen aktiv unterstützen und sichern und so das Sturzrisiko verringern können.
- Exoskelette zur Bewegungsunterstützung, Rehabilitation und Prävention: Zu den Schwerpunkten zählen die Designoptimierung und die optimale Steuerung von Exoskeletten für die untere Extremität und den Rücken zur Bewegungsunterstützung und Rehabilitation bei verschiedenen Pathologien und zur Prävention medizinischer Problemen wie z. B. Rückenschmerzen.

Andere Forschungsinteressen umfassen die Bewegungen und Trajektorienoptimierung von Industrierobotern, unbemannten Luftfahrzeugen oder Schwarmrobotern. Aus mathematischer Sicht umfasst dies die Anwendung und Entwicklung effizienter numerischer Methoden der optimalen Steuerung, der inversen Optimalsteuerung und nichtglatter Optimierungstechniken.

### Arbeitsgruppe Application Specific Computing

Die Forschung konzentriert sich auf die Entwicklung und Optimierung paralleler numerischer Algorithmen auf moderner Hardware (Vielkern-CPU's, GPU's, FPGA's, spezialisierte Beschleuniger). Der Fokus liegt darauf, eine höhere, effektivere Leistung mit einer integrativen Optimierung über das gesamte Spektrum der numerischen Methoden, Algorithmenentwicklung, Software-Implementierung und Hardware-Beschleunigung zu erreichen. Im Endergebnis können u. a. wissenschaftliche Simulationen deutlich schneller ausgeführt werden. Dabei liegt der Fokus auf den Themen gemischtgenaue Methoden, Multigrid-Methoden, adaptive Datenstrukturen, Datenrepräsentation, Bandbreiten-Optimierung und rekonfigurierbares Rechnen.

Im Bereich Mobilität wird z. B. zusammen mit dem Institut für Wissenschaftliches Rechnen an schnelleren Simulationen verschiedener Batteriestrukturen gearbeitet, um effizientere Energiespeicher zu finden.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Mobile Devices
- Bewegungslabor am Heidelberg Center for Motion Research mit Marker- und IMU-basierten Motion-Capture-Systemen, Kraftmessplatten, EMG-System, Laufband
- Robotiklabor mit humanoiden Robotern, Exoskelett, Industrierobotern, Schwarmrobotern und UAVs
- Elektroniklabore für Hardware-Entwurf, Verifikation and Evaluation
- ZITI-Werkstatt

### **Zielgruppen**

Nutzer von Mobile Devices (Image Processing, Speech Processing und Natural Language Processing, Signal Processing); Kliniken/Gesundheitswesen, Patienten mit verschiedenen Pathologien; Gesellschaft, ältere Bevölkerungsgruppen, verschiedene Berufsgruppen; Wissenschaftler mit großen naturwissenschaftlichen Simulationen

## 033 Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Innovationsökonomik am Institut für Volkswirtschaftslehre

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Wollgrasweg 23<br>70599 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 459-24481  |
| Fax      | +49 711 459-24488  |
| Homepage | <a href="https://inno.uni-hohenheim.de">https://inno.uni-hohenheim.de</a>        |
| Leitung  | Prof. Dr. Andreas Pyka   |
| Kontakt  | Bianca Janic   |
| Telefon  | +49 711 459-24481  |
| Mail     | <a href="mailto:bianca.janic@uni-hohenheim.de">bianca.janic@uni-hohenheim.de</a> |

### Kurzinfo

Ziel des Lehrstuhls ist die wissenschaftliche Analyse von Wandlungsprozessen auf allen volkswirtschaftlichen Ebenen. Die moderne Innovationsökonomik nach Schumpeterianischem Ansatz bietet den geeigneten Rahmen, Innovationsprozesse in ihrer dynamischen, kollektiven und vernetzten Form zu betrachten. Im Vordergrund stehen die durch technologische Innovationen angestoßenen Veränderungen, aber auch die Zukunftsorientierung der Finanzmärkte sowie des öffentlichen Sektors sind in einem umfassenden Neo-Schumpeterianischen Ansatz für die Beurteilung der Entwicklungsmöglichkeiten einer Volkswirtschaft von maßgeblicher Bedeutung. Der Lehrstuhl für Innovationsökonomik stellt die Wissensorientierung moderner Volkswirtschaften – die alle Industrien und alle ökonomischen Teilsysteme umfasst – in den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Arbeit und Lehrtätigkeit.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Im Mittelpunkt stehen ökonomische Transformationsprozesse. Strukturwandel und qualitative Entwicklung gehören zu den am meisten herausfordernden Phänomenen in der Volkswirtschaftslehre, weil zentrale Methoden

wie beispielsweise die Gleichgewichtsanalyse nicht für dynamische strukturelle Veränderungen geeignet sind oder die üblicherweise herangezogene Optimierung der Unsicherheit radikaler Innovationen nicht gerecht wird. Die großen Herausforderungen zu Beginn des 21. Jahrhunderts werden aber nicht ohne strukturelle und qualitative Veränderungen zu bewerkstelligen sein. Interdisziplinäre Forschungsansätze und die Anwendung alternativer Methoden aus dem Bereich der Komplexitätsforschung versprechen hier neue Möglichkeiten.

Im Einzelnen werden untersucht:

- langfristige Entwicklung und Wachstum durch die Entstehung neuer Industrien
- die industrielle Organisation von Innovationsprozessen in Innovationsnetzwerken
- agentenbasierte Modellierung und Politiklabore
- Mobilitätswende
- die Transformation zur wissensbasierten Bioökonomie
- Strukturwandel und Umbruch auf den Arbeitsmärkten durch Roboter, künstliche Intelligenz und Digitalisierung
- Regionen im Wandel
- Responsible Research and Innovation
- Soziale Innovation und Social Entrepreneurship

### Ausstattung/Einrichtungen

*Keine Angaben*

### Zielgruppen

Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft

## 034 Universität Stuttgart, Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 47<br>70569 Stuttgart                                  |
| Telefon  | +49 711 685-67301  |
| Fax      | +49 711 685-67302  |
| Homepage | <a href="http://www.ias.uni-stuttgart.de">www.ias.uni-stuttgart.de</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich   |
| Kontakt  | Marion Müller  |
| Telefon  | +49 711 685-67301  |
| Mail     | <a href="mailto:ias@ias.uni-stuttgart.de">ias@ias.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS) versteht sich als Denkwerkstatt, Brückenbauer und Integrationsknotenpunkt. Anwendungsorientierung und wissenschaftliche Vertiefung kennzeichnen die Forschung am IAS. Forschungsschwerpunkte sind die Flexibilität und Verlässlichkeit von Automatisierungssystemen sowie das Engineering von cyber-physischen Automatisierungssystemen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Komplexitätsbeherrschung von cyber-physischen Systemen

Cyber-physische Systeme durchdringen zunehmend die Automatisierungstechnik und den Automotive-Bereich. Sie zeichnen sich durch digitale Abbilder, die Vernetzung und die Kooperation mittels Informationsaustausch und Software aus. Gleichzeitig steigt aufgrund neuer Funktionalitäten die Komplexität der Systeme. In diesem Kontext beschäftigt sich das IAS mit folgenden Themen:

- modellgetriebene Entwicklung verteilter Steuerungen
- modellbasierte Tests dynamisch veränderlicher Soft- und Hardwaresysteme
- digitaler Zwilling und dessen Anwendungen
- Mensch-Maschine-Kooperation in einer hybriden Realität

Die erzielten Forschungsergebnisse sind dabei auch für die Partner des Instituts aus dem Automotive-Bereich von größter Bedeutung. Fahrzeuge jedweder Größe sind ein Paradebeispiel eines verteilten cyber-physischen Systems, da sie als System of Systems aufgebaut sind.

#### Intelligente automatisierte Systeme

Digitale Abbilder sowie die Vernetzung und die Kooperation von Systemen ermöglichen neue Funktionalitäten und Geschäftsmodelle. Um sowohl das hohe Potenzial dieser zunehmend autoadaptiven Systeme ausschöpfen zu können als auch die Komplexität für den Nutzer möglichst gering zu halten, ist Intelligenz unabdingbar. Das IAS beschäftigt sich in diesem Kontext mit folgenden Themen:

- autonome Integration von Automatisierungskomponenten in bestehende Automatisierungssysteme (Self-X)
- Optimierung von Automatisierungssystemen aufgrund von historischen Prozessdaten (Machine Learning)
- Erkennung von Abhängigkeiten aus großen Datenmengen im Postprocessing (Big Data, Data Analytics)

Die in der Forschung gewonnenen Erkenntnisse dienen in erster Linie der Umsetzung der Vision Industrie 4.0. Allerdings benötigen die intelligente Vernetzung und erfolgreiche Einbindung von Fahrzeugen ins Internet der Dinge (Car-to-X) dieselben Basistechniken. Das IAS strebt hierbei einen Transfer intelligenter Lösungen zwischen dem Automotive-Bereich, der Produktionsautomatisierung sowie der Lebenswelt-Automatisierung an.

#### Absicherung automatisierter Systeme

Die Qualität von automatisierten Systemen im Produktions- und Automotive-Bereich spielt eine immer wichtigere Rolle und wird daher zum Innovationsfaktor dieser Systeme. Die Verbesserung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit ist somit ein zentrales Thema in der Automatisierung. Das IAS beschäftigt sich in diesem Kontext mit folgenden Themen:

- Ermittlung und Bewertung der Zuverlässigkeit automatisierter Systeme im Kontext des Internets der Dinge
- Fehlermanagement und automatische Rekonfiguration zur Erhöhung der Verfügbarkeit
- Test von automatisierten Systemen und Erkennen von Anomalien

Speziell im Automotive-Bereich sind die Anforderungen an den Verifikations- und Validierungsprozess extrem hoch. Effiziente Methoden und Verfahren zur Absicherung von verteilten und eingebetteten Systemen sind infolgedessen unerlässlich. Am IAS wird hierzu an intelligenten Absicherungsmethoden in der Domäne des Internets der Dinge geforscht.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Das IAS widmet sich zahlreichen Themen und veranschaulicht Ideen, Konzepte und Methoden mit verschiedenen Demonstratoren. An den Demonstratoren werden Konzepte für cyber-physische Systeme, digitale Zwillinge, Testmethoden und Data Analytics erforscht und erprobt. Hier eine Auswahl an Demonstratoren.

- **Demonstrator AUTOSAR:** Die Automotive Open Reference Architecture (AUTOSAR) ist eine etablierte Architektur für die Komplexitätsbeherrschung von verteilten Steuerungen im Kfz. Der Demonstrator besteht aus zwei miteinander vernetzten AUTOSAR-Steuergeräten. Diese können mit einer einfachen Applikation in Betrieb genommen werden. Die Steuergeräte sind in ein Hardware-in-the-Loop-System eingebunden und können darüber getestet werden. Der Demonstrator wird hauptsächlich zu Lehrzwecken eingesetzt.
- **Demonstrator modulares Produktionssystem:** Am modularen Produktionssystem werden Konzepte für verteilte und vernetzte Steuerungen erforscht. Da auch das Steuergeräte-Netzwerk im Automobil dezentral aufgebaut ist, sind hier Synergieeffekte zwischen der Automobilindustrie und der Automatisierungstechnik zu beobachten. Im Fokus liegen modellgetriebene Entwicklungsprozesse und serviceorientierte Architekturen.
- **Demonstrator Industrie-4.0-Lego-autoproduktion:** Cyber-physische Systeme ermöglichen Flexibilität und Rekonfigurierbarkeit. An diesem Demonstrator zeigt das IAS, wie Individualproduktion

durch Produktorientierung und vernetzte Produktionsmodule ermöglicht wird. Jedes Lego-Auto wird individuell konfiguriert und anschließend von der Anlage produziert.

- **Demonstrator Fahrzeugkommunikations-simulator:** Der Fahrzeugkommunikations-simulator berechnet realitätsnahe Busnachrichten aus Physik- und Telemetrie-daten. Diese werden von der kommerziellen Simulation „rFactor2“ erzeugt. Die berechneten Busnachrichten werden anschließend aufbereitet und visualisiert.
- **Demonstrator Assistenzsystem Testfallpriorisierung:** In Zusammenarbeit mit einem Partner aus dem Automotive-Bereich entstand am IAS ein System zur Testfallpriorisierung. Der Demonstrator veranschaulicht ein Konzept zur effizienten Durchführung des Systemtests von variantenreichen Systemen, die zudem von mehreren Stakeholdern parallel entwickelt werden. Hierzu erzeugt der Demonstrator eine stets aktuelle Testfortschrittsübersicht und macht Vorschläge zur Ausführungsreihenfolge der noch ausstehenden Testfälle.
- **Demonstrator Data Analytics in der Produktionstechnik:** Mithilfe von Data Analytics und Machine Learning werden bei diesem Modellprozess die Produktionseffizienz und die Produktqualität verbessert. Dabei werden alle messbaren Prozessdaten gesammelt und in der Cloud analysiert. Aus dieser Wissensbasis werden dann Werkstück-individuelle Stellgrößen und Handlungsempfehlungen ermittelt. Damit behandelt der Demonstrator die Grundlage der meisten datenanalytischen Ansätze, die häufig mit Begriffen wie maschinelles Lernen, Data Analytics oder Big Data umschrieben werden.

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 035 Universität Stuttgart, Institut für Elektrische Energiewandlung (IEW)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 47<br>70569 Stuttgart                                    |
| Telefon  | +49 711 685-67819  |
| Fax      | +49 711 685-57837  |
| Homepage | <a href="http://www.iew.uni-stuttgart.de/">www.iew.uni-stuttgart.de/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour   |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour   |
| Telefon  | +49 711 685-67819  |
| Mail     | <a href="mailto:info@iew.uni-stuttgart.de">info@iew.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Elektrische Energiewandlung (IEW) wurde im Juni 2011 im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Stuttgart gegründet. Die Forschungsarbeiten des Instituts fokussieren sich auf zwei Schwerpunkte: „elektrische Maschinen“ und „kontaktlose Energieübertragung“.

Beide Gebiete bilden wichtige Themenschwerpunkte der Elektromobilität ab. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am IEW erforschen die Konstruktion von Elektromotoren mit sehr hoher Drehmomentdichte und positioniertoleranten induktiven Ladesystemen. Ziel ist die Entwicklung von hocheffizienten Komponenten für Elektrofahrzeuge der Zukunft.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Grundlagenforschung

Zentraler Bestandteil der Grundlagenforschung am IEW ist die Berechnung und Modellierung der hier entwickelten elektromagnetischen Energiewandler in verschiedenen Abstraktions- und Detaillierungsgraden. Neben der Verwendung solcher gleichungsbasierter Modelle für eine schnelle und effiziente Optimierung und Auslegung der Komponenten und für Gesamtsystemsimulationen in verschiedenen Betriebszuständen steht auch die wissenschaftliche Aufarbeitung und das verbesserte Verständnis von Wirkzusammenhängen und Einflussgrößen im Vordergrund. Hierfür werden sowohl analytische wie auch numerische Ansätze herangezogen.

Außerdem wird am Institut das Verhalten verschiedener Werkstoffe in Wechselwirkung mit magnetischen Wechselfeldern untersucht, um effizientere und bessere Materialien für den Aufbau von Prototypen zu finden.

#### Anwendungsorientierte Forschung

Im Schwerpunkt der anwendungsorientierten Forschung werden konkrete Anwendungsfälle aus Industrie und Gesellschaft untersucht und bearbeitet. So wurden hier im Bereich Elektrische Maschine neuartige Maschinen als Direktantriebe für Elektrofahrzeuge untersucht. Konkret wurden eine Transversalflussmaschine und eine geschaltete Reluktanzmaschine entwickelt und gebaut.

#### Robotikanwendung

Im Bereich Robotikanwendung werden zurzeit sowohl Transversalflussmaschinen wie auch permanentmagnetisch erregte Synchronmaschinen untersucht. Die kontaktlose Energieübertragung beschäftigt sich intensiv mit dem induktiven Laden. Hierfür wurden der institutseigene BMW i3 mit einer induktiven Ladeeinrichtung ausgestattet und ein induktiver Parkplatz entwickelt. Des Weiteren werden auch induktive Energieübertragungsstrecken für die Medizintechnik entwickelt. Eine Kombination der beiden Schwerpunkte wird in der induktiv versorgten elektrisch erregten Synchronmaschine (iEESM) erforscht. Hierbei werden die Schleifringe einer EESM durch ein rotierendes induktives Energieübertragungssystem ersetzt.

#### StudKart

Mit dem Ziel, zusammen mit Studierenden ein elektrisches Fahrzeug zu entwickeln, in dem die neusten technologischen Entwicklungen integriert sind, wurde am IEW im studentischen Projekt StudKart ein Elektro-Go-Kart entwickelt. Studenten aus vier verschiedenen Fachrichtungen bringen ihr Wissen in die Weiterentwicklung dieses Fahrzeugs ein und vertiefen es in ihren Studien-/Bachelor- bzw. Master-/Diplomarbeiten. So wurden in der zweiten Version des StudKarts eigens entwickelte geschaltete Reluktanzmaschinen und eine induktive Ladeeinrichtung verbaut.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Elektrische Maschinen:

- Motorenprüfstände verschiedener Leistungsklassen (100 W bis 200 kW)
- Messeinrichtungen zur automatisierten Wirkungsgradbestimmung
- Prüfstandsumgebungen (Software und Hardware) zur automatisierten Parameterbestimmung

Kontaktlose Energieübertragung:

- 6-Achs-Positionierprüfstand zur Bestimmung von positionsabhängigen Koppelfaktoren und Wirkungsgraden
- 3-Achs-Positionierprüfstand
- induktiver Parkplatz für InField-Messungen
- modularer Kleinprüfstand zur Vermessung verschiedener Spulentopologien

Versuchsfahrzeug:

- BMW i3 mit induktiver Ladeeinrichtung

### **Zielgruppen**

Forschung, Hochschule, Industrie

## 036 Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Heißbrühlstraße 49<br>70565 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 685-87801  |
| Fax      | +49 711 685-87873  |
| Homepage | <a href="http://www.ier.uni-stuttgart.de">www.ier.uni-stuttgart.de</a>                 |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek   |
| Kontakt  | Dr. Ulrich Fahl  |
| Telefon  | +49 711 685-87830  |
| Mail     | <a href="mailto:ulrich.fahl@ier.uni-stuttgart.de">ulrich.fahl@ier.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart hat zwei zentrale Fragestellungen im Fokus: einerseits die Einbindung und das Zusammenspiel der verschiedenen Energietechnologien in einem gesamthaften Energiesystem einschließlich der ganzheitlichen Abschätzung und Bewertung der damit verbundenen Auswirkungen zu analysieren und optimal zu gestalten, andererseits die effiziente Energienutzung durch neue Technologien, aber auch prozessuale und analytische Ansätze wissenschaftlich zu befördern. Das Zentrum der Arbeiten bildet die Forschung zur Transformation unserer Energieversorgung hin zu einem zukunftsfähigen nachhaltigen Energiesystem mit seinen Teilsystemen Strom, Wärme/Kälte und Verkehr.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Modellwerkzeuge und Methoden

Die gemeinsame Klammer der Arbeiten bilden die Entwicklung und der Einsatz von Modellwerkzeugen in verschiedenen Feldern.

- Am IER werden Werkzeuge für die Systembetrieboptimierung, für die Energieeinsatzplanung und Positionsführung in Energieversorgungsunternehmen, für das Energiemanagement in Industrieunternehmen und für Liegenschaften bis hin zu intelligenten dezentralen Energiesystemen (Smart Energy) im Hinblick auf die effiziente Energienutzung entwickelt.

- Für die Analyse von Energiemärkten existieren am IER Marktmodelle, die permanent weiterentwickelt werden.
- Für ganzheitliche Systemanalysen werden am IER verschiedene Modelle, z. B. der Energiesystemmodellgenerator TIMES, betrieben und permanent weiterentwickelt.
- Um ganzheitliche Bewertungen von Technologien, Systemen und Maßnahmen zu ermöglichen, liegen am IER verschiedene Modelle speziell für die Ausbreitung, die Bewertung von Wirkungspfaden und externen Kosten von Luftschadstoffen vor, die ebenfalls permanent weiterentwickelt werden.

#### Forschungsschwerpunkte

Diese modellgestützten Werkzeuge bilden die theoretische Basis für anwendungsbezogene Forschungsarbeiten mit speziellen Schwerpunkten, die für den Verkehr die folgenden Fragestellungen betreffen:

- energiewirtschaftliche Systemanalysen von Verkehrsstrategien und –infrastrukturen
- Integration von hohen Anteilen erneuerbarer Energieträger in die Bereitstellung der benötigten Dienstleistungen im Verkehr, um geringe Klimagasemissionen zu erreichen.
- Nutzung von Energieträgern biogener Herkunft, wobei hier speziell eine ganzheitliche Bewertung von technischen, ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Aspekten einschließlich der Nutzungskonkurrenz, Kaskadennutzung und Wettbewerbssituation mit alternativen Technologien im Fokus steht
- Bestimmung der Determinanten des Energiebedarfs und der effizienten Energienutzung im Verkehr
- Bewertung von Wirkungspfaden und externen Kosten sowie Entwicklung von Minderungsstrategien für vom Verkehr verursachte Luftschadstoffe
- gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Verkehrsstrategien

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Das IER verfügt über eine gut ausgestattete Werkstatt und ein Messlabor. Dieses wird derzeit um ein Druckluftlabor erweitert. Der elektrische und thermische Energiebedarf, Druck, Volumenstrom, Schall, Licht, Windgeschwindigkeit und Luftschadstoffkonzentrationen in Abgasen können sowohl im Labor als auch im Feld erfasst und gemessen werden. Ein Smart Grid Lab befindet sich im Aufbau. Die Rechnerausstattung des Instituts inkl. der Anbindung an das Rechenzentrum der Universität Stuttgart bietet beste Voraussetzungen für die Durchführung komplexer Simulationen.

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Politik, Forschung, Hochschulen, Verbände, NGO

## 037 Universität Stuttgart, Institut für Flugzeugbau (IFB)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 31<br>70569 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 685-62004  |
| Fax      | +49 711 685-62449  |
| Homepage | <a href="http://www.ifb.uni-stuttgart.de">www.ifb.uni-stuttgart.de</a>             |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Peter Middendorf  |
| Kontakt  | Dr.-Ing. Stefan Carosella  |
| Telefon  | +49 711 685-60245  |
| Mail     | <a href="mailto:carosella@ifb.uni-stuttgart.de">carosella@ifb.uni-stuttgart.de</a> |

### **Kurzinfo**

Das Institut für Flugzeugbau (IFB) ist Teil der Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik und Geodäsie der Universität Stuttgart. Die Schwerpunkte des Instituts liegen in den Bereichen Flugzeugentwurf, Leichtbau, Fertigungstechnologien sowie Windenergie. Als anwendungsorientiertes Institut stehen dabei alle Mobilitätssysteme (luft- und bodengebundene Mobilität) im Fokus der jeweiligen Entwicklungen.

### **Schwerpunkte/Arbeitsgebiete**

#### Flugzeugbau und Flugzeugentwurf

Im Mittelpunkt der Forschung steht seit 25 Jahren das bemannte elektrische Fliegen. Das Institut betreibt zwei Plattformen, die elektrisch oder hybrid-elektrisch angetrieben werden, um mit ihnen die Grundlagen für zukünftige Flugzeugkonzepte zu erarbeiten. Neben den bemannten sind die unbemannten Flugzeugsysteme (UAS) ein Schwerpunkt in diesem Arbeitsgebiet. Mit den UAS werden auf Modellebene unter anderem die neuen Flugzeugkonzepte erprobt und auftretende Skalierungseffekte erforscht.

#### Leichtbau

Der Forschungsbereich Leichtbau widmet sich in enger Zusammenarbeit mit dem Bereich Fertigungstechnik der Gewichtsreduktion in Bauteilen. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf der Entwicklung analytischer Berechnungsmethoden, die insbesondere im Vorentwurf zur Anwendung kommen. Der zweite Schwerpunkt ist die Simulation und Optimierung faserverstärkter Kunststoffe und deren Fertigungsprozesse sowie von Sandwichwerkstoffen.

#### Fertigungstechnik

Ein wichtiger Aspekt im Leichtbau ist die Fertigungstechnik, denn nur zuverlässige und wirtschaftlich umsetzbare Technologien können sich durchsetzen. Im Spannungsfeld zwischen erzieltm Leichtbau und den entstehenden Kosten muss daher ein Kompromiss gefunden werden.

#### Faserverstärkte Kunststoffe

Das Institut ist in der Lage, die gesamte Prozesskette zur Herstellung faserverstärkter Kunststoffe und Sandwichstrukturen abzubilden. Basierend auf einer umfangreichen Grundlagenkompetenz werden die verschiedensten Leichtbaukonzepte von der virtuellen Produktentwicklung bis hin zur realen prototypischen Umsetzung mit in den Laboren befindlichen Fertigungstechnologien erforscht und weiterentwickelt.

#### Digitalisierung

Die Digitalisierung verbindet zunehmend die Design- und Fertigungsprozesse mit den gefertigten Produkten. Dabei entwickelt das IFB eine datenbankbasierte CAD/CAM-Schnittstelle und arbeitet an der Datendurchlässigkeit und dem Informationsfluss zwischen Design, Auslegung, Fertigung und Produkt (Produktion 4.0) für Anwendungen mit Faserverbundkunststoffen.

#### Additive Fertigungsverfahren

Am IFB stehen sowohl Anlagen zur Stereolithografie (UV-Harze), zum selektiven Lasersintern (PA12) als auch zur Filamentextrusion (PLA, ABS, ...) zur Verfügung, die für studentische Seminare, Forschungsarbeiten und Industriekooperationen zum Einsatz kommen. Ziel ist es, additive Fertigungsverfahren als Meilenstein in der Produktionstechnologie für Leichtbau-Anwendungen weiterzuentwickeln und einzusetzen, so dass funktionsintegrierte Komponenten mit minimalem Materialeinsatz realisiert werden können.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

HPC Cluster 12-Core , 4,7 TFlops für Simulationen

Fertigungstechnik Faserverstärkte Kunststoffe:

- Advanced-Fibre-Placement-Anlage
- Tailored-Fibre-Placement-Anlage
- Tailored-Binder-Fibre-Placement-Anlage
- 2 Radialflechtmaschinen (FM176, FM64)
- robotergestützte 3D-Nähtechnik mit Tufting, 2-Nadel-System und Bogennadel-Nähkopf
- CNC Cutter Assyst Bullmer Premiumcut ST
- CNC Cutter Aristomat
- Autoklav (1 m x 3 m, 20 bar)
- Laborpresse Laufer RMV 100 t
- Flachbettlaser
- 3 Industrieöfen von Vötsch
- Eldo-Mix RTM-Anlage

Additive Fertigung:

- Selektives Laser-Sintering (SLS): EOS P390
- Stereolithografie (SL): Rapidshape S30L, Photocentric3D LCHR
- Filamentextrusion (FFF): Prusa i3 MK2s und MK3, Stratasys Fortus 450MC und 250MC
- UV-Kammer Opsytec BS-02

Mechanische Werkstatt

Prüftechnik:

- Drapierprüfstand
- In-Plane- und Dicken-Permeabilitätsmessstand (K1, K2, K3)
- DMA/DSC/TMA/TGA-Analyse
- Rasterelektronenmikroskop
- GOM-3D-Aramis-System
- GOM-Atos-Scanner
- diverse Universal-Prüfmaschinen (500 N bis 250 kN) für Materialcharakterisierung
- servohydraulisches Prüffeld für Bauteilprüfungen
- 5 Dauerschwingprüfstände und einen Drehmomentenprüfstand
- 2 Impact-Prüfstände

## **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 038 Universität Stuttgart, Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Holzgartenstraße 15 B<br>70174 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-83770  |
| Fax      | +49 711 685-83769  |
| Homepage | <a href="http://www.ift.uni-stuttgart.de">www.ift.uni-stuttgart.de</a>                               |
| Leitung  | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Karl-Heinz Wehking  |
| Kontakt  | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Karl-Heinz Wehking  |
| Telefon  | +49 711 685-83770  |
| Mail     | <a href="mailto:karl-heinz.wehking@ift.uni-stuttgart.de">karl-heinz.wehking@ift.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT) entwickelt und konzipiert innovative Ideen für die angewandte Forschung sowie für Industrieprojekte auf den Gebieten Seiltechnologie/Seilbahnen, Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung sowie Logistik. Schwerpunkte sind die Entwicklung und Optimierung neuer Maschinen und Komponenten im Bereich der Materialflusstechnik sowie innovative Ideen für eine wandelbare Produktionslogistik. Im Rahmen des Forschungscampus ARENA2036 entwickeln und konstruieren wir neue Systeme für die Automobilproduktion der Zukunft.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Forschungsschwerpunkte des IFT sind im Rahmen der ARENA2036 die wandelbare Produktionslogistik sowie die folgenden Themenstellungen der drei Abteilungen.

#### Seiltechnologie

Die Arbeitsgebiete der Abteilung Seiltechnologie beinhalten die zerstörende Seilprüfung, die zerstörungsfreie Seilprüfung und die Offshore-Seiltechnologie. Zulassungen und Notifizierungen bestehen für die Bereiche Seilbahntechnik und Persönliche Schutzausrüstung im Bergsport (PSA).

Das IFT bietet staatlichen Einrichtungen, Planungsbüros und Herstellern Beratungsdienstleistungen mit dem übergeordneten Ziel, den Einsatz der Seilbahn als innovatives Verkehrsmittel im Personennahverkehr voranzutreiben. Dabei besteht die Thematik in der systematischen, gesamtheitlichen Betrachtung (ökologische, ökonomische und „weiche“ Faktoren) von Seilbahnen sowohl in urbanen als auch touristischen Räumen.

Im Bereich der Forschung beschäftigt sich die Abteilung mit Fragestellungen hinsichtlich der Lebensdauer von Faser- und Drahtseilen und deren Einflüssen. So wurde ein DFG-Projekt zum Einfluss der Verdrehung von Zug- und Förderseilen bei Seilbahnen durchgeführt, um die Reduzierung der Lebensdauer quantifizieren zu können. Des Weiteren werden laufend Forschungsprojekte zu den unterschiedlichsten Fragestellungen (Weiterentwicklung der zerstörungsfreien Seilprüfung, urbane Seilbahnen etc.) durchgeführt.

#### Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung

Die Abteilung Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung generiert innovative Forschungsideen und beschäftigt sich mit der Entwicklung und Optimierung neuer Maschinen und Komponenten in den Schwerpunkten innovative Materialflusstechnik (Stückgut/Schüttgut), Konstruktion, Simulation und Automatisierung, Optimierung von Konstruktionselementen in der Fördertechnik und Messtechnik und Schwingungsanalyse.

#### Logistik

Das Arbeitsgebiet der Abteilung Logistik lässt sich in die fünf Bereiche Planung, Simulation und Visualisierung logistischer Systeme, Betrachtung des Menschen in der Intralogistik, insbesondere in der manuellen Kommissionierung, vernetzte Logistik, Wirtschaftlichkeitsbewertung logistischer Prozesse und wandelbare Produktionslogistik einteilen.

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) förderte ein Forschungsvorhaben, in dem eine Praxismethodik zur optimierten Fahrzeugauswahl und ökologischen Routenplanung für die kommunale Abfalllogistik entwickelt wird. Das Ziel ist die praktische Implementierung der Methodik, mit deren Hilfe ein umweltschonendes Sammel- und Transportkonzept für die optimale Einsatzgrobplanung und ökologische Fahrzeugauswahl für die kommunale Abfalllogistik ermittelt wird.

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg förderte ein Forschungsprojekt zur flexiblen Energieversorgung in Logistikzentren zur Erbringung von Systemdienstleistungen in elektrischen Netzen. Dabei wurde unter anderem eine simulationsbasierte Analyse des Einflusses von E-Mobilität auf die Auslastung des eigenen sowie des Versorgungsnetzes untersucht.

#### ARENA2036

Der Anstieg von Varianten in der Automobilproduktion hat zum Start des Projektes ARENA2036, der größten Forschungsfabrik Europas für die wandelbare Produktion der Zukunft, geführt. Dabei wird untersucht, wie die Produktion von morgen wandlungsfähiger, flexibler und dabei noch wirtschaftlicher gestaltet werden kann. Die Abteilungen Logistik sowie Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung des IFT beschäftigen sich im Rahmen des Projektes mit revolutionären Konzepten für die Automobilproduktionslogistik.

Um eine Montage von Fahrzeugen auch ohne festes Produktionsband und ohne einen festen Takt ermöglichen zu können, wurde dazu im Rahmen von ARENA2036 ein fahrerloses Transportfahrzeug entwickelt, das ein zu montierendes Fahrzeug selbstständig durch die Produktion transportieren kann. Dieser völlig neuartige Ansatz ermöglicht eine Montage von unterschiedlichen Fahrzeugmodellen in derselben Produktionshalle sowie den Eingriff in den Montageablauf, um beispielsweise fehlerhafte Fahrzeuge einfacher ausschleusen zu können. Eine Besonderheit ist auch der sogenannte Werkerrand, auf dem Mitarbeiter während des Transportes Montagetätigkeiten am Fahrzeug durchführen können. Parallel dazu wurden neue Logistikkonzepte entwickelt, die eine hochflexible Materialbereitstellung in der wandlungsfähigen Produktion ermöglichen.

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Mitglied des Forschungscampus ARENA2036
- FTF-Labor: fahrerloses Transportsystem
- Hochgeschwindigkeitsförderer
- Verschleißprüfstände für Räder, Rollen und Ketten
- Prüfstände für laufende und stehende Seile aller Art
- RFID-Prüfstände (UHF)
- weltweit umfangreichste Zahl von Prüf- und Versuchseinrichtungen für die Seiltechnologie
- VR-Versuchsumgebung
- LernLager: Forschungs-, Lehr- und Praxislabor für manuelle Kommissionierung

#### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 039 Universität Stuttgart, Institut für Informationssicherheit (SEC)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Universitätsstraße 38<br>70569 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-88283  |
| Fax      | +49 711 685-51096  |
| Homepage | <a href="https://sec.uni-stuttgart.de">https://sec.uni-stuttgart.de</a>                |
| Leitung  | Prof. Dr. Ralf Küsters   |
| Kontakt  | Dagmar Gahr  |
| Telefon  | +49 711 685-88323  |
| Mail     | <a href="mailto:dagmar.gahr@sec.uni-stuttgart.de">dagmar.gahr@sec.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Informationssicherheit beschäftigt sich mit verschiedenen Themen rund um IT-Sicherheit und Privacy. Dabei stehen die Aspekte des systematischen Entwurfs, der rigorosen Analyse sowie der formalen Verifikation von Systemen im Vordergrund, einschließlich der Entwicklung von System- und Angreifermodellen sowie von (automatisierten) Entwurfs- und Analyse-/Verifikationsverfahren.

Dies wird im Bereich der Mobilität immer wichtiger, insbesondere im Hinblick auf autonomes Fahren und eine zunehmende Vernetzung nach außen (C2X) sowie nach innen (etwa die Kommunikation und Absicherung von Steuereinheiten innerhalb eines Fahrzeugs).

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Ansatz und Anspruch für Sicherheit und Privacy:

- systematischer Entwurf
- formale Analyse
- automatische Verifikation

Anwendung in verschiedenen Bereichen:

- Websicherheit
- Sicherheits- und kryptographische Protokolle
- Blockchains und Smart Contracts
- Automotive Security
- IoT Security
- Kryptographie
- Privacy-Enhancing Technologies
- elektronische Wahlen

Im Bereich Mobilität stehen wir zzt. vor allem in engem Kontakt mit Firmen in der Region Stuttgart (Daimler, Bosch, Vector, Porsche, iC Consult etc.) zu verschiedenen Themen vor allem im Bereich der Automotive Security/Privacy.

### Ausstattung/Einrichtungen

*Keine Angaben*

### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 040 Universität Stuttgart, Institut für Ingenieurgeodäsie (IIGS)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Geschwister-Scholl-Straße 24 D<br>70174 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 6858-4041  |
| Fax      | +49 71 6858-4044   |
| Homepage | <a href="http://www.uni-stuttgart.de/ingeo/">http://www.uni-stuttgart.de/ingeo/</a>      |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. habil. Volker<br>Schwieger  |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. habil. Volker<br>Schwieger  |
| Telefon  | +49 711 6858-4041  |
| Mail     | <a href="mailto:sekretariat@iigs.uni-stuttgart.de">sekretariat@iigs.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Ingenieurgeodäsie der Universität Stuttgart (IIGS) ist der Geodäsie innerhalb der Fakultät Luft- und Raumfahrttechnik und Geodäsie zugeordnet und kooperiert außerdem eng mit den Instituten des Verkehrswesens. Die Forschungsschwerpunkte sind: Analyse von Bauprozessen, Baumaschinensteuerung, Monitoring, Verkehrs- und Luftfahrttelematik sowie Prozess- und Qualitätsmodellierung. Für das Forschungsfeld Mobilität liegen die Kompetenzen des Instituts vor allem in den Bereichen der drei- und vierdimensionalen Geodaten sowie der kinematischen Multisensor-Positionsbestimmung. Schwerpunkte liegen im Bereich der digitalen Straßenkarten und der GNSS-Ortung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Fahrzeugnavigations- und Ortungssysteme – GNSS

Die kinematische Messtechnik erfasst mittels geeigneter Sensoren im Fahrzeug Daten zum Ist-Zustand des Fahrzeugs sowie dessen dreidimensionaler Umgebung. Mit Hilfe solcher Positions- und Bewegungsdaten werden Ansätze zur fahrzeugautonomen sowie zentralen gestützten Positionsbestimmung von Land- und Schienenfahrzeugen entwickelt und angewendet. GNSS und Multisensorortung sind unverzichtbare Komponenten für das automatisierte Fahren.

#### Digitale Straßenkarte und Map Matching

Das Institut beschäftigt sich intensiv mit der Erfassung und Modellierung digitaler Karten, insbesondere digitaler Straßenkarten. Neben der Sensorfusion bildet die Integration von Map-Matching- und Map-Aiding-Technologien unter Verwendung digitaler Karten und Positionsfolgen eine Kernaufgabe bei der logischen Ortung bewegter Objekte sowie beim automatisierten Fahren.

#### Prozess- und Qualitätsmodellierung

Von entscheidender Bedeutung sind in allen Komponentenfeldern die Modellierung von Prozessen und Objekten sowie deren qualitative Bewertung. Ein entscheidender Schwerpunkt sind daher Qualitätsmodelle, Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement. Weiterhin haben Evaluierungsstrategien und -methoden eine große Bedeutung.

#### Entwicklung von Systemkonzepten für die Beobachtung und Regelung von bewegten Objekten

Neben den theoretischen Arbeiten in diesem Bereich gehören hierzu auch deren prototypische Realisierung und die anwendungsorientierte Erprobung im Bauumfeld. So liegen für die Steuerung von Baumaschinen (Straßendeckenfertiger, Kräne etc.) mit einem zielverfolgenden tachymetrischen Messsystem umfassende Erfahrungen vor. Ziel ist hier der Aufbau eines modularen, von den eingesetzten Sensoren unabhängigen Steuerungssystems.

#### Projektbeispiele

- Das Forschungsprojekt Ghosthunter (Juni 2015 bis November 2017, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)/Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Raumfahrtmanagement) beschäftigte sich mit der Entwicklung eines Geisterfahrerwarnsystems basierend auf GNSS-Technologien, digitalen Straßenkarten und Map-Matching-Algorithmen. Dabei umfassten die Forschungsschwerpunkte am IIGS die Bereiche Kartenbewertung und Map Matching.

- Ziel des Forschungsprojekts TransSec – „Autonomous Emergency Maneuvering and Movement Monitoring for Road Transport Security“ ist die Entwicklung eines Systems, das Lkws stoppen und nicht vom Fahrer übersteuert werden kann und somit Terrorangriffe verhindert (EU-Programm Horizon 2020, 2018 bis 2021). Das IIGS arbeitet dabei vor allem bei der integrierten Positionsbestimmung und der digitalen Karte inklusive Map-Matching-Algorithmus mit.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Sensorik zur Positionsbestimmung: GNSS-Empfänger, Robottachymeter, Inertialmesseinheiten, Odometer, Kreisel, Beschleunigungsmesser, Neigungsmesser, Barometer, Nivelliere, Rotationslaser
- Sensorik zur flächenhaften Erfassung: Laserscanner, Lasertracker
- Industrielle Messtechnik (dimensionelle Messtechnik): Lasertracker, Theodolitmesssystem
- Baumaschinensimulator im Maßstab 1:14 zur Evaluation von Mess-, Filter- und Regelungstechnik

### **Zielgruppen**

Forschung, Entwicklung, Industrie, KMU, Universitäten und Hochschulen

## 041 Institut für Parallele und Verteilte Systeme (IPVS), Abt. Maschinelles Lernen und Robotik

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Universitätsstraße 38<br>70569 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 685-88385   |
| Fax      | +49 711 685-88250   |
| Homepage | <a href="https://www.ipvs.uni-stuttgart.de/abteilungen/mlr/">https://www.ipvs.uni-stuttgart.de/abteilungen/mlr/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. rer. nat. Marc Toussaint  |
| Kontakt  | Prof. Dr. rer. nat. Marc Toussaint  |
| Telefon  | +49 711 685-88385   |
| Mail     | <a href="mailto:mlr@ipvs.uni-stuttgart.de">mlr@ipvs.uni-stuttgart.de</a>  |

### Kurzinfo

Die Schwerpunkte der Forschungsarbeit des IPVS, Abt. MLR, liegen unter anderem in diesen Bereichen:

maschinelles Lernen (aktives Lernen und Exploration, Reinforcement-Lernen, relationale (PO)MDPs, graphische Modelle, probabilistische Inferenz, Planung per Inferenz), Robotik (Lernmethoden für die Manipulation, Symbol-Lernen, Exploration, sequenzielle Planung, Stochastisch Optimale Regelung)

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das Forschungsgebiet des maschinellen Lernens (ML) kann als eine Wissenschaft von lernenden Systemen verstanden werden. Während die Neurowissenschaften und die Psychologie Lernmechanismen bei Mensch und Tier beschreiben wollen, zielt maschinelles Lernen darauf ab, Algorithmen zu entwickeln, die die Fähigkeit demonstrieren, aus Daten zu lernen und sich mit Erfahrung zu verbessern. Maschinelles Lernen ist zu einer zentralen Teildisziplin der künstlichen Intelligenz geworden und nutzt Methoden der statistischen Lerntheorie für eine effiziente Datenanalyse. Insbesondere der große Erfolg von ML bei der Datenanalyse hat zu seiner Anwendung in vielen kommerziellen und wissenschaftlichen Bereichen geführt, beispielsweise als zentrales Werkzeug für führende IT-Firmen zur Datennutzung sowie

für Anwendungen in der Bioinformatik und den Neurowissenschaften.

Das Machine Learning and Robotics (MLR) Lab zielt darauf ab, Methoden des maschinellen Lernens in Richtung realer Systeme einzusetzen, insbesondere bei Robotern, die lernen, mit ihrer Umgebung zu interagieren und diese handzuhaben. Im Unterschied zu üblichen Datenanalyseverfahren muss das System selbst Daten sammeln und daraus Umgebungsmodelle ableiten, die eine zielgerichtete Entscheidungsfindung und Planung ermöglichen. Forschungsfragen sind dabei beispielsweise: Wie kann ein autonomer Akteur lernen, sich zielgerichtet in alltäglichen Umgebungen wie Küche und Büro zurechtzufinden? Was sind geeignete Darstellungen für effiziente Schlussfolgerungen zu Handlungen und Zielen?

Fachlich konzentriert sich das MLR Lab auf die Bereiche

- Verstärkung lernen,
- probabilistische Modellierung und Inferenz und
- relationale Darstellungen

und ihre Anwendung in der Robotik. Eine Kernfrage, die wir uns vorstellen, ist das Erlernen geeigneter Repräsentationen, um Modelle der Umwelt auf einer abstrakten Ebene zu formulieren und zu lernen.

### Ausstattung/Einrichtungen

Roboterlabor, u. a. mit folgenden Einrichtungen:

- PR2 Roboter
- Baxter Roboter
- verschiedene Kamerasysteme und Sensorik zur Erfassung von Hand- oder Augenbewegungen

### Zielgruppen

Industrie, Wissenschaft

## 042 Universität Stuttgart, Institut für Photogrammetrie (IFP)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Geschwister-Scholl-Straße 24D<br>70174 Stuttgart                                |
| Telefon  | +49 711 685-83336   |
| Fax      | +49 711 685-83297   |
| Homepage | <a href="http://www.ifp.uni-stuttgart.de/">http://www.ifp.uni-stuttgart.de/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Uwe Sörgel   |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Uwe Sörgel   |
| Telefon  | +49 711 685-83336   |
| Mail     | <a href="mailto:info@ifp.uni-stuttgart.de">info@ifp.uni-stuttgart.de</a>        |

### Kurzinfo

Das Institut für Photogrammetrie der Universität Stuttgart vertritt als Mitglied der Fakultät für Luft- und Raumfahrt und Geodäsie die Forschung und Lehre im Bereich der Fernerkundung, Photogrammetrie, Computer Vision und Geoinformatik.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Arbeitsschwerpunkte sind die topographische Datenerfassung für geographische Informationssysteme, die Bestimmung von Umweltparametern wie Landbedeckung, Wasserverschmutzung und Bodenerosion sowie die hochpräzise 3D-Oberflächenerfassung für Anwendungen in der Industrie, Medizin, Archäologie oder Architektur.

Dabei kommen abbildende Sensoren wie optische Kameras und Laserscanner zum Einsatz, die in unterschiedlichen Maßstabsbereichen genutzt werden. Diese erstrecken sich vom Nahbereich bei terrestrischen mobilen Anwendungen über UAV- oder flugzeuggetragene Plattformen bis hin zu satellitengestützten Verfahren. Die Auswertung umfasst den kompletten Prozess von der Sensorkalibrierung und -integration über die präzise 3D-Erfassung bis hin zur semantischen Interpretation durch automatische Bildanalyse und Mustererkennung. Darüber hinaus besteht umfangreiche Erfahrung im Bereich der 3D-

Gebäuderekonstruktion für Anwendungen wie virtuelle 3D-Stadtmodelle und BIM im Bereich der Bausanierung sowie in der Stadtplanung.

Dabei ist die hochgenaue bildbasierte Erfassung von Oberflächengeometrie eines der Kernthemen des Instituts, diese Entwicklungen führten unter anderem zur Gründung einer Softwarefirma als Spin-off.

Die Arbeiten im Bereich der Fernerkundung befassen sich mit Sensoren zur flugzeug- und satellitengestützten Erdbeobachtung, der Analyse multi- und hyperspektraler Bilddaten, der Flugzeuglaserscannung sowie der Zeitreihenanalyse und der Datenfusion. Übergreifendes Thema ist die Entwicklung von Methoden zur Steigerung des Automationsgrads der Bild- und Datenanalyse.

Anwendungen ergeben sich beispielsweise für die Entwicklung eines automatischen „Missionsplanungstools“ für Flüge oder Fahrten basierend auf einer 3D-Rekonstruktion der Umgebung für unbemannte fliegende Systeme oder Fahrzeuge, damit diese sich in komplexen Umgebungen sicher bewegen können. Bisher wurden vorwiegend Lidar-Sensoren zur 3D-Datenerfassung für ein mobiles Mapping als Teilfunktion des autonomen Fahrens eingesetzt. Mittlerweile können diese auch durch Kameras und Stereovision-Systeme ersetzt werden. Damit kann eine hohe Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Georeferenzierung erreicht werden. Für dieses Anwendungsfeld entwickelt das Institut auch photogrammetrische Systeme und u. a. eine „Low-Cost“-Kamera.

### Ausstattung/Einrichtungen

Photogrammetrisches Labor

### Zielgruppen

Forschung, Hochschule, Industrie

## 043 Universität Stuttgart, Institut für Polymerchemie (IPOC), Lehrstuhl Makromolekulare Stoffe und Fasern

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 55<br>70569 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-64074   |
| Fax      | +49 711 685-64050   |
| Homepage | <a href="http://www.uni-stuttgart.de/ipoc/msf/index.html">http://www.uni-stuttgart.de/ipoc/msf/index.html</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. M. R. Buchmeiser  |
| Kontakt  | Prof. Dr. M. R. Buchmeiser  |
| Telefon  | +49 711 685-64074   |
| Mail     | <a href="mailto:michael.buchmeiser@ipoc.uni-stuttgart.de">michael.buchmeiser@ipoc.uni-stuttgart.de</a>        |

### Kurzinfo

Das Institut für Polymerchemie (IPOC), Lehrstuhl für Makromolekulare Stoffe und Faserchemie, ist an der Fakultät Chemie der Universität Stuttgart angesiedelt. Als Hochschulinstitut nimmt es Aufgaben in Forschung und Lehre wahr, die sich an der Schnittstelle zwischen Chemie und Materialwissenschaften befinden. Die Forschungsschwerpunkte des IPOC liegen im Bereich der Katalysatorforschung und der Synthese neuer, funktionaler Polymere/Materialien einschließlich der Batterieforschung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Entwicklung organometallischer Olefin- und Alkinmetathesekatalysatoren

Die Olefin- bzw. Alkinmetathese ist eine der wichtigsten katalytischen Umsetzungen und findet vor allem in der Naturstoffsynthese, in der Parfumindustrie sowie in der Herstellung von Spezialpolymeren Anwendung. Am IPOC werden neuartige, hochreaktive Metathesekatalysatoren entwickelt, die hohe Selektivität, Aktivität und Produktivität in Kombination mit chemischer Robustheit aufweisen und so die ökonomische und ökologische Synthese chemischer Schlüsselverbindungen erlauben.

#### „On demand“ 1-K-Polymerisationssysteme

Steuerbare Einkomponentenlösungen („1-K-Polymerisationssysteme“) bieten prozess- und sicherheitstechnisch große Vorteile, da im Zuge der Verarbeitung mit reaktionsfähigen, aber langzeitlagerstabilen Systemen gearbeitet werden kann, die vor der Verarbeitung nicht mehr gemischt werden müssen. Ein typisches Einsatzfeld solcher 1-K-Polymerisationssysteme ist der Leichtbau auf Basis von Faserverbundwerkstoffen, der seinerseits wiederum Voraussetzung für eine erfolgreiche Realisierung der Elektromobilität ist.

#### Metallfreie Polymerisationskatalyse

Der Einsatz teurer und/oder toxischer Metallkatalysatoren ist immer noch gängige Praxis bei der Herstellung zahlreicher Kunststoffe. Am IPOC werden metallfreie Alternativen untersucht.

#### Lithium-Schwefel- und Magnesium-Schwefel-Batterien

In diesem Schwerpunktthema der Elektromobilität entwickelt das IPOC neuartige Elektrodenmaterialien und neue Elektrolyte für Batterien. Ziel ist die Realisierung von Batteriesystemen für mobile und stationäre Anwendungen auf Basis von Lithium/Schwefel bzw. Magnesium/Schwefel, die durch eine hohe gravimetrische bzw. volumetrische Energiedichte gekennzeichnet sind und über mindestens 1.000 Entlade- bzw. Ladezyklen stabil sind.

#### Poröse Materialien

Poröse Materialien sind von zentraler Bedeutung für viele Technologien wie die Trennverfahren (Filtertechnik, Extraktions- und Sorptionsverfahren), die Batterietechnik sowie die Katalyse. Am IPOC werden definierte, maßgeschneiderte poröse Materialien entwickelt, z. B. polymerbasierte monolithische Materialien zum Recycling von Seltenerdenmetallen.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- 400 MHz NMR, DSC, TGA, GC-MS, ICP-OES, HPLC, FT-IR, UV/Vis, Gasphysi-sorption und Gaschemisorption, Hand-schuhboxen (mit Lösemittelrocknung) für das Arbeiten unter Schutzgas, elektroche-mische Charakterisierung (CV, Impedanz-spektroskopie, Lade-/Entladestationen), Kontaktwinkelmessung, mehr als 30 Laborarbeitsplätze, Zugprüfung
- Diverse GPC-Anlagen zur Bestimmung von Molekulargewichten (inklusive Hoch-temperatur-GPC)
- Klimaraum
- Batterieteststände, Reaktorräume (Polymerisationskatalyse)

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 044 Universität Stuttgart, Institut für Softwaretechnologie (ISTE)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Universitätsstraße 38<br>70569 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-88355  |
| Fax      | +49 711 685-88380  |
| Homepage | <a href="http://www.iste.uni-stuttgart.de">www.iste.uni-stuttgart.de</a>                       |
| Leitung  | Prof. Dr. Stefan Wagner  |
| Kontakt  | Kornelia Kuhle   |
| Telefon  | +49 711 685-88355  |
| Mail     | <a href="mailto:kornelia.kuhle@iste.uni-stuttgart.de">kornelia.kuhle@iste.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Softwaretechnologie an der Universität Stuttgart beschäftigt sich mit den drei großen Gebieten Programmiersprachen, Software Engineering und Zuverlässige Softwaresysteme. Für jedes Gebiet gibt es einen eigenen Lehrstuhl am Institut. Das Institut vertritt diese Gebiete auch in der Lehre und kümmert sich insbesondere um den Bachelor- bzw. Master-Studiengang „Softwaretechnik“. Die Schwerpunkte des Instituts, Qualität und Sicherheit von Software, gewinnen vor allem in Hinblick auf autonomes und vernetztes Fahren zunehmend an Bedeutung für das Mobilitätssystem.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Programmiersprachen

Der Schwerpunkt liegt auf Programmanalysen, die dem Programmverstehen, dem Erhalt von Architektur und Qualität in der Wartung und der frühzeitigen Fehlervermeidung dienen. Neue Methoden der Analyse werden entwickelt, basierend auf Algorithmen aus der Codeoptimierung in Compilern, die hier aber für globale Analysen umgestaltet werden. Im Bauhaus-System integrieren wir diese grundlegenden Analysen mit den zielgerichteten „Special Purpose“-Analysen, z. B. der Entdeckung von Architekturverletzungen oder von Synchronisationsfehlern im Programmcode.

#### Software Engineering

Im Mittelpunkt stehen die Software-Qualität, d. h. Bewertung, Messung, statische Analyse, Test von Software, Requirements Engineering sowie Software-Engineering. Wichtig ist dabei das Thema „Safety und Security“ in zunehmend vernetzten Systemen.

In Software-Analysen werden Qualität und Sicherheit von Software bewertet. Hier werden z. B. Analysen abhängiger Systeme im Fahrzeug durchgeführt. Autonomes und vernetztes Fahren erfordert ein hohes Maß an Komplexität und Abhängigkeiten von Software im Fahrzeug. Mit systemtheoretischen Ansätzen werden Analysen zur Sicherheit durchgeführt und Strategien für Sicherheit und Datenschutz entwickelt. In weiteren Arbeiten erfolgt z. B. eine Gefährdungsbeurteilung hochautomatisierter Fahrfunktionen. Hierbei werden Verfahren entwickelt, um unterschiedliche Informationen aus Datenströmen von Sensoren der verschiedensten Geräte des Internets der Dinge (IoT) zu verschleiern. Das Ziel ist, eine Balance zwischen Datenschutz und Dienstgüte (Quality of Service) zu erreichen. Des Weiteren werden u. a. Sicherheitsanalysen für die agile Softwareentwicklung entwickelt oder Prozesse der „Continuous Integration“ v. a. auch in der Automobilindustrie untersucht.

#### Zuverlässige Softwaresysteme

Die Abteilung befasst sich mit Methoden, Prozessen, Sprachen und Werkzeugen für den ingenieurmäßigen Softwareentwurf vertrauenswürdiger Systeme. Der Fokus richtet sich auf die Qualitätseigenschaften der Performance, der Zuverlässigkeit, der Wartbarkeit, der Skalierbarkeit, der Elastizität, der Kosteneffizienz sowie der Sicherheit (Security und Safety). Hierbei werden formale Analysemodelle wie Markovketten, Warteschlangennetze oder stochastische Prozessalgebren genutzt und erweitert oder geeignete Simulationswerkzeuge eingesetzt.

Aktuell stehen folgende Themen im Mittelpunkt: Multi- und Many-Core-Systeme, energieeffiziente Ausführung und koordinierte Selbstadaptionen des Systems. Multi- und Many-Core-Systeme sind Systeme, deren Hauptprozessoren (CPUs) aus mehreren Recheneinheiten (Cores) bestehen, so dass die CPU massiv parallel arbeiten kann. Bei der Energieeffizienz geht es um das Ziel, Rechenzentren mit möglichst minimalem Stromverbrauch bei einer gegebenen Arbeitslast z. B. über Optimierung der Verarbeitungsschritte zu betreiben.

Selbstadaption von Systemen meint die Fähigkeit, sich zur Laufzeit an ihre Umgebung anzupassen und in einer unvorhersehbaren Umgebung zu agieren. Hier wird an einer koordinierten Selbstadaption gearbeitet, bei der Selbstadaptionsmechanismen der einzelnen Komponenten koordiniert werden, um Fehlverhalten vor allem in sicherheitskritischen Systemen zu vermeiden. Anwendungen ergeben sich z. B. im Cloud-Computing oder in mechatronischen und cyber-physischen Systemen wie z. B. autonomen Fahrzeugen, Smart Grids oder Robotern.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Mehrere Softwaretechnik-Labore für studentische Software-Projekte (inkl. Mindstorms, Arduinos etc.)

### **Zielgruppen**

Universitäten und Forschungseinrichtungen, Industrie und Wirtschaft

## 045 Universität Stuttgart, Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Seidenstraße 36<br>70174 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-82410  |
| Fax      | +49 711 685-82808  |
| Homepage | <a href="http://www.isw.uni-stuttgart.de">http://www.isw.uni-stuttgart.de</a>              |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Alexander Verl,<br>Prof. Dr.-Ing. Oliver Riedel                             |
| Kontakt  | Dr.-Ing. Armin Lechler   |
| Telefon  | +49 711 685-82462  |
| Mail     | <a href="mailto:armin.lechler@isw.uni-stuttgart.de">armin.lechler@isw.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Der Leitgedanke des Instituts für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) der Universität Stuttgart liegt in der Entwicklung und Anwendung steuerungstechnischer und anderer informationstechnischer Mittel zur Lösung von Automatisierungsaufgaben. Das Institut fühlt sich gleichermaßen der grundlagenorientierten Forschung und der anwendungsbezogenen Entwicklung verpflichtet, woraus sich die erfolgreiche Zusammenarbeit sowohl mit öffentlichen Projektträgern als auch mit der Industrie ableitet. Im Bereich der Automobilproduktion steht dabei die Wandlungsfähigkeit durch neuartige Methoden der Automatisierung im Vordergrund. Insbesondere durch die aktive Beteiligung als Gründungsinstitut wird dieses Thema im Rahmen des Forschungscampus ARENA2036 – Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles vorangetrieben.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Steuerungsarchitekturen

Die Automatisierungstechnik profitiert in starkem Maße von den Entwicklungen der IT. Steigende Rechenperformance durch Multi-core-, GPU- und FPGA-Systeme sowie durch die Cloud-Technologie, die Miniaturisierung von Hardware-Komponenten sowie neuartige Softwarekonzepte werden am ISW zielgerichtet für die Weiterentwicklung der Steuerungs- und Antriebssysteme eingesetzt. Unter anderem hat das ISW die Architektur heutiger CNC-Systeme maßgeblich mitgeprägt und mit der offenen Antriebsreglerplattform sowie Test-

und Zertifizierungslösungen für Feldbus- und Steuerungssysteme weitere innovative Lösungen und Konzepte erarbeitet.

#### Steuerungsalgorithmen

Das ISW arbeitet seit vielen Jahren im Bereich der Grundlagenforschung zu Algorithmen für die Steuerungs- und Regelungstechnik im Kontext des Werkzeugmaschinen- und Anlagenbaus. Ziel ist es, bei der Werkstückbearbeitung die Genauigkeit und Oberflächen-güte zu verbessern, die Maschinen- und Werkzeugbelastung zu senken und die Bearbeitungszeit zu verringern. Hierfür entwickelt das ISW für Werkzeugmaschinen, Roboter und Antriebssysteme neuartige Interpolationsverfahren, Algorithmen zur kollisionsfreien Bahnplanung, hochperformante Regelalgorithmen auf FPGA-Basis sowie Algorithmen zur kinematischen und physikalischen Abbildung von Maschinen und Anlagen für die Echtzeitsimulation.

#### Antriebsregelung

Geregelte elektrische Antriebe sind aus kaum einer Branche mehr wegzudenken. Im Bereich der Produktionstechnik stellt hierbei die schnelle, präzise und robuste Einstellung von Position oder Geschwindigkeit von Maschinenkomponenten eine wesentliche Herausforderung dar. Im Bereich der Vorschubantriebe müssen vorgegebene Bahnen exakt umgesetzt und dabei gleichzeitig einwirkende Störungen eliminiert werden. Das ISW forscht in diesem Bereich an der Umsetzung neuartiger Regelverfahren und Strukturen, mit denen sich Genauigkeit, Effizienz oder Flexibilität von Antrieben steigern sowie neue Anwendungen erschließen lassen.

#### Simulationstechnik

Die simulative Abbildung von Bauteilen, Maschinen und Prozessen stellt heute ein unverzichtbares Werkzeug für Ingenieure aller Disziplinen dar. Durch die Simulationstechnik können frühzeitig Aussagen zur Lebensdauer von Bauteilen getroffen werden und das Zusammenspiel von Komponenten kann effizient verifiziert werden. Das ISW entwickelt und nutzt aus diesem Grund die Simulationstechnik auf allen Ebenen der Produktionstechnik: Im Bereich der mechanischen Analyse

von Maschinenkomponenten mittels Finite-Elemente- und Mehrkörpermethoden, in der Auslegung elektrischer und elektronischer Schaltungen sowie für die virtuelle Abbildung ganzer Anlagen und Prozesse zur virtuellen Inbetriebnahme.

#### Maschinentechnik

Im Themenfeld der Maschinentechnik befasst sich das ISW unter anderem mit den Themen der Maschinendynamik, unterschiedlichen Vorschubantriebskonzepten, den einzelnen Maschinenkomponenten und neuen Maschinenkinematiken. Es werden experimentelle Untersuchungen von Maschinen und Anlagen durchgeführt; verschiedenste Vorschubantriebe, wie Kugelgewindetriebe, Zahnstange-Ritzel-Antriebe, Riemen- und Lineardirektantriebe, werden ebenfalls messtechnisch analysiert. Zusätzlich werden neue Möglichkeiten zu deren Auslegung und Inbetriebnahme entwickelt. Um neuen technologischen Anforderungen wie beispielsweise für generative Fertigungsverfahren gerecht zu werden, werden neue Maschinenkinematiken entwickelt, ausgelegt, aufgebaut und in Betrieb genommen.

#### Kommunikation

Die Kommunikationstechnik spielt für den Maschinen- und Anlagenbau eine wichtige Rolle. Im Rahmen der Initiativen zu Industrie 4.0 und IoT hat die Bedeutung der Kommunikationstechnik noch weiter zugenommen. Das ISW treibt in diesem Zusammenhang Innovationen im Bereich der echtzeitfähigen und nichtechtzeitfähigen Kommunikationsmechanismen voran. Neben der Spezifikation von Kommunikationsprotokollen und -profilen zählen hierzu auch Validierung und Test. Das ISW ist dabei fest in der Sercos, TSN (Time-sensitive Networking) und OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) Community verankert.

#### Engineering

Zur Effizienzsteigerung des Entwicklungsprozesses forscht das ISW an simulationsgestützten und baukastenorientierten Engineering-Methoden. Hierbei werden Simulationsmodelle als Kommunikations- und Validierungsplattformen verwendet, um bereits in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses Funktionen visualisier- und überprüfbar zu machen. Um die Modellbildung zu erleichtern, werden Methoden aus dem baukastenorientierten Engineering verwendet, die es erlauben, Modelle automatisch aus funktionalen Primitiven auf Basis einer Anforderungsbeschreibung zu erstellen und zu bewerten. Die Methodik sieht vor, dass die Modelle mitwachsen und abschließend für die virtuelle Inbetriebnahme bzw. in Wartungsfällen verwendet werden.

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Versuchshalle mit diversen Werkzeugmaschinen und Industrierobotern
- Antriebslabor mit verschiedensten Prüfständen für Antriebssysteme
- Steuerungstechniklabor mit Steuerungen unterschiedlichster Hersteller
- Labor für virtuelle Methoden in der Automatisierung
- Time-Sensitive-Networking-(TSN-)Labor
- Sercos-Labor
- Maschinen für generative Verfahren
- Modalanalyse-Systeme
- Prototyping-Systeme
- Studentisches Applikationslabor

#### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 046 Universität Stuttgart, Institut für Strahlwerkzeuge (IFSW)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 43<br>70569 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 685-66841  |
| Fax      | +49 711 685-66842  |
| Homepage | <a href="http://www.ifsw.uni-stuttgart.de">http://www.ifsw.uni-stuttgart.de</a>                      |
| Leitung  | Prof. Dr. phil. nat. Thomas Graf   |
| Kontakt  | Heidi-Maria Götz   |
| Telefon  | +49 711 685-66861  |
| Mail     | <a href="mailto:heidi-maria.goetz@ifsw.uni-stuttgart.de">heidi-maria.goetz@ifsw.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Im Fokus des Instituts für Strahlwerkzeuge (IFSW) der Universität Stuttgart, gegründet 1986, steht die Entwicklung der Lasertechnik. Im Sinne einer ganzheitlichen Vorgehensweise reichen die Aufgaben von grundlegenden Untersuchungen und Entwicklungen bis hin zu Demonstrationsvorhaben für den erfolgreichen industriellen Einsatz. Dabei befasst sich das IFSW mit ausgewählten Themen aus den Gebieten der Laserstrahlquellen, der optischen Elemente und Komponenten zur Strahlführung und -formung, mit der Systemtechnik für die laserbasierte Fertigung sowie mit der Wechselwirkung zwischen Laserstrahl und Werkstück und der Verfahrensentwicklung selbst.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Laserentwicklung und Laseroptik

Dieser Bereich beschäftigt sich im Rahmen der Laserentwicklung und Laseroptik mit Diodengepumpten Festkörperlasern von CW- bis UKP-Betrieb, Strahl- und Pulsformung, Strahlführung, Charakterisierung von Laserstrahlen und optischer Elemente, Faseroptik, Faserproduktion und integrierter Optik. Ein bedeutender Forschungsschwerpunkt des IFSW sind Grundlagenuntersuchungen zu diodengepumpten Festkörperlasern, einschließlich der Entwicklung von Messverfahren zur Qualifizierung optischer Elemente insbesondere unter thermischer Belastung. Die hier erarbeiteten Erkenntnisse dienen der steten Weiterentwicklung zuverlässiger Laser- und Strahlführungssysteme mit bester Strahlqualität und hohen Leistungen bei allen Betriebsarten (CW, gütegeschaltet, modengekoppelt). Mit der Laserentwicklung eng verbunden sind

Untersuchungen zu neuartigen optischen Elementen wie diffraktiven Optiken, aktiven optischen Elementen und faserintegrierten Komponenten. Mit den eigenen Faserproduktionsanlagen bestehend aus MCV-D-Preformherstellung und Ziehturm sind die Faseroptik und die Untersuchungen zur Herstellung hochleistungstauglicher optischer Fasern sowie die Entwicklung spezieller Faserlaser ebenfalls Bestandteil des ganzheitlichen Forschungsansatzes.

#### Systemtechnik

Der Forschungsschwerpunkt Systemtechnik umfasst hochdynamische Strahlführung, Integration, Lasersicherheit sowie Mess- und Regelungstechnik. Es werden die systemtechnischen Auswirkungen erforscht, die sich aus der Weiterentwicklung der Strahlquellen und den Erkenntnissen der Verfahrensentwicklung für laserbasierte Fertigungsverfahren ergeben. Im Forschungsschwerpunkt werden aufbauend auf den Grundlagenerkenntnissen der laserbasierten Fertigungsverfahren innovative Lösungen für die Systemtechnik und laserbasierte Fertigungsanlagen erarbeitet. Dabei stehen neben Lösungen für hochdynamische Strahlführungen die Auslegung von Anlagen und Systemen, die Lasersicherheit und die Integration von Laserstrahlquellen vor allem in Bezug auf Mess- und Regelungstechnik für etablierte und neue laserbasierte Fertigungsverfahren im Fokus, um die Produktivität zu steigern und die Umsetzbarkeit der Verfahren in einer industriellen Umgebung zu demonstrieren. Die Systementwicklung erfolgt mit der Zielsetzung der fertigungstechnischen Umsetzung der laserbasierten Verfahren und stützt sich auf die neuesten Erkenntnisse der Laser und der Verfahrensentwicklung am Institut. Als Entwicklungsumgebung werden neben der zur Verfügung stehenden Infrastruktur der Verfahrensentwicklung die am Institut neu entwickelten Laserstrahlquellen verwendet. Das Ziel des Forschungsschwerpunktes Systemtechnik ist, die Umsetzbarkeit der entwickelten Verfahren durch innovative systemtechnische Lösungen zu erleichtern, um die Produktivität und die Flexibilität laserbasierter Fertigungsverfahren zu erhöhen. Der Fachbereich verfolgt dabei den Ansatz, dass das zu verwendende Verfahren die Eigenschaften der benötigten Systeme und Anlagen bestimmt.

### Laserverfahren für die Materialbearbeitung

Im Fokus des Forschungsschwerpunkts zur Verfahrensentwicklung stehen Grundlagen und Prozessentwicklungen zur Makro- und Mikro-Materialbearbeitung, Prozess- und Strahldiagnostik, analytische und numerische Modellierung, Prozesskontrolle und -regelung sowie Anwendungsentwicklung. Hier fließen Grundlagenkenntnisse der Wechselwirkung zwischen Laserstrahl und Werkstück in die Entwicklung neuer, robuster laserbasierter Fertigungsverfahren und die Erweiterung der Prozessgrenzen bei bekannten Verfahren ein. Dabei steht die analytische und numerische Modellierung genauso im Fokus wie die zuverlässige Prozessüberwachung und -regelung. Am IFSW stehen zahlreiche Bearbeitungsanlagen mit industriellem Standard zur Verfügung, die ein breites Spektrum an Verfahren vom CW-Schneiden und -Schweißen bis zum Bohren und Abtragen mit Kurz- und Ultrakurzpulslasern abdecken. Die Verfahrensentwicklung und die Erarbeitung von Prozessdaten erfolgen unter industrienahen Gesichtspunkten. Neben der Bearbeitung metallischer und keramischer Werkstoffe erforscht das IFSW auch die Laserbearbeitung moderner Verbundwerkstoffe. Für die Grundlagenuntersuchungen und die Entwicklung robuster Verfahren stützt sich das IFSW auf eine umfassend ausgestattete Diagnostikinfrastruktur, einschließlich einer einzigartigen Hochgeschwindigkeits-Röntgen-Videoanlage.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Umfassende Ausstattung von Optik- und Laser-Laboren und Anlagen für die Materialbearbeitung auf dem modernsten Stand der Technik
- Hochgeschwindigkeitsröntgenanlage für In-situ-Visualisierung von Schweißprozessen
- Mess- und Diagnostikgeräte zur Visualisierung von Bearbeitungsprozessen
- Produktionseinrichtungen für die Herstellung optischer Fasern
- Fertigungsanlagen für Laser-Materialbearbeitung (Schneiden, Schweißen und Mikrobearbeitung)

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 047 Universität Stuttgart, Institut für Straßen- und Verkehrswesen (ISV), Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 7<br>70569 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-82482  |
| Fax      | +49 711 685-82484  |
| Homepage | <a href="http://www.isv.uni-stuttgart.de/vuv">www.isv.uni-stuttgart.de/vuv</a>                   |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich  |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich  |
| Telefon  | +49 711 685-82480  |
| Mail     | <a href="mailto:markus.friedrich@isv.uni-stuttgart.de">markus.friedrich@isv.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Der Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik beschäftigt sich in Forschung und Lehre mit der Planung und dem Betrieb von Verkehrsnetzen. Im Mittelpunkt stehen Fragestellungen, die zur Entwicklung eines nachhaltigen Mobilitätssystems beitragen sollen: Wie kann man das Mobilitätsverhalten von Menschen erfassen und erklären? Wie sollten Verkehrsnetze aus Sicht der Verkehrsteilnehmer unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und ökologischer Randbedingungen gestaltet werden? Was muss man tun, um den Verkehrsablauf zu verbessern? Welche Wirkungen haben geplante verkehrliche Maßnahmen?

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Verkehrsnachfragemodellierung

Dies umfasst die Entwicklung und Anwendung von multimodalen Verkehrsnachfrage- und Umlegungsmodellen für die Analyse und Prognose der Verkehrsnachfrage. Hierbei werden ordnungspolitische Maßnahmen (Durchfahrtsverbote, Umweltstreifen) ebenso wie neue Verkehrsangebote (Ride Sharing, Car-Sharing, autonome Fahrzeuge, Mobility as a Service) in Verkehrsnachfragemodellen abgebildet. Das Institut entwickelt auch Methoden zur Qualitätssicherung und zur Validierung von Verkehrsnachfragemodellen und setzt sie ein.

#### Erfassung von Verkehrsdaten

Das Institut befasst sich mit der Entwicklung und Anwendung von Verfahren zur Erfassung des Mobilitätsverhaltens und der Verkehrslage aus Mobilfunkdaten, ANPR-, Bluetooth- und Floating-Car-Daten. Zudem werden Verkehrszähl- und Fahrzeitdaten für eine ganglinienbasierte Tagesprognose im Straßennetz ausgewertet und geclustert.

#### Analyse und Bewertung der Verkehrsangebotsqualität

Verkehrsangebotsqualität wird für einzelne Verkehrsanlagen, auf Streckenzügen und auf ganzen Verbindungen ermittelt und bewertet. Hierzu werden Kenngrößen zur Quantifizierung der Qualität und der Zuverlässigkeit des Verkehrsangebots wie Verkehrsleistung, Verkehrszeitaufwand, Fahrzeitindex oder Verlustzeitstunden entwickelt.

#### Planung von Verkehrsnetzen

Rechnergestützte Verfahren werden zur Gestaltung und Kategorisierung von Verkehrswegen entwickelt und für Anwendungsfälle eingesetzt. Dies umfasst auch Methoden zum Entwurf von Linienwegen, Fahrplänen und Umlaufplänen im öffentlichen Verkehr.

### Ausstattung/Einrichtungen

- Messfahrzeug (Kleinbus)
- 8 ANPR-Messsysteme (Automated Number Plate Recognition)
- Modellierungssoftware Verkehrsnachfrage (makroskopisch)
- Modellierungssoftware Verkehrsablauf (mikroskopisch)

### Zielgruppen

Verwaltungen (EU, Bundesrepublik Deutschland, Länder, Kommunen), Universitäten/Hochschulen, Forschung, Wirtschaft/Industrie/Verbände

## 048 Universität Stuttgart, Institut für Systemdynamik (ISYS)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Waldburgstraße 17/19<br>70563 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 685-66302  |
| Fax      | +49 711 685-66371  |
| Homepage | <a href="http://www.isys.uni-stuttgart.de">http://www.isys.uni-stuttgart.de</a>    |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Oliver<br>Sawodny   |
| Kontakt  | Gerlind Preisenhammer  |
| Telefon  | +49 711 685-66302  |
| Mail     | <a href="mailto:sek-isys@isys.uni-stuttgart.de">sek-isys@isys.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Systemdynamik versteht sich als Schnittstelle zwischen Forschung und Anwendung im Bereich der Systemdynamik und Regelungstechnik. Bei unserer täglichen Arbeit werden die Methoden der Systemtheorie, der Modellbildung, der Simulation, der Regelungstechnik und der Optimierung angewendet und weiterentwickelt. Zusammen mit unseren regionalen und internationalen Partnern aus Forschung und Industrie erarbeiten wir innovative Lösungen, übernehmen die automatisierungstechnische Implementierung und die Betreuung als Produkt.

Im Bereich der Mobilität haben sich am Institut für Systemdynamik verschiedene Schwerpunkte für die Anwendung von Methoden der Kybernetik und der Systemtechnik herausgebildet. Dies reicht von elektrischen Antriebskonzepten über die Betrachtung von Batteriealterung bis hin zu Fahrzeugbetriebsstrategien und Verkehrsflussmodellierung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Elektrische Fahrzeugantriebskonzepte

Für den Bereich der elektrischen Antriebe in Fahrzeugen wurden verschiedenste Projekte durchgeführt. Hierzu zählen: optimierte Betriebsstrategie für Hybridfahrzeuge und Optimierungsstrategien zur Reichweitenvergrößerung bei Elektrofahrzeugen. Auf Ebene der elektrischen Antriebsmotoren bestehen Aktivitäten im Bereich der Betriebsstrategie der elektrischen Antriebsmaschine hinsichtlich Momentenverteilung. Für die Auslegung von Hochvoltbordnetzen werden systemtechnische Ansätze zur Auslegung der Komponenten sowie zur Abschätzung der Störungen abgeleitet.

#### Batteriemodellierung

Für Lithium-Ionen-Akkus werden dynamische Modelle abgeleitet. Es bestehen Erfahrungen in der Herleitung kompakter Modelle zur Beschreibung der Batteriealterung. Darauf aufbauend werden optimierte Ladestrategien abgeleitet.

#### Datenbasierte Methoden und Predictive Maintenance

Unter Verwendung struktureller Ansätze, ergänzt um Adaptionenmechanismen basierend auf maschinellen Lernverfahren, werden Methoden für Predictive Maintenance abgeleitet. Für Brennstoffzellensysteme werden geeignete dynamische Modelle simuliert und geeignete Regelungsansätze realisiert.

#### Thermomanagement und Klimatisierung

Ausgehend von komplexen CFD-Modellen zur Modellierung von thermodynamischen Systemen in Fahrzeugen werden kompakte systemdynamische Modelle zur Herleitung von optimierten Betriebsstrategien sowie zur Auslegungsoptimierung erarbeitet. Diese Methoden werden dazu eingesetzt, um das Thermomanagement in Elektrofahrzeugen auszulegen, oder für die Klimaregelung im Kraftfahrzeug verwendet.

#### Verkehrsflussmodellierung

Für neue optimierte Betriebsstrategien werden basierend auf den durch internetbasierte Informationsdienste abgeleiteten makroskopischen Informationen zur Verkehrsdichte in unterschiedlichen Zeitskalen unter Verwendung der Assistenzsysteme des Kraftfahrzeugs Schätzungen der Umgebungssituation des Verkehrsflusses abgeleitet.

#### Chassis-Kontrollsysteme

Für die Fahrzeuglängs- und -querdynamik werden auf verschiedenen Abstraktionsebenen dynamische Modelle je nach Anwendungsfall abgeleitet und es werden in Kooperation mit Industriepartnern Ansätze für Fahrwerksregelungen sowohl hinsichtlich der Vertikalbewegung der Fahrzeuge als auch zum Folgen einer definierten Querdynamik abgeleitet und umgesetzt.

Steuerungs- und Regelungsansätze für  
Getriebe

Für den Antriebsstrang aus Antriebsmaschine, Zweimassenschwungrad, Kupplung, Getriebe sowie den entsprechenden Stellaktuatoren wurden für verschiedene Partner modellbasierte Regelungsansätze sowie Ansätze zur Diagnose umgesetzt.

Hydraulik und Pneumatik

Für hydraulische und pneumatische Subsysteme im Bereich der Mobilität werden dynamische Modelle sowie deren Regelungs- und Steuerstrategien bearbeitet.

**Ausstattung/Einrichtungen**

- Getriebeprüfstand
- dSpace-Systeme
- Infrastruktur für komplexe Simulationsrechnungen

**Zielgruppen**

Industrie, Forschung

## 049 Universität Stuttgart, Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik (IST)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 9<br>70550 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 685-67734   |
| Fax      | +49 711 685-67735   |
| Homepage | <a href="http://www.ist.uni-stuttgart.de">www.ist.uni-stuttgart.de</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer   |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer   |
| Telefon  | +49 711 685-67734   |
| Mail     | <a href="mailto:frank.allgower@ist.uni-stuttgart.de">frank.allgower@ist.uni-stuttgart.de</a> , <a href="mailto:sekist@ist.uni-stuttgart.de">sekist@ist.uni-stuttgart.de</a> (Sekretariat) |

### Kurzinfo

Ziel des Instituts für Systemtheorie und Regelungstechnik (IST) ist es, Probleme der Systemtheorie und Regelungstechnik durch theoretische und methodische Ansätze zu behandeln. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung von neuartigen Methoden zur Beschreibung, Analyse und Regelung komplexer Systeme verschiedenster Art. Insbesondere haben sich speziell die Felder modellprädiktive Regelung, Regelung vernetzter Systeme und Regelung nichtlinearer Systeme sowie die Systembiologie zu den Hauptsäulen unserer Forschung entwickelt.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Regelung vernetzter Systeme

Ein Hauptschwerpunkt der Forschung am IST ist die Analyse und Regelung von vernetzten Systemen. Hierbei werden Netzwerke von dynamischen, miteinander interagierenden Systemen betrachtet, wie sie beispielsweise im Kontext großskaliger, cyber-physischer sowie autonomer Systeme auftreten. Für die Entwicklung von (verteilten) Regelungsstrategien für solche Netzwerke ist ein fundiertes Verständnis des Zusammenspiels der einzelnen Systemdynamiken, der Verkopplungen zwischen den Systemen sowie der verwendeten Kommunikationsprotokolle von entscheidender Bedeutung.

#### Modellprädiktive Regelung

Die modellprädiktive Regelung ist ein modernes, optimierungsbasiertes Regelungsverfahren mit weitreichender Verbreitung in verschiedensten industriellen Anwendungen. Hauptvorteile dieses Regelungskonzeptes sind die Möglichkeiten, direkt ein gegebenes Gütekriterium optimieren und die Einhaltung von vorliegenden Beschränkungen auf Stellgrößen und Systemzustände garantieren zu können. Am IST werden neue prädiktive Regelungsverfahren entwickelt, für die gewünschte Eigenschaften wie z. B. Stabilität des geschlossenen Regelkreises sowie Abschätzungen zur erreichten Regelgüte mathematisch rigoros garantiert werden können. Insbesondere liegt ein Schwerpunkt auf der Entwicklung solcher Verfahren für unsichere Systeme (Modellunsicherheiten sowie externe Störungen) sowie verteilte, vernetzte Systeme.

#### Regelung nichtlinearer Systeme

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt am IST ist die Analyse und Regelung nichtlinearer Systeme. Hierbei werden Schätz- und Regelungsverfahren für verschiedene Klassen nichtlinearer Systeme entwickelt, wie beispielsweise datenbasierte Konzepte zum nichtlinearen Reglerentwurf, nichtlineare Steuerbarkeitskonzepte, Verfahren zur Stabilisierung von Mannigfaltigkeiten oder optimierungsbasierte, nichtlineare Zustandsschätzverfahren.

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

*Keine Angaben*

#### **Zielgruppen**

Forschung, Hochschule, Industrie

## 050 Universität Stuttgart, Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen (IVK)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 12<br>70569 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-65710   |
| Fax      | +49 711 685-65710   |
| Homepage | <a href="http://www.ivk.uni-stuttgart.de/IVK">http://www.ivk.uni-stuttgart.de/IVK</a>   |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. M. Bargende<br>(Lehrstuhl Fahrzeugantriebe)<br>Prof. Dr.-Ing. H.-C. Reuss<br>(Lehrstuhl Kraftfahrzeugmechanik, geschäftsführender Direktor)<br>Prof. Dr.-Ing. J. Wiedemann<br>(Lehrstuhl Kraftfahrwesen) |
| Kontakt  | Susanne Jenisch   |
| Telefon  | +49 711 685-65612   |
| Mail     | <a href="mailto:susanne.jenisch@fkfs.de">susanne.jenisch@fkfs.de</a>  |

### Kurzinfo

Das Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen (IVK) gehört zur Fakultät für Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik der Universität Stuttgart und beschäftigt sich mit Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Kraftfahrzeug- und Motortechnik. In Kooperation mit dem Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart FKFS wird die universitäre Grundlagenforschung mit angewandter Auftragsforschung verbunden. Das Institut beheimatet zudem das Renn-, das Green- und ein Driverless-Team der Universität Stuttgart, die sehr erfolgreich studentische und autonom fahrende Rennfahrzeuge für den Formula-Student-Wettbewerb entwickeln.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Aerodynamik/Aeroakustik und Thermomanagement

Die Forschungsschwerpunkt Aerodynamik/Aeroakustik beschäftigt sich mit dem Einfluss des Luftwiderstands auf den Energiebedarf von Kraftfahrzeugen sowie auf deren Fahrstabilität und Fahrdynamik. Da sich insbesondere beim BEV Heizung und Klimatisierung des Fahrgastinnenraums sowie die Kühlung und Temperierung elektrischer und elektronischer Komponenten deutlicher als beim verbrennungsmotorischen Antrieb auf die Reichweite des Fahrzeugs auswirken, gewinnt

der Forschungsschwerpunkt Thermo- management zunehmend an Bedeutung. Diesen Problemfeldern widmen sich die Arbeitsgebiete Aerodynamik und Thermo- management in numerischen und experimentellen Untersuchungen.

#### Fahrdynamik

Die wachsende Systemkomplexität durch eine steigende Anzahl interagierender Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme macht es notwendig, Fahrzeugdynamik ganzheitlich zu betrachten. Klassische Fahrversuche sollen daher durch den im Aufbau befindlichen Fahrzeugdynamikprüfstand des IVK ergänzt werden, in dem hochdynamische und quasi-stationäre dreidimensionale Fahrmanöver möglich sein werden.

Die aus Versuchen im Aeroakustik-Fahrzeugwindkanal und Fahrzeugdynamikprüfstand ermittelten Daten zur Fahrzeugreaktion auf Windlasten und dynamische Fahrmanöver dienen dann im Fahrsimulator zur Bedatung der Randbedingungen für Fahrbewegung.

#### Automatisierung

In hochdynamischen Fahrsimulatoren wird die Erfahrbarkeit des automatisierten Fahrens für Probanden im Rahmen von Akzeptanzstudien ermöglicht. Aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Bereich Fahrdynamik werden integriert und folglich Synergieeffekte geschaffen. Darüber hinaus werden neben der simulatorischen Erforschung von Assistenz- und Automatisierungssystemen zu Modellbildung und Validierung auch Probandenstudien im realen Straßenverkehr mit Forschungsfahrzeugen durchgeführt. Dadurch können ganzheitliche Forschungsergebnisse gewonnen werden.

#### Hybridantriebe

Forschungsschwerpunkte sind im Bereich von optimierten Betriebsstrategien die Untersuchung von hybridspezifischen Motoroptimierungen und die Weiterentwicklung von Simulationswerkzeugen für die Analyse von alternativen Antrieben. Es werden Aggregate für spezifische Antriebskonzepte optimiert. Insbesondere für Dieselhybride ergeben sich hier neue Potenziale der Emissionsminderung, die nur im Zusammenspiel von modernsten

Abgasnachbehandlungssystemen und einer intelligenten Antriebsregelung gelöst werden können.

#### Elektromobilität

Um die Lebensdauer von Akkumulatoren zu erhöhen, werden neue Ansätze von Batteriemanagementsystemen erforscht und Teilfunktionen automatisiert und integriert. Weitere Forschungsthemen sind Hochvolt-Ladesysteme sowie induktives Laden. Beispielhaft ist die Entwicklung eines Algorithmus für das induktive Laden, mit dem sich ein Fahrzeug automatisiert über die Primärspule positionieren kann.

#### Alternative Kraftstoffe

Die Infrastruktur des IVK ermöglicht die Untersuchung gasförmiger und flüssiger synthetischer Kraftstoffe und dadurch die Erschließung neuer Potenziale zur Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Einerseits werden Gemischbildungs- und Brennverfahren untersucht, andererseits erfolgt die Erforschung und Modellierung verbrennungsrelevanter Kraftstoffeigenschaften. Umfangreiche Simulationsmodelle werden entwickelt, wodurch verbrennungsrelevante Parameter prädiktiv bestimmt werden können.

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

Die Forschungseinrichtungen des IVK werden teilweise durch das FKFS – Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart betrieben.

- Windkanalanlagen (1:1 Fahrzeugwindkanal, Thermowindkanal, 1:4/1:5 Modellwindkanal)
- Stuttgarter Fahrsimulator
- Multikonfigurations- und Antriebsstrangprüfstand
- Akustikprüfstände
- Hydropulsprüfstand
- PDA-Labor zur Einspritzstrahlvermessung
- Rollenprüfstände
- Hybridmotorenprüfstand (im Aufbau)
- Fahrzeugdynamikprüfstand (im Aufbau)
- Verbrennungsmotorenprüfstände
- Versorgungsprüfstand
- System- und Komponentenprüfstände
- Versuchsfahrzeuge

#### **Zielgruppen**

Forschung, Hochschule, Wirtschaft, Industrie, Verbände

## 051 Universität Stuttgart, Zentrum für interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung (ZIRIUS)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Seidenstraße 36<br>70174 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-83971; +49 711<br>685-84295 (Sekretariat)  |
| Fax      | +49 711 685-82487  |
| Homepage | <a href="http://www.zirius.eu">www.zirius.eu</a>   |
| Leitung  | Prof. Dr. Cordula Kropp; Prof. Dr.<br>André Bächtiger; Prof. Dr.<br>Burkhard Pedell                            |
| Kontakt  | Prof. Dr. Cordula Kropp  |
| Telefon  | +49 711 685-84295 (Sekretariat)  |
| Mail     | <a href="mailto:sabine.muecke@zirius.uni-stuttgart.de">sabine.muecke@zirius.uni-stuttgart.de</a> (Sekretariat) |

### Kurzinfo

Das Zentrum für Interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung (ZIRIUS) ist ein fakultätsübergreifendes Forschungszentrum (Stuttgart Research Center, SRC) der Universität Stuttgart. Hier arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Soziologie, Politikwissenschaft, Psychologie, Betriebswirtschaft sowie einzelnen Ingenieurwissenschaften an Forschungsvorhaben im Themenfeld von Wissenschaft, Technik und demokratischer Gestaltung in einer nachhaltigen Gesellschaft.

Ziele und Aufgaben von ZIRIUS bestehen darin,

- detailliert und vergleichend die Innovationslinien und Entwicklungsverläufe in verschiedenen Handlungsfeldern (Energieversorgung, Mobilität, Umwelt- und Klimaschutz, Gesundheit, Ernährung und Wasser) in ihrem gesellschaftlichen Kontext zu erforschen,
- Verfahren der Risiko- und Technikbewertung und der Beteiligung von Zivilgesellschaft und Interessengruppen zu analysieren, zu erproben und weiterzuentwickeln sowie die Vor- und Nachteile verschiedener Formate aufzuzeigen,
- Konzepte, Methoden und Strategien für die Erforschung soziotechnischen Wandels bereitzustellen,
- die Debatte um einen verantwortlichen Umgang mit Risiken und Ungewissheit zu informieren und zu moderieren.

Forschungsschwerpunkte liegen in gesellschaftlich relevanten Handlungsfeldern wie Energieversorgung, Mobilität, Umwelt- und Klimaschutz, Gesundheit, Ernährung und Wasser.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das ZIRIUS untersucht den Wandel soziotechnischer Systeme und die damit verbundenen Herausforderungen sowie Chancen verantwortlicher Gestaltung und effektiver Öffentlichkeitsbeteiligung. Die Arbeitsgebiete von ZIRIUS bestehen in den vier folgenden Schwerpunkten.

#### Innovationslinien und Technikentwicklungen

Vergleichende Erforschung von gesellschaftlich relevanten Innovationslinien und Technikentwicklungen an den Schnittstellen von Gesellschaft, Technologie und Umweltfragen (Energieversorgung, Mobilität, Umwelt- und Klimaschutz, Gesundheit, Ernährung und Wasser). Im Mobilitätsbereich geht es bspw. darum, neuartige Technologien wie das autonome Fahren mit Blick auf die gesellschaftliche Einbettung zu erforschen, die Wahrnehmung der damit verbundenen Innovationsziele in der Bevölkerung und bei unterschiedlichen Akteursgruppen zu untersuchen und in Systemanalysen zu erkunden, welche Möglichkeiten der Elektrifizierung des Verkehrs im Rahmen verschiedener Szenarien der Energiewende denkbar sind.

#### Risiko- und Technikbewertung

Analyse, Erprobung und Weiterentwicklung von Verfahren der Risiko- und Technikbewertung sowie der Beteiligung von Zivilgesellschaft und Interessengruppen für verantwortliche Forschung und Innovation (RRI). Im Mobilitätsbereich bahnt sich nach Jahrzehnten des weitgehend alternativlosen Ausbaus der auf Automobilität gerichteten Technostrukturen eine Verkehrswende an: Die Digitalisierung des Verkehrs eröffnet neuartige Gestaltungsmöglichkeiten und -zwänge, Energie- und Fahrzeugtechnik werden verändert und vor allem in urbanen Räumen entstehen vielfältige Ideen und Ansätze, um das Mobilitätsgeschehen insgesamt umweltgerechter und fairer zu arrangieren. ZIRIUS

exploriert in transdisziplinären Forschungskontexten (bspw. in Reallaboren) die Vor- und Nachteile verschiedener Entwicklungsmöglichkeiten und ihrer direkten und indirekten Folgen und Folgenfolgen im Gespräch mit zivilgesellschaftlichen Akteuren und Experten aus Verkehrsplanung und -verwaltung sowie anderen wissenschaftlichen Disziplinen.

#### Moderation von gesellschaftlichen Debatten

Unterstützung und Moderation von gesellschaftlichen Debatten über den verantwortlichen Umgang mit Risiken und Ungewissheiten: Nicht nur in Stuttgart erregt die Suche nach einem verantwortlichen Umgang mit den Verkehrsemissionen die Gemüter. In verschiedenen Forschungsprojekten werden zur Unterstützung der gesellschaftlichen Diskussion über den Umgang mit den verkehrsverursachten Klima- und Gesundheitsrisiken Informationen für Wissenschaft und Politik aufbereitet und partizipative Verfahren der Meinungsbildung und Entscheidungsfindung unterstützt.

#### Konzepte, Methoden und Strategien für die Erforschung soziotechnischen Wandels

Im Unterschied zu früheren Gesellschaften sind moderne Gesellschaften als hochtechnisiert und stark vernetzt zu verstehen und von einem raschen Wandel geprägt. Auf diesen Umstand muss auch in der Mobilitätsforschung mit der Entwicklung integrativer Perspektiven reagiert werden, die gleichermaßen technische, kulturelle und ökologische Dimensionen der Mobilitätsentwicklung erfassen und modellieren können.

ZIRIUS führt im Mobilitätsbereich inter- und transdisziplinäre Forschungsprojekte durch zu

- den sozioökonomischen und institutionellen Bedingungen technischer Innovationsprozesse,
- Risikoanalyse, Risikomanagement und Risikokommunikation, insbesondere Umwelt-, Klima- und Gesundheitsrisiken,
- den ökonomischen, politischen und gesellschaftlichen Voraussetzungen, Möglichkeiten und Folgen soziotechnischen Wandels,
- den Voraussetzungen, Prozessen und Ergebnissen unterschiedlicher Formate der Öffentlichkeitsbeteiligung.

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

*Keine Angaben*

#### **Zielgruppen**

Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Zivilgesellschaft

## 052 Universität Ulm, Institut für Elektrochemie

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Albert-Einstein-Allee 47<br>D-89081 Ulm                           |
| Telefon  | +49 731 50-25401  |
| Fax      | +49 731 50-25409  |
| Homepage | <a href="http://www.uni-ulm.de/iec">http://www.uni-ulm.de/iec</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Timo Jacob  |
| Kontakt  | Prof. Dr. Timo Jacob  |
| Telefon  | +49 731 50-25401  |
| Mail     | <a href="mailto:nawi.ec@uni-ulm.de">nawi.ec@uni-ulm.de</a>        |

### Kurzinfo

Am Institut für Elektrochemie werden elektrochemische Reaktionen an Einkristalloberflächen untersucht, die in Kontakt mit einem (meist) wässrigen Elektrolyten sind. Dabei spielt der Einfluss der Oberflächenstruktur auf die Reaktivität von Elektroden eine besondere Rolle. In enger Kombination von Experiment und Theorie werden somit grundlegende Fragestellungen elektrochemischer Systeme und Grenzschichten mit direktem Bezug zu unterschiedlichen Anwendungen, z. B. aus den Bereichen Energiespeicherung und -wandlung, Elektromobilität und Metallabscheidung, bearbeitet.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Elektrokatalyse

Hier werden grundlegende elektrochemische Reaktionen an Modellelektroden untersucht, um Einblicke in die Beziehung zwischen Elektrodenstruktur und deren Aktivität zu erhalten. Aus dem Verständnis der Reaktionsmechanismen lassen sich Ansätze zur Verbesserung der Aktivität, Effizienz und auch der Stabilität elektrochemischer Prozesse ableiten.

#### Elektrochemische Metallabscheidung

In diesem sehr umfangreichen und vielfältigen Arbeitsgebiet analysieren wir die fundamentalen Prozesse der Metallabscheidung zur Verbesserung der Prozessführung und zur Entwicklung alternativer Materialien und Verfahren. Aktuelle Projekte beschäftigen sich mit der Abscheidung diverser Metalle mit Anwendungen aus den Bereichen der Galvanik, kathodischen Tauchlackierung, Energiespeicherung in Batterien usw.

#### Energiespeicherung und -wandlung

Die Schwerpunkte dieses Arbeitsgebietes umfassen aktuell die vielfältigen Fragestellungen zum Thema Batterien und Brennstoffzellen. Dabei werden neben der Struktur der Elektrode/Elektrolyt-Grenzschicht auch daran ablaufenden Prozesse, z. B. SEI-Bildung, Degradationsmechanismen, Katalysator(weiter)entwicklung, Prozessoptimierung, untersucht.

#### Bioelektrochemie

Die Kombination von Elektrochemie mit biologischen Systemen und Fragestellungen eröffnet dieses spannende Arbeitsgebiet. Dabei steht neben der Funktionalisierung von metallischen Elektroden mit organischen bzw. biologischen Materialien vor allem die Entwicklung von Biosensoren und Biokatalysatoren im Vordergrund.

#### Plasmakatalyse

Die Verwendung transientser atmosphärischer Plasmen erlaubt die direkte Beeinflussung der Struktur und Eigenschaften von Elektroden. Diese werden dabei in metastabile Zustände versetzt, was interessante Anwendungen im Bereich der Elektrokatalyse eröffnet.

#### Photoelektrochemie

In diesem Arbeitsgebiet beschäftigt sich das Institut sowohl mit der Kombination von Photovoltaik und Elektrolysezellen als auch mit dem kombinierten photoelektrokatalytischen System, in dem direkt lichtinduzierte elektrokatalytische Reaktionen ablaufen, z. B. Wasserspaltung zur Erzeugung von Wasserstoff als Energieträger.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

Das Institut verfügt über umfangreiche experimentelle elektrochemische Methoden sowie über Expertise für theoretische Simulationen.

Experiment (u. a.)

- „Klassische“ elektrochemische Methoden: zyklische Voltammetrie (CV), in-situ elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS), rotierende Scheibenelektrode (RRDE)
- Strukturauflösende Methoden: in-situ elektrochemische Rastertunnelspektroskopie (EC-STM), in-situ Rasterkraftmikroskopie (EC-AFM), Auger-Spektroskopie (AES)
- In-situ Infrarotspektroskopie (ATR-FTIR)
- In-situ Raman-Spektroskopie
- Elektrochemische Quarzmikrowaage (EQCM)
- Kelvin-Probe
- Elektrochemische Atomsonde (im Aufbau)
- Elektronenmikroskopie (FIB-SEM)
- Photoelektrochemielabor
- Elektrochemisches Syntheselabor

Theorie (u. a.)

- Institutsinterner Rechencluster
- Selbst entwickeltes Multiskalenverfahren zur Simulation von Fragestellungen auf atomarer, mikroskopischer, mesoskopischer, makroskopischer, Kontinuum-Skala

## **Zielgruppen**

Forschung, Hochschule, Wirtschaft, Industrie, Verbände

## 053 Universität Ulm, Institut für Energiewandlung und -speicherung (EWS)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Albert-Einstein-Allee 47<br>89081 Ulm                              |
| Telefon  | +49 731 50-25541   |
| Fax      | +49 731 50-25549   |
| Homepage | <a href="http://www.uni-ulm.de/in/ews/">www.uni-ulm.de/in/ews/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Josef Kallo   |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Josef Kallo   |
| Telefon  | +49 731 50-25540   |
| Mail     | <a href="mailto:in.ews@uni-ulm.de">in.ews@uni-ulm.de</a>           |

### Kurzinfo

Das Institut für Energiewandlung und –speicherung der Universität Ulm hat seinen Forschungsschwerpunkt in der Untersuchung, Integration und Optimierung von elektrochemischen, leistungselektronischen und elektromechanischen Komponenten in mobilen und stationären Energiesystemen. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Neu- und Weiterentwicklung von neuartigen hybriden Antriebskonzepten für emissionsarme Antriebe für Kleinflugzeuge. Derzeit liegt der Fokus auf zwei Systemarchitekturen: einem Verbrennungsmotor-Batterie-Hybrid zur Reduzierung der Emissionen und einem Brennstoffzellen-Batterie-Hybrid. Ziel ist es, diese emissionsfreie Technologie für Mittelstreckenflüge einzusetzen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Arbeiten am Institut beinhalten die Modellierung und experimentelle Tests von Einzelkomponenten und von Gesamtantriebssystemen bis 250 kW. Die Testinfrastruktur ermöglicht Tests bei relevanten Bedingungen wie Umgebungstemperatur, niedrigem Umgebungsdruck und Dynamikanforderungen. Als ganzheitlicher Ansatz werden sowohl elektrische als auch thermische und mechanische Aspekte der Gesamtsystemintegration betrachtet und thermodynamische Analysen von Einzelkomponenten durchgeführt.

Im Bereich des Energiemanagements entwickelt, testet und implementiert das Institut Leistungselektronik und Regelungskonzepte für hybride Gesamtsysteme, um eine Optimierung der Effizienz, Zuverlässigkeit und Sicherheit zu erreichen.

### Gesamtsystemintegration

Ein Forschungsschwerpunkt am EWS ist die Gesamtsystemintegration für hybridelektrische Gesamtantriebsstränge für Luftfahrtanwendungen. Dabei liegt ein Fokus auf der möglichst effizienten Kombination sämtlicher Einzelkomponenten bei gleichzeitiger Vereinfachung der Systemkomplexität.

Die theoretischen Betrachtungen werden zunächst modelliert und analysiert, anschließend erfolgen der Aufbau der Einzelkomponenten und des Gesamtsystems am Teststand und die entsprechenden Testläufe.

Bei der Modellierung liegt der Schwerpunkt neben der physikalischen Nachbildung der einzelnen Komponenten auf der optimierten Regelung des Leistungsflusses zwischen den einzelnen Komponenten. Die Regelalgorithmen werden anschließend in das Gesamtsystem implementiert und hinsichtlich Funktionalität, Sicherheit und Redundanz getestet.

Das Gesamtsystem besteht dabei, je nach Konfiguration, u. a. aus den Einzelkomponenten Brennstoffzelle, Batterie, E-Motor, Leistungselektronik, Verbrennungsmotor, Generator, Sicherheitskonzepte, Software und Kühlsystem.

### Hybridisierung

Ein weiterer Forschungszweig des EWS ist die Hybridisierung elektrischer Antriebsstränge. Dabei liegt der Fokus auf hybridelektrischen Systemen bestehend aus Brennstoffzelle, Batterie, Leistungselektronik und Energiemanagement für Luftfahrtanwendungen. Um die Energiequellen möglichst effizient und sicher miteinander zu koppeln, ist neben den Regelalgorithmen auch eine entsprechende Leistungselektronik notwendig. Dabei sollen sowohl neue Verschaltungsvarianten bei der Leistungselektronik als auch der Einsatz von neuen Halbleitermaterialien hinsichtlich Effizienz und Zuverlässigkeit untersucht und validiert werden.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Das Institut verfügt über Testeinrichtungen zur Vermessung von Einzelkomponenten und Gesamtsystemen (Brennstoffzellen-Batterie-Hybrid und Verbrennungsmotor-Batterie-Hybrid).

- Unterdruckkammer: niedrige Drücke bis 500 mbar, Temperaturen zwischen  $-20\text{ °C}$  und  $+40\text{ °C}$ , Feuchte, Gesamtsystemtests
- Elektromotor-Teststände, synchronisiert: Drehmoment, Strom, Spannung, Leistungsmessungen bis 250 kW, hochdynamische Verhalten, motorischer und generatorischer Betrieb
- Verbrennungsmotor-Test: Abgastests, Drehmoment, Leistung, verschiedene alternative Brennstoffe
- Leistungselektronik-Tests: Spannung, Strom, Leistung, EMV
- Batterietests: Zyklisierung, elektrische Impedanzspektroskopie, Klimatests

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 054 Universität Ulm, Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik (MRM)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Albert-Einstein-Allee 41<br>89081 Ulm  |
| Telefon  | +49 731 50-26300   |
| Fax      | +49 731 50-26301   |
| Homepage | <a href="http://www.uni-ulm.de/mrm">www.uni-ulm.de/mrm</a>                   |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Klaus Dietmayer   |
| Kontakt  | Dr.-Ing. Michael Buchholz  |
| Telefon  | +49 731 50-26334   |
| Mail     | <a href="mailto:michael.buchholz@uni-ulm.de">michael.buchholz@uni-ulm.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik (MRM) der Universität Ulm entwickelt und nutzt moderne Verfahren der Mess- und Regelungstechnik sowie der Signalverarbeitung u. a. in den Anwendungsgebieten automatisiertes und vernetztes Fahren, Elektromobilität, Robotik und mechatronische Systeme. Wichtig ist dem Institut dabei der Nachweis der Anwendbarkeit und Praxisrelevanz der Forschungsergebnisse, der u. a. durch Umsetzung an den instituts-eigenen Prüfständen und Versuchsfahrzeuge erbracht wird.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Automatisiertes und vernetztes Fahren

Die Forschungsarbeiten decken die komplette Kette der Datenverarbeitung und Regelung von der sensorischen Erfassung der Fahrzeugumgebung bis hin zum automatisierten Abfahren der geplanten Trajektorie ab. Schwerpunkte sind hierbei die Fusion von Daten aus verschiedenen Quellen zur Umgebungserfassung und -modellierung, die Lokalisierung des eigenen Fahrzeugs, die zeitliche Verfolgung (Tracking) erkannter Objekte im Fahrzeugumfeld sowie das Situationsverstehen und die Handlungsplanung, auch unter Einbeziehung von Informationen anderer Verkehrsteilnehmer. Dabei kommen sowohl probabilistische Verfahren als auch maschinelle Lernverfahren zum Einsatz. Zudem werden die Verfahren auf infrastrukturseitige Sensorik beispielsweise an Kreuzungen zur Unterstützung der automatisierten Fahrzeuge angewendet.

#### Elektromobilität

Im Arbeitsbereich Elektromobilität befasst sich das MRM zum einen mit der Erstellung steuergerätauglicher Modelle von Batterien und darauf aufbauenden echtzeitfähigen Verfahren zur Zustandsermittlung der Batterie, z. B. Ladezustand oder Alterung. Zum anderen ist die Gesamtbetriebsstrategie von elektrischen Fahrzeugen mit Redundanz im Antriebsstrang (z. B. Allrad-Einzelradantrieb) ein Schwerpunkt, in dem nicht nur Pkw, sondern auch andere Fahrzeugarten wie Zweiräder betrachtet werden. Methodische Beispiele sind hier die datengetriebene Modellerstellung (Identifikation) sowie die modellprädiktive Regelung für den energieeffizienten und sicheren Fahrzeugbetrieb.

#### Robotik

Ähnliche Fragestellungen wie im Bereich des automatisierten Fahrens werden auch im Bereich Robotik bearbeitet, beispielsweise für die Automatisierung von Prüf- und Fertigungsprozessen. Entsprechend kommen auch hier ähnliche Methoden zum Einsatz. Darüber hinaus werden angepasste Regelungskonzepte, beispielsweise für Fahrroboter oder Rehabilitationsroboter, erforscht und umgesetzt.

#### Mechatronische Systeme

Im Anwendungsgebiet mechatronische Systeme werden Methoden der Modellbildung, Regelung und Diagnose für Systeme wie Doppelkupplungsgetriebe, Dieselmotoren etc. entwickelt. Dabei erfolgt eine anforderungsgetriebene Auswahl der Methodik, um die Ziele auch in Echtzeit auf einem Steuergerät realisieren zu können.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Vier Erprobungsträger/Versuchsfahrzeuge (Pkw) mit Zulassung für den öffentlichen Straßenverkehr, davon zwei ausgestattet für den vollautomatisierten Betrieb und ein Elektrofahrzeug mit Allrad-Einzelradantrieb
- Elektrisches Leichtkraftrad mit Allradantrieb
- Testfeld/Pilotanlage zur infrastrukturseitigen Verkehrserfassung für vernetzte Fahrzeuge
- Prüfstand für Automotive-Batteriezellen oder SuperCaps mit Echtzeitregelung durch ein Prototypensteuergerät, ermöglicht Erprobung von Batteriemangement-Verfahren direkt an der Zelle
- Antriebsstrangprüfstand mit Batteriesimulator zur Prüfung von Elektromaschine und Umrichter
- Gekoppelter Betrieb von Batterie- und Antriebsstrangprüfstand zur realistischen Belastung von Batteriezellen zur Alterungsuntersuchung sowie Einbindung der Prüfstände in das baden-württembergische Labornetzwerk XiL-BW-e
- Batterieprüfplatz für kleinere Batteriezellen
- Laborräume und Werkstatt zur Realisierung von Auf-/Umbauten für Prüfstände und Fahrzeuge

### **Zielgruppen**

Industrie und Wirtschaft, KMU, Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen

## 055 Zeppelin Universität, Center for Mobility Studies und Lehrstuhl für Mobilität, Handel und Logistik

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Am Seemooser Horn 20<br>88045 Friedrichshafen   |
| Telefon  | +49 7541 6009-1610  |
| Fax      | +49 7541 6009-1199  |
| Homepage | <a href="https://www.zu.de/forschung-themen/forschungszentren/cfm/index.php?navid=975266975266">https://www.zu.de/forschung-themen/forschungszentren/cfm/index.php?navid=975266975266</a><br>und<br><a href="https://www.zu.de/lehrstuehle/cfm/index.php?navid=696019696019">https://www.zu.de/lehrstuehle/cfm/index.php?navid=696019696019</a> |
| Leitung  | Univ. Prof. Dr. Wolfgang H. Schulz  |
| Kontakt  | Ingrid Blersch  |
| Telefon  | +49 7541 6009-1387  |
| Mail     | <a href="mailto:ingrid.blersch@zu.de">ingrid.blersch@zu.de</a>  |

### Kurzinfo

Im Zentrum der Forschung und der Arbeit des Lehrstuhls für Mobilität, Handel und Logistik sowie des Center for Mobility Studies stehen neue Mobilitätskonzepte und -lösungen. Hierbei werden unter Anwendung neuer theoretischer Ansätze lohnende Konzepte für die betriebswirtschaftliche Praxis abgeleitet, die darüber hinaus einen gesamtgesellschaftlichen Nutzen stiften. Beide Einrichtungen verschreiben sich zudem der interdisziplinären, intersektoralen und internationalen Analyse von regulatorischen, ökonomischen, kulturellen und planerischen Rahmenbedingungen innovativer Geschäftsmodelle im Bereich Mobilität, Handel und Logistik.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das Institut befasst sich mit Entwicklungen des Mobilitätsmarktes und konzentriert sich auf volkswirtschaftliche Analysen, um das Spannungsfeld aus Mensch, Technologie, Wirtschaft und Infrastruktur zu erfassen. Themenschwerpunkte der Forschung sind u. a. fundierte ökonomische Kosten-Nutzen- sowie

Status-quo- und Break-even-Analysen mit Fokus auf dem Verkehrs- und Transportsektor. Dabei werden sowohl volks- als auch einzelwirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analysen betrachtet. Ein Beispiel ist hier die Bewertung ökonomischer Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit.

Mittels der Konzeption von Technologieakzeptanzmodellen (TAM) wird eine nutzerorientierte Marktdiffusion neuer Technologien sichergestellt. Insbesondere wird die Interdependenz zwischen der Einführung (disruptiver) technologischer Innovationen, externen Einflussfaktoren und sich ändernden Mobilitätsgewohnheiten untersucht.

Des Weiteren wurde mit dem institutionellen Rollenmodell (IRM) ein eigenes Verfahren zur Realisierung diskriminierungsfreier Plattformlösungen im Sinne von intersektoralen Partnering-Prozessen sowie der nachhaltigen Markteinführung neuer Technologien und Geschäftsmodelle entwickelt.

Der Aufgabenbereich Mobilität der ZU war in den letzten Jahren an zahlreichen Projekten und Forschungsarbeiten zu vielfältigen Themen beteiligt. Dies reicht z. B. von Untersuchungen zu Ladesystemen (Projekt STILLE – Standardisierung induktiver Ladesysteme über Leistungsklassen) über Untersuchungen zu einem klimafreundlichen Wirtschaftsverkehr mit Lastenfahrrädern bis zu einer Plattform für neue Technologien für die Kommunikation zwischen Pkws und Lkws (Projekt CONVERGE).

### Ausstattung/Einrichtungen

*Keine Angaben*

### Zielgruppen

Politik, Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 056 Zeppelin Universität, Lehrstuhl für Sozioökonomie

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Am Seemooser Horn 20<br>88045 Friedrichshafen   |
| Telefon  | +49 7541 6009-2525  |
| Fax      | +49 7541 6009-1399  |
| Homepage | <a href="https://www.zu.de/lehrstuehle/audi/index.php">https://www.zu.de/lehrstuehle/audi/index.php</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Dr. Manfred F. Moldaschl  |
| Kontakt  | Karin Mühl  |
| Telefon  | +49 7541 6009-2525  |
| Mail     | <a href="mailto:karin.muehl@zu.de">karin.muehl@zu.de</a>  |

### Kurzinfo

Der Lehrstuhl für Sozioökonomie untersucht das Entwicklungsverhältnis von Kultur und Ökonomie in einer erweiterten Nachhaltigkeitsperspektive. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie individuelle, kollektive und institutionelle Akteure (Unternehmen, Non-Profit-Organisationen, öffentlicher Sektor) ihre Problemlösekompetenz und Innovationsfähigkeit entwickeln. Nachhaltigkeit wird dabei als ein Problem der ökonomischen, demografischen, politischen, kulturellen, technischen, ökologischen und nicht zuletzt der moralischen Entwicklung – nicht nur einzelner Gesellschaften, sondern der Weltgemeinschaft insgesamt – verstanden. Die Voraussetzungen für Innovationen in und zwischen Organisationen werden untersucht mit dem Fokus auf verschiedenen Dimensionen eines Innovationsystems, die erst im Zusammenspiel die Entfaltung technischer Produktivitätspotenziale ermöglichen. Unternehmerisches Handeln wird dabei mit Schumpeter als kreatives, den Wirtschaftsprozess immer wieder unvorhersehbar beeinflussendes Element betrachtet, das in modernen Gesellschaften weit über die klassische Unternehmerfunktion hinausgeht.

Die empirischen Arbeiten des Lehrstuhls werden entlang qualitativer und quantitativer Methoden empirischer Sozialforschung umgesetzt. Zum Einsatz kommen ferner Methoden in der Tradition der Aktionsforschung (insbesondere die Survey-Feedback-Methodik der partizipativen Interventionsforschung).

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Innovationsforschung:

- nachhaltige Mobilität
- Stadtforschung, Stadtentwicklung
- Energietransformation
- Nachhaltigkeit von Arbeit und Organisation
- Managementforschung, betriebliche Modernisierung
- Kompetenzentwicklung und Organisationslernen
- Arbeitsanalyse (u. a. Gesundheit, Prävention) und Arbeitsgestaltung
- Technikgestaltung und Technikfolgen
- kooperative Netzwerke
- CSR-Politiken
- Theorie und Praxis der Beratung/Intervention

### Ausstattung/Einrichtungen

*Keine Angaben*

### Zielgruppen

Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen; interessierte Öffentlichkeit in Wirtschaft, Politik, Verwaltung; Vereine, Verbände, Interessenvertretungen, NGO etc.; Experten aus verschiedenen gesellschaftlichen Funktionsbereichen: Wirtschaft, Arbeit, Umwelt, Politik, Technik, Verkehr etc.

## 2.2 Duale Hochschule Baden-Württemberg

### 057 Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Mannheim, Forschungscluster Elektrochemie (ELCH)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Coblitzallee 1–9<br>68163 Mannheim  |
| Telefon  | +49 621 4105-1821   |
| Fax      | +49 621 4105-1248   |
| Homepage | <a href="http://www.dhbw-mannheim.de/forschung/netzwerke-und-cluster/elch-cluster-elektrochemie.html">http://www.dhbw-mannheim.de/forschung/netzwerke-und-cluster/elch-cluster-elektrochemie.html</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Sven Schmitz   |
| Kontakt  | Linda Schorer   |
| Telefon  | +49 621 4105-1821   |
| Mail     | <a href="mailto:elch@dhbw-mannheim.de">elch@dhbw-mannheim.de</a>  |

#### Kurzinfo

Das Forschungscluster Elektrochemie (ELCH) beschäftigt sich mit Energiewandlungs- und -speicherprozessen in Batterien und Brennstoffzellen und bündelt hierfür die an der DHBW Mannheim vorhandenen disziplinübergreifenden Kompetenzen. Der Schwerpunkt der Forschung für eine nachhaltige Mobilität liegt auf der technischen Optimierung und Kostenreduktion der Komponenten und der Infrastruktur für Batterien und Brennstoffzellen. Dies umfasst die Optimierung der Komponenten, Untersuchungen zur Wasserstoffinfrastruktur für Brennstoffzellenfahrzeuge und Messung und Simulation des Alterungsverhaltens von Lithium-Ionen-Batterien.

#### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

##### Optimierung der Komponenten des automobilen Brennstoffzellensystems

Um eine Kostenreduktion und Leistungserhöhung von Brennstoffzellensystemen zu erreichen, werden die Komponenten der Systeme, wie z. B. die Wasserversorgung oder Kühlung der Brennstoffzelle, optimiert. Zudem werden das Verhalten der Systeme sowie beispielsweise Alterungsprozesse der Membran experimentell und in Simulation untersucht.

##### Untersuchungen zur Wasserstoffinfrastruktur für Brennstoffzellenfahrzeuge

Im Mittelpunkt der Untersuchungen zur Wasserstoffinfrastruktur steht, das Potenzial

einer dezentralen Betankung zu nutzen. Dies soll mit Hilfe elektrochemischer Verdichtung bzw. elektrochemischer Reinigung von Abgasen („Power-to-gas“) und Recycling des enthaltenen Wasserstoffes erreicht werden.

##### Kostenreduktion und Produktionsverbesserung der Brennstoffzellenkomponenten

Um Kosten zu reduzieren und die Produktion der Brennstoffzellenkomponenten zu optimieren, stehen als aktuelle Themen die Optimierung von PEM-Brennstoffzellen durch additiv gefertigte Gasdiffusionschichten und Strömungskanäle sowie die Verknüpfung der Brennstoffzellenproduktion mit Ansätzen aus dem Bereich Industrie 4.0 im Fokus.

##### Messung und Simulation des Alterungsverhaltens von Lithium-Ionen-Batterien

Die Betrachtungen des Alterungsverhaltens konzentrieren sich aktuell auf die starke Temperaturabhängigkeit der Batterien und deren Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit. Dabei werden sowohl experimentelle Untersuchungen als auch Simulationen eingesetzt.

##### Ausstattung/Einrichtungen

- 5 Brennstoffzellenprüfstände von FuelCon und Kratzer für Einzelzellenmessungen sowie Brennstoffzellensysteme verschiedener Leistungsgrößen
- Hochdruckwasserstoffinfrastruktur für Untersuchungen zur Kompression bis maximal 400 bar
- PEM-Elektrolyseur Proton HOGEN 40
- Lithium-Ionen-Batterielabor mit Klimaschrank, elektrischer Last sowie Automatisierungs- und Steuerungstechnik
- Verfahrenstechnisches Labor mit Gaschromatograph, Vakuumtrockner, Klimaschrank, verschiedenen Kalibrier- und Messgeräten

##### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 058 Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Mosbach

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Lohrtalweg 10<br>74821 Mosbach  |
| Telefon  | +49 6261 939-587 (Sekretariat<br>Mechatronik)   |
| Fax      |   |
| Homepage | <a href="http://www.mosbach.dhbw.de/startseite.html">http://www.mosbach.dhbw.de/startseite.html</a>   |
| Leitung  | Prof. Dr. Max Mühlhäuser (Prorektor<br>und Dekan der Fakultät Technik)  |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Rainer Klein<br>Prof. Dr.-Ing. Andreas Reichert<br>(Sicherheitstechnik)<br>Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reimann<br>Prof. Dr.-Ing. Andreas Schramm<br>Prof. Dr. Christian Kuhn (FIM)   |
| Telefon  | +49 6261 939-548 (Prof. Klein)<br>+49 6261 939-439 (Prof. Reichert)<br>+49 6261 939-549 (Prof. Reimann)<br>+49 6261 939-438 (Prof. Schramm)<br>+49 6261 939-540 (Prof. Kuhn)  |
| Mail     | <a href="mailto:rainer.klein@mosbach.dhbw.de">rainer.klein@mosbach.dhbw.de</a><br>(Prof. Klein)<br><a href="mailto:andreas.reichert@mosbach.dhbw.de">andreas.reichert@mosbach.dhbw.de</a><br>(Prof. Reichert)<br><a href="mailto:reinhard.reimann@mosbach.dhbw.de">reinhard.reimann@mosbach.dhbw.de</a><br>(Prof. Reimann)<br><a href="mailto:andreas.schramm@mosbach.dhbw.de">andreas.schramm@mosbach.dhbw.de</a><br>(Prof. Schramm)<br><a href="mailto:ckuhn@dhbw-mosbach.de">ckuhn@dhbw-mosbach.de</a> (Prof.<br>Kuhn) |

### Kurzinfo

Die kooperative Forschung bindet die DHBW in die fachlichen und wissenschaftlichen Netzwerke ein und leistet einen Beitrag zur Wissensbildung. Darüber hinaus bietet sie einen anwendungsorientierten Mehrwert für die Partner und dient auf diese Weise der Verbesserung der Lehre. Das Prinzip der Dualität spiegelt sich im Praxis- und Wissenschaftsbezug der kooperativen Forschung wider. Das besondere Profil der DHBW Mosbach wird auf diese Weise geschärft.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Forschungsschwerpunkte Elektromobilität

- Regelung elektrischer Maschinen insbesondere für den Einsatz in Fahrzeugen unter Nutzung des elektromagnetischen Drehmomentes und des Reluktanzmomentes, das bei Synchronmaschinen mit vergrabenen Magneten sowie fremderregten Maschinen mit Schenkelpolverhalten auftritt

- Optimierung der Ansteuerverfahren für elektrische Maschinen im Fahrzeugeinsatz zur Maximierung der Energieeffizienz
- Regelung elektrischer Maschinen mit Parameterschwankungen, die über die klassische Kaskadenstruktur der feldorientierten Regelung nicht stabilisiert werden können.
- Untersuchung des Einflusses von Sensorfehlern auf die Antriebssystemregelung
- Lagesensorlose Regelung elektrischer Maschinen
- Untersuchung von On-Board-Ladestrukturen zur Nachladung der Traktionsbatterie unter Verwendung der sowieso vorhandenen Antriebsstrangkomponenten (kein separates Ladegerät mehr notwendig)
- Modellbasierte Softwareentwicklungsprozesse mit Matlab/Simulink
- Betrachtung leitungsgebundener Störungen und Einsatz von EMV-Filtern z. B. zur Bauraumoptimierung
- Simulation leistungselektronischer Systeme sowohl auf System- als auch auf Ventilebene
- Applikationsspezifische Evaluierung von Batterien/Zellen hinsichtlich Performance/Lebensdauer
- Auslegung, Entwicklung, Prototypenaufbau batterieelektrischer Speicher
- Auslegung, Entwicklung, Prototypenaufbau elektrischer Flugzeugantriebe

#### Sicherheitskonzepte und -equipment für Rettungskräfte

Im Forschungsschwerpunkt „Sicherheitskonzepte und -equipment für verunglückte Elektro- und Wasserstofffahrzeuge“ werden Energiespeicher von Elektro- und Wasserstofffahrzeugen und deren Verhalten im Crash untersucht und daraus Vorgehensweisen und Equipment für Rettungskräfte (insbesondere Feuerwehren) entwickelt. Über die anwendungsorientierte Forschung hinaus werden Workshops und Mitwirkung an Einsatzübungen angeboten.

#### Kompetenzzentrum „Fertigungs- und Informationsmanagement“ (FIM)

Für die angewandte Forschung und Lehre im Umfeld der Initiative Industrie 4.0 hat die DHBW Mosbach 2014 das interdisziplinäre

Kompetenzzentrum Fertigungs- und Informationsmanagement etabliert. Als Kernkomponente wurde eine „Digitale Fabrik“ aufgebaut, die unter dem Konzept eines „Living Lab“ mit realen Komponenten und Systemen eingerichtet wurde, so dass Studierende und Unternehmen Ideen und Konzepte in ihrer regionalen Umgebung erproben können („Testbed“).

Typische Produktionsanlagen und Fertigungsprozesse werden in Form von Modellen mit realen industriellen Komponenten, verteilter Automatisierungstechnik sowie echtzeitfähigen Simulationssystemen abgebildet und mit realen Informationssystemen (ERP, MES, SCADA ...) vernetzt, analysiert und gesteuert. Ein zukunftsfähiges Kennzahlenmanagement und Ausnahmeprozesse auf Grundlage einer echtzeit- und massendatenfähigen Prozessdatenarchitektur (OPC, Hadoop-Cluster) sind wichtige Pfeiler der Gesamtlösung. Des Weiteren sind Methoden und Komponenten zur automatischen Identifikation von Objekten (1D-/2D-Barcodes, RFID, NFC) bis hin zum „Digitalen Produktgedächtnis“ ebenso Teil des Labors wie auch aktuelle Konzepte zur Mensch-Maschine-Interaktion inklusive Web-Schnittstellen und mobiler Lösungen zur Visualisierung und Steuerung über eigenentwickelte Apps. Durch den Einsatz von Augmented Reality werden Informationen zum technischen Zustand der Anlage oder Instruktionen für die Maschinenwartung in Datenbrillen und Tablets eingeblendet.

Der Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich „Digitale Arbeitsassistenzsysteme“ mit dem Ziel, Mensch, Maschine und IT-Systeme in der Produktion informationstechnisch zu vernetzen. Dabei wird untersucht, wie innovative Produktions- und Logistikprozesse zusammen mit moderner Informations- und Kommunikationstechnologie einen entscheidenden Mehrwert und Effizienzgewinn für Unternehmen ermöglichen. Generelle Zielrichtung der Aktivitäten ist die Entwicklung von anwendungsorientierten Konzepten, Verfahren und Technologien, die durch Verbindung von Menschen, Objekten, Produkten und Systemen die Entstehung von dynamischen, echtzeitoptimierten und sich selbst organisierenden, unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken ermöglichen. Hierbei finden stets konkrete prototypische Umsetzungen von Industrie-4.0-Technologien statt, die in die „Digitale Fabrik“ integriert werden.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

### Labor für Elektromobilität

- DC-Powersupply, geeignet für Quelle-Senke-Betrieb (800 VDC, 200 ADC, max. 60 kW)
- Prüfstand für Elektromotoren bis 70 kW
- Mess- und Prüfgeräte (Logger, Oszilloskopen, Spektrumanalysatoren etc.)
- Portable Energieversorgung (400 VDC), LiFePO-Zellen
- Diverse PMSM bis 80 kW

### Prüf- und Testlabor für Primär- und Sekundärbatterien

- Batteriesimulator bis 800 VDC/200 A
- Lade- und Entladevorrichtungen für Einzelzellen und Packs
- Vorrichtungen zur Zyklisierung von Einzelzellen und Packs
- Elektronische Last bis 400 A
- IR-Messtechnik

### Swarm LAB

Zur Weiterentwicklung schwarmbasierter Algorithmen werden Kilobots in Forschung und Lehre eingesetzt.

### Modellfabrik

Siehe Kompetenzzentrum FIM.

### CIM-Labor

- 5-Achs-CNC-Fräsmaschine Spinner U620
- 3-Achs-CNC-Fräsmaschine Spinner VC 560
- CNC-Drehmaschine Spinner TC 600 mit angetriebenen Werkzeugen
- 2x KUKA KR16 Industrieroboter
- Messmaschine Zeiss Eclipse 700 und Zeiss Contura G2
- 3D-Drucker Alphacam Dimension Elite
- Wasserstrahlschneidanlage Maximatorjet Ecocut 1015
- CNC-Gesenkbiegepresse Ermak Micro Bend 1040

### Eyetracking-Labor

Zum Einsatz kommt das portable Eyetracking-Modell X2-60 von Tobii Technology, u. a. mit einem speziellen Mobile-Device-Stand, um auch das Blickverhalten auf mobilen Endgeräten (Smartphones, Tablets) untersuchen zu können.

## **Zielgruppen**

Industrie (mit Schwerpunkt auf KMU), Rettungsverantwortliche, Forschungspartner

## 059 Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Ravensburg, Campus Friedrichshafen

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Fallenbrunnen 2<br>88045 Friedrichshafen                               |
| Telefon  | +49 7541 2077-100  |
| Fax      | +49 7541 2077-199  |
| Homepage | <a href="http://www.ravensburg.dhbw.de">www.ravensburg.dhbw.de</a>     |
| Leitung  | Prof. Dr. H. Dreher  |
| Kontakt  | Prof. Dr. H.-L. Dudek  |
| Telefon  | +49 7541 2077-100  |
| Mail     | <a href="mailto:dudek@dhbw-ravensburg.de">dudek@dhbw-ravensburg.de</a> |

### **Kurzinfo**

Die Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) bietet an neun Standorten in den drei Bereichen Technik, Wirtschaft und Sozialwesen verschiedene Studiengänge an und betreibt Forschung in vielfältigen Anwendungsfeldern. Der Campus Friedrichshafen beschäftigt sich u. a. mit der Untersuchung und dem Test von Pedelecs, dem autonomen Fahren, Prüfstandstechnik für elektrische Antriebssysteme und Batteriesysteme sowie Leichtbau in der Mobilität zu Lande und in der Luft.

### **Schwerpunkte/Arbeitsgebiete**

#### Untersuchungen zu Pedelecs und Testumgebung

Zu den verschiedenen Forschungsfeldern am Campus Friedrichshafen zählen die Untersuchung des elektrischen Leistungsbedarfs von Pedelecs und der Aufbau geeigneter Testumgebungen. Aktuell wird der Pedelec-Prüfstand für „Normierte Reichweite R200 für eBikes“ ertüchtigt. Auf dem Pedelec-Antriebsprüfstand finden herstellerübergreifende Wirkungsgradmessungen verschiedener Pedelec-Antriebe statt.

#### Labor für Systeme und Komponenten

Am Prüfstand für Systeme und Komponenten können Verbrennungs- und Elektromotoren sowie passive Komponenten wie etwa Pumpen oder Getriebe untersucht werden. Mit Hilfe modernster Messtechnik werden Parameter wie Drehmoment, Drehzahl, Druck, Temperatur, Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemission gemessen. Diese lassen wiederum Rückschlüsse auf beispielsweise Wirkungsgrad und Lebensdauer der Komponenten zu. Das Dynamometer ist eine Umrichter-gespeiste 4-Quadranten-Asynchron-Elektromaschine mit bis zu 145 kW Bremsleistung und einer Maximaldrehzahl von 10.000 U/min.

Daneben wird der Aufbau und die Prüfung für elektrische Antriebssysteme bis 20 kW Leistung und der Aufbau geeigneter Prüfstandstechnik verfolgt. Hier wurden eigene Konzepte zum Bau von Batteriestacks bei ca. 400 V Spannung entwickelt.

#### Labor für autonome Robotik

Im „Labor für autonome Robotik“ werden verschiedene Lehrforschungsprojekte in den Themenfeldern autonomes Fahren (in enger Zusammenarbeit mit ZF Friedrichshafen) und Servicerobotik durchgeführt. Es erfolgen Konzeptuntersuchungen und Versuche mit Sensorik und Datenverarbeitungseinheiten in einem ROS Framework für autonom fahrende Fahrzeuge.

#### Leichtbaulabor

Hier werden verschiedene Herstellungs- und Testverfahren von Leichtbaustrukturen aus metallischen und Faserverbundwerkstoffen untersucht. Schwerpunkt sind durchgängige Prozessketten mit automatisierten Fertigungsprozessen für leistungsfähige Carbonstrukturen (CFK) in der Mobilität. Besonderer Fokus wird dabei auf die Kombination textiler Produktionsverfahren mit 3D-Technologien sowie auf die Integration der Prozessketten in einem zukünftigen Industrieumfeld unter Nutzung von Sensortechnologien gelegt.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Fahrradwerkstatt
- Pedelecs
- Leistungsmessgeräte
- Pedelec-Antriebsprüfstand
- Prüfstand für Elektromotoren bis 20 kW
- HV-Labor
- Teststrecke für Fahrzeuge im Modellmaßstab 1:10
- Serviceroboter auf Basis von Neobotix MP-400 Plattform und Schunk LWA-4P Greifarm
- Verschiedene autonome Modellfahrzeuge und Kleinroboter
- Leichtbaulabor: Prepregverarbeitung, Infusionstechnik mit Preformeinrichtungen, Aushärteöfen, CFK-Werkstoffanalytik mit Prüfschrank zur Klimakonditionierung

### **Zielgruppen**

Tourismus, Pedelec-Hersteller, Hersteller von Kleinantriebssystemen, Sensorikhersteller für autonome Systeme, Automobil-Zulieferer

## 060 Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Stuttgart, Fakultät Technik

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Jägerstraße 56<br>70174 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 1849-610   |
| Fax      | +49 711 1849-651   |
| Homepage | <a href="https://www.dhbw-stuttgart.de/technik-forschung">https://www.dhbw-stuttgart.de/technik-forschung</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr. Katja Kuhn sowie Prof. Dr.-Ing. Harald Mandel, Prof. Dr. Uwe Zimmermann, Prof. Dr.-Ing. Andreas Griesinger, Prof. Dr. Dirk Reichardt, Prof. Dr. Hans Weghorn |
| Kontakt  | Inna Avrutina  |
| Telefon  | +49 711 1849-502   |
| Mail     | <a href="mailto:inna.avrutina@dhbw-stuttgart.de">inna.avrutina@dhbw-stuttgart.de</a>   |

### Kurzinfo

Die Fakultät Technik der DHBW Stuttgart bietet die fünf dualen Bachelor-Studiengänge Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau, Mechatronik und Wirtschaftsingenieurwesen an. Forschung, Innovation sowie Wissens- und Technologietransfer werden vor allem in Kooperation mit den Ausbildungsfirmen, den Dualen Partnern der Hochschule, im Hinblick auf deren aktuelle Themenfelder vorangetrieben.

Die Forschungsbereiche Automotive Engineering und Human-Machine-Interface der Fakultät Technik beschäftigen sich mit anwendungsorientierter Forschung zu aktuellen Themen der (regionalen) Wirtschaft und Gesellschaft, u. a. nachhaltige Mobilität und Elektromobilität, Energiemanagement, Wärmemanagement sowie Human Machine Interface (HMI).

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Nachhaltige Mobilität und Elektromobilität

Im Mittelpunkt stehen Fahrversuche und Messfahrten mit dem batterieelektrischen sowie dem Brennstoffzellen-Fahrzeug der Hochschule, deren Messdaten aufgezeichnet und ausgewertet werden. Darüber hinaus beschäftigt sich der Bereich mit der Weiterentwicklung von Simulationsmodellen, dem Aufbau eines betrieblichen Mobilitätsmanagementsystems sowie dem Aufzeigen der wirtschaftlichen Einsatzfähigkeit von batterieelektrischen Fahrzeugen in der Region.

Beispielprojekte sind

- „Solarstromtankstelle für den Parkplatz der DHBW Stuttgart“
- „Triple eCar“, gefördert im Rahmen des Förderprogramms „Modellregion für nachhaltige Mobilität“ des Verbands Region Stuttgart
- Lehrprojekt „EduMotion“ (Förderung des Landes BW)

#### Energiemanagement in pedalkraftbasierten Elektrokleinfahrzeugen

Bei Forschungsarbeiten zum Energiemanagement und zu Nutzerschnittstellen in pedalkraftbasierten Elektrokleinfahrzeugen werden u. a. die Entwicklung eines ganzheitlichen Verständnisses für vernetzte Energiesysteme in pedalkraftbasierten Hybridfahrzeugen sowie eine intelligente Ressourcenverteilung von Energiespeichern und eine streckenabhängige Prädiktion der Leistungs- und Energiebilanz untersucht. Die Konzepte sollen im innerstädtischen Bereich (z. B. für umweltfreundliche Post- und Paketverteilung oder Durchführung von Kurierfahrten) eingesetzt werden.

Beispielprojekte:

- „Elektromobilität mit Brennstoffzellen“ in Kooperation mit dem DLR (Förderung des Landes BW)
- Lehrprojekt „Pedelec“

#### Wärmemanagement

Ein Fokus der Forschung liegt auf der Charakterisierung und Optimierung von Wärmetransportvorgängen in technischen Systemen. Unter anderem werden dabei Arbeiten zu Entwicklung und Optimierung von Kühlkonzepten für technische Systeme, thermische Simulationsrechnung, messtechnische Analyse von Wärmepfaden z. B. für die Batteriekühlung oder die Kühlung elektronischer Geräte, numerische Strömungsberechnungen und messtechnische Strömungsuntersuchungen sowie Messung thermophysikalischer Stoffwerte und Lebensdaueruntersuchungen elektronischer und mechatronischer Systeme durchgeführt.

Beispielprojekte:

- „Nutzung der thermischen Verlustleistung elektronischer Komponenten von Elektrofahrzeugen für die Kabinenklimatisierung“ in Kooperation mit dem DLR (Förderung des Landes BW)
- „ENOB: Energetische Optimierung einer Brennkammereinheit mit Wärmeübertrager für die Karosserietrocknung“ in Kooperation mit Fa. Dürr (Förderung des Landes BW)

#### Emotional Computing and Intelligent Interaction

Neue Interaktionsformen durch Sprache, Haptik und Gestik werden mithilfe aktueller Sensorik in immer weiteren Anwendungsfeldern ermöglicht und beziehen auch die Anwendung im Automobil mit ein. Eine besondere Rolle spielen dabei auch die Emotionen eines Menschen, die immer häufiger als zentraler Bestandteil intelligenter Systeme gesehen werden. So kommen z. B. zur Konzeption zukünftiger individualisierter Assistenzfunktionen Methoden der Signal- und Bildverarbeitung, der künstlichen Intelligenz, der wissensbasierten und lernenden Systeme sowie der interaktiven Systeme zum Einsatz.

- Beispielprojekte:
  - Entwicklung eines Virtual-Reality-Fahrsimulators zum Erlernen vom Fahrverhalten unter Einsatz von Gamification
  - Integration von Gestensteuerung in einen Virtual-Reality-Fahrsimulator

#### Human-Centered Mobile Computing

Im Mittelpunkt stehen Forschungsaktivitäten zur Ergonomie und effizienten Nutzbarkeit mobiler computerbasierter Hilfsmittel des täglichen Lebens, insbesondere praktische Anwendungen aus den Bereichen Gesundheit, Fitness und Sport.

Beispielprojekte:

- Speicherung und Selbstversorgung elektrischer Betriebsenergie von mobilen Sensoren
- Rollstuhlsteuerung mit Handgestik über Hautabtastung von Unterarmmuskeln
- personalisierte Softwareapplikationen auf Smartphones

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

Für Fahrversuche und Tests stehen Elektrofahrzeuge zur Verfügung.

- Mercedes B-Klasse mit eingebauter Messtechnik
- Mercedes F-Cell
- Pedelecs

Labore

- Labor Elektromobilität: u. a. 11 Pedelecs, Pedelec-Prüfstand, Referenzsysteme zur Messung der Fahrerleistung
- Labor Fahrerassistenzsysteme: u. a. Umfeldsensoriktechnologien, Radarsensorik, Laserscanner, Fahrzeugmesstechnik, Pedelec-Steuergeräteplatine und zentrales Fahrerassistenzsteuergerät
- Intelligent Interaction Lab (IILAB): u. a. Leistungsmesssysteme, Systeme zum Eye-Tracking sowie zur Gestenerkennung und -messung, Emotionserkennung und Brain Computing Interface
- Labor Kfz-Prüftechnik am Campus Horb: u. a. Motorenprüfstand, Diagnosetester, Motorsteuergeräte

#### **Zielgruppen**

Unternehmen mit Themenschwerpunkten Mobilität und Energie, insb. KMU, Forschungseinrichtungen, Verbände, Studierende

## 061 Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Stuttgart, Zentrum für empirische Forschung (ZEF)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Paulinenstraße50<br>70178 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 1849-745  |
| Fax      | +49 711 1849-739  |
| Homepage | <a href="https://www.dhbw-stuttgart.de/zef">https://www.dhbw-stuttgart.de/zef</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Marc Kuhn   |
| Kontakt  | Prof. Dr. Marc Kuhn   |
| Telefon  | +49 711 1849-745  |
| Mail     | <a href="mailto:marc.kuhn@dhbw-stuttgart.de">marc.kuhn@dhbw-stuttgart.de</a>      |

### Kurzinfo

Das Zentrum für Empirische Forschung (ZEF) ist Teil des CASE (Centre of Applied Sciences), dem Verbund innovativer Lehr- und Forschungszentren der Fakultät Wirtschaft an der DHBW Stuttgart. Seit Anfang 2009 steht das ZEF mit verschiedenen Laboren und dem vorhandenen Know-how als Dienstleistungszentrum sowohl Studierenden als auch Professor/-innen und Dozent/-innen der DHBW Stuttgart für die Durchführung empirischer Projekte zur Verfügung. Neben lehrintegrierter Forschung werden auch Kooperationsprojekte mit Unternehmen und Verbänden in unterschiedlichen Themenbereichen durchgeführt. Projekte finden sich u. a. in den Feldern Marktpotenzialanalysen, Usability-Forschung, Wettbewerbsanalysen, Zufriedenheitsanalysen, Modellanalysen und Innovationsstudien.

Analysen der Nutzerfreundlichkeit, der User Experience, aber auch Analysen von Marktpotenzialen und Innovationen gewinnen vor dem Hintergrund des automatisierten und vernetzten Fahrens, der Digitalisierung und eines neuen Angebots von Mobilitätsdienstleistungen und Sharing-Konzepten wachsende Bedeutung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Inhaltliche Schwerpunkte sind wirtschaftswissenschaftliche, marktbezogene und technische Fragestellungen zu den Themen Elektromobilität, Shared-Mobility-Konzepte, autonomes und vernetztes Fahren, Mobility-Services sowie Digitalisierung in der Mobilität. Diese inhaltlichen Schwerpunkte werden im ZEF mit einer Reihe empirischer „State-of-the-Art“-Methoden bearbeitet.

### Usability-Analysen

Es stehen verschiedene Methoden der Usability-Forschung zur Verfügung, um die Benutzerfreundlichkeit von Webangeboten oder auch mobilen Anwendungen auf ihre Nutzerfreundlichkeit zu prüfen. Dabei sind sowohl analytische Verfahren wie der so genannte „Cognitive Walkthrough“ als auch empirische Usability-Tests im Rahmen experimenteller Designs denkbar. Unterstützt werden diese Analysen in der Regel durch vielfältige Eye-Tracking-Systeme, mit der die Blickwahrnehmung unserer Probanden analysiert wird.

#### Beispiel

- 2018: Usability-Studie mit EEG und Consumer-Evaluierung zum Benchmarking von Telematik-Funktionen bei Elektrofahrzeugen

### User-Experience-Studien

Studien zu Anwendererfahrung und einem Produkterlebnis (User Experience) betreffen z. B. Tests zum Fahrempfinden von Konsumenten bei der Nutzung neuer Antriebstechnologien oder Funktionalitäten im Kraftfahrzeug („Car Clinics“).

#### Beispiele

- 2016/2017: User-Experience-Studie zur Wahrnehmung des Fahrerlebnisses mit Elektrofahrzeugen in unterschiedlichen Kulturkreisen (Deutschland, Dänemark, Niederlande, China, USA)
- 2017/2018: User-Experience-Studie zur Wahrnehmung von Level-2-Fahrassistenzsystemen mit über 200 Testfahrerinnen und Testfahrern (Verwendung von EEG und Eye-Tracking-Systemen)

### Marktpotenzialanalysen

Mit Hilfe von Marktpotenzialanalysen wird ermittelt, ob und in welchem Umfang für eine Dienstleistung oder ein Produkt ein Absatzmarkt existiert.

#### Beispiel

- 2015/2016: Marktpotenzialanalyse und Personas für E-Street-Scooter (2-Wheeler) für Europa und China

### Kunden- und Stakeholderbefragungen/Mystery Shopping

Die Analyse der Kundenzufriedenheit oder der Anforderungen an eine Dienstleistung/ein Produkt der Kunden kann über Fragebogen oder persönliche Interviews erfolgen. Wesentlich ist, das Befragungsdesign und die Interviewer an die Anforderungen ihrer Kunden anzupassen.

#### Beispiel

- Geplant 2018/2019: Feldstudie zur Evaluierung der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in 5 Bundesländern

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Labore und Tools:

- Eye-Tracking-Labor mit stationärem und 3 mobilen Eye-Tracking-Geräten
- EEG-Labor
- Data-Analytics-Labor mit 20 Arbeitsplätzen (EFS-Survey, SPSS, R, M-Quest, Sawtooth, MaxQDA)
- 10 CATI-Arbeitsplätze
- Beobachtungslabor mit Video-/Audiosystem für Fokusgruppen und Interviews

### **Zielgruppen**

Industrielle Kooperationspartner für Forschungsprojekte im Kontext Mobilität und Energie, akademische Forschungspartner (international), Studierende

## 2.3 Hochschulen für Angewandte Wissenschaft

### 062 Hochschule Aalen, Forschungsschwerpunkt „Effiziente Energiewandler“, Institut für Materialforschung (IMFAA) und Labor für elektrische Antriebstechnik und Leistungselektronik (EAL)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Beethovenstraße 1<br>73434 Aalen  |
| Telefon  | +49 7361 576-2102   |
| Fax      | +49 7361 576-2250   |
| Homepage | <a href="https://www.hs-aalen.de/de/facilities/90">https://www.hs-aalen.de/de/facilities/90</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Gerhard Schneider<br>(Rektor)   |
| Kontakt  | Prof. Dr. Gerhard Schneider<br>(Rektor)   |
| Telefon  | +49 7361 576-2102   |
| Mail     | <a href="mailto:gerhard.schneider@hs-aalen.de">gerhard.schneider@hs-aalen.de</a>                |

#### Kurzinfo

Im Forschungsschwerpunkt „Effiziente Energiewandler“ bündeln das Institut für Materialforschung und das Labor für elektrische Antriebstechnik und Leistungselektronik ihre Kompetenzen zum Thema Energiewandler. Die wesentlichen Kompetenzen des Instituts für Materialforschung (IMFAA) liegen im Bereich der Materialwissenschaften und Fertigungstechnologien von Funktionswerkstoffen für ressourcenschonende Mobilität, erneuerbare Energie und Leichtbau. Die Leiter Prof. Dr. Dagmar Goll und Prof. Dr. Gerhard Schneider haben auf dem Gebiet der Magnetmaterialien und Magnettechnik langjährige Expertise in der Erforschung und Entwicklung von hart- und weichmagnetischen Materialien. Das Labor für elektrische Antriebstechnik und Leistungselektronik (EAL) wird von Prof. Dr. Heinrich Steinhart geleitet und besitzt langjährige Expertise in den Bereichen Magnetsysteme, elektrische Antriebstechnik, Entwurf und Auslegung von elektrischen Maschinen sowie Regelung von elektrischen Maschinen.

#### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Im Forschungsschwerpunkt Energiewandler kooperieren die Institute IMFAA und EAL in den folgenden Schwerpunktthemen.

#### Institut für Materialforschung (IMFAA)

Das IMFAA beschäftigt sich mit der Materialseite der Magnetforschung. Forschung zu Magnetmaterialien umfasst folgende Themen.

- Hartmagnete: Weiterentwicklung und Optimierung von Seltenerd-magneten und Ferriten, Herstellung von Seltenerd-magneten mittels Sinter-technologie im Labor zur Realisierung von Magneten, die für den jeweiligen Einsatzzweck maßgeschneidert sind, Aufspüren und Entwickeln von neuen Magnetmaterialien mit Hilfe von Hochdurchsatzmethoden
- Weichmagnete: Weiterentwicklung und Optimierung von Elektroband und weichmagnetischen Verbundwerkstoffen (SMC) für höher drehende Maschinen, Herstellung von SMC-Materialien
- Neue Technologien: Entwicklung und Erprobung neuer Technologien zur additiven Fertigung von weich- und hartmagnetischen Materialien und zum Recycling von seltenerdhaltigen Magneten
- Charakterisierung: quantitative Analyse der Gefügedetails und der magnetischen Kenngrößen (inklusive magnetischer Verluste) als Funktion der Temperatur, Gefüge-Eigenschafts-Korrelation zum besseren Verständnis des Verhaltens der Werkstoffe, Untersuchung des Alterungsverhaltens der Werkstoffe, Entwicklung neuer Methoden (Big Data Processing, Machine Learning, autonomes Mikroskop) zur automatisierten Qualitätsprüfung
- Verhalten der Magnetwerkstoffe im Magnetkreis

Besonderes Merkmal ist die Verknüpfung von Materialwissenschaft (Phasenbeziehungen, Pulvermetallurgie) mit der Physik der Magnetwerkstoffe (Mikromagnetismus, Magnetisierungsprozesse). Darüber hinaus erfolgt im „Service- und Dienstleistungsbereich“ eine Bewertung der eingesetzten Magnetwerkstoffe mit dem Ziel der Kostenoptimierung, Verlustoptimierung und Langzeitstabilität sowie eine Bewertung der Auslegung von Magnetkreisen.

#### Labor für elektrische Antriebstechnik und Leistungselektronik (EAL)

Das EAL beschäftigt sich mit der Systemseite der Magnetforschung. Schwerpunkte sind der Entwurf und die Simulation von elektrischen Maschinen sowie deren hochdynamische Regelung. Ein weiterer Fokus liegt auf der Konzeption von Steuer- und Regelalgorithmen zur Netzeinspeisung und auf Blindleistungskompensation einschließlich deren Implementierung.

Aktuell werden die Forschungskapazitäten über zwei öffentlich geförderte Forschungsbauten (u. a. im Verfahren DFG/Wissenschaftsrat § 91b GG eingeworben) mit einer Gesamtfläche von 3.000 m<sup>2</sup> wesentlich erweitert. Sie sollen bis 2019 fertig gestellt sein. Der Bereich Magnetforschung ist dabei wichtiger Bestandteil von ZIMATE (Zentrum innovativer Materialien und Technologien für effiziente Energiewandler-Maschinen). ZIMATE verfolgt einen ganzheitlichen Forschungsansatz von der Materialforschung (Magnet- und Leichtbaumaterialien) über die Komponentenauslegung (Magnetkreis und Leistungselektronik, funktionsintegrierter Leichtbau) bis hin zur Systemintegration und Systemoptimierung unter Fertigarbeits-, Effizienz- und Kostenaspekten (Betriebsstrategien).

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

Institut für Materialforschung (IMFAA)

- Synthese: Lichtbogenofen, Induktionsofen, Pilotanlage zur Fertigung von Dauermagneten, Schnellabschreckanlage, Anlagen zur additiven Fertigung (LPBF-Verfahren, ...)
- Materialanalytik: Kristallstruktur und Gefüge, Phasenumwandlungen, In-situ Röntgendiffraktometer, optische Mikroskope/Kerr-Mikroskopie im Feld, Rasterelektronenmikroskop mit umfassender Analytik (EDX, WDX, EBSD), Focused-Ion-Beam-Mikroskop, thermische Analyse (Differentialscanningkalorimeter, Dilatometer)
- Magnetometrie: multifunktionales Magnetometer (Vibrationsmagnetometer, Mikroskopeinheit), Hysteresegraph mit Pulseinheit, Weichmagnet-Messplatz

Labor für elektrische Antriebstechnik und Leistungselektronik (EAL)

- Software: Ansys Maxwell (magnetischer Kreis), Motor-CAD (thermische Analyse)
- Messgeräte: dreiphasiger Poweranalyser z. B. zur Bestimmung von Wirkungsgraden, Leistungsprüfstand zur Erfassung von mechanischen und elektrischen Größen von Maschinen, Oszilloskop zur Messwerterfassung und Analyse von Kommunikationsprotokollen
- Power Supplies bis 10 kW

#### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 063 Hochschule Aalen, Gießerei Technologie Aalen (GTA)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Beethovenstraße 1<br>73434 Aalen   |
| Telefon  | +49 7361 576-2252  |
| Fax      | +49 7361 576-2270  |
| Homepage | <a href="http://www.hs-aalen.de/gta">www.hs-aalen.de/gta</a>               |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Lothar H Kallien  |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Lothar H. Kallien   |
| Telefon  | +49 7361 576-2252  |
| Mail     | <a href="mailto:lothar.kallien@hs-aalen.de">lothar.kallien@hs-aalen.de</a> |

### Kurzinfo

Druckgussteile aus Aluminium und Magnesiumleichtmetalllegierungen finden zunehmend Anwendung bei innovativen Karosseriekonzepten, da sich großflächige Strukturbauteile auch im Bereich der Batteriegehäuse hervorragend aus Druckguss darstellen lassen. Das Gießereilabor der Hochschule Aalen GTA beschäftigt sich mit der Neu- und Weiterentwicklung von Gießprozessen und Werkstoffen im Bereich Aluminium und Magnesium. Dazu gehören auch CFK-Aluminium- und CFK-Magnesium-Hybridbauteile. Die Entwicklung der Gießprozesse wird durch Simulationen und ein Labor für Werkstoffprüfung unterstützt.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Leichtbau durch Strukturbauteile

Die Entwicklung hohler und damit extrem steifer Strukturbauteile ist in vielen Bereichen ein aktuelles Thema. Um Hohlräume in Druckgussteilen herzustellen, wird am GTA der Einsatz von innovativen Salzkernen untersucht. Mit der Herstellung hohler Salzkernkerne wird eine enorme Erweiterung der Druckgießpalette ermöglicht, die zu einer erheblichen Kosten-, Gewichts- und Energiereduzierung führt. Von besonderer Bedeutung für die Zukunft erscheint hier die Fertigung dünnwandiger großflächiger Strukturbauteile, komplexer Funktionsgehäuse mit Dichtigkeitsanforderungen und dynamisch hoch belasteter Sicherheitsbauteile aus Leichtmetalllegierungen.

Die GTA-Forscher arbeiten in diesem Forschungsfeld gemeinsam mit Industriepartnern an der Entwicklung des Gesamtprozesses von der Herstellung der Salzkernkerne bis zur Wärmebehandlung der Strukturbauteile.

#### CFK-Metall-Hybrid-Bauweisen

Innovative Werkstoffverbunde sind ein weiteres wesentliches Element für den Leichtbau. Bisher wurden Bauteile aus CFK (kohlefaserverstärkte Kunststoffe) und Aluminium bevorzugt geklebt, genietet oder verschraubt. Dies erfordert u. a. eine aufwendige Vorbehandlung der Kleboberflächen und zusätzliche Gewichtserhöhung bei Niet- und Schraubverbindungen. Im GTA werden auch stoffschlüssige Verbindungen wie das Umgießen von CFK mittels Aluminiumdruckguss untersucht. Neben der Analyse des Herstellungsprozesses wird eine Reihe von Untersuchungen an den Bauteilen und vor allem der Übergangsstrukturen durchgeführt, um grundlegende Kenntnisse über die Gestaltung, Auslegung und das Versagensverhalten zu erhalten. Die Entwicklung druckumgegossener Kohlefaserstrukturen zum Einsatz in extrem leichten Automobilkarosserien wird u. a. im Rahmen des fakultätsübergreifenden Forschungsvorhabens Smart-Pro untersucht.

Weitere Forschungsthemen befassen sich mit der Entwicklung neuer Aluminiumdruckgusslegierungen für Fahrzeuge und druckgegossener Kupferrotoren für Asynchronmaschinen sowie mit dem Laserschweißen von Druckgussstrukturen, dreidimensionalen, funktionalen Strukturen im Druckguss durch Gasinjektion, der Infiltration keramischer Preforms und der Entwicklung neuer Sensorik und Auswertemethodik im Sinne einer Industrie 4.0.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

An der Hochschule Aalen können Aluminium-, Magnesium-, Eisen-, Kupfer- und Zinklegierungen im Sand-, Kokillen- und Druckguss vergossen werden:

- 100-kg-Mittelfrequenzinduktionsöfen für Grau-, Sphäro- und Stahlguss
- Öfen für Al-, Mg- und Zn-Legierungen
- Öfen für Wärmebehandlung
- Prototypenfertigung durch Sandguss, Lost-Foam- und EOS-Sinteranlage
- Kippkokillengießeinrichtung
- 2 Vacural-Druckgießmaschinen mit 400 bis 800 Tonnen Schließkraft
- 2 Warmkammerdruckgießmaschinen

Darüber hinaus steht ein Labor für die Werkstoffprüfung zur Verfügung. Dies umfasst:

- verschiedene Prüfgeräte für die mechanische Werkstoff- und Bauteilprüfung, insbesondere eine Hochgeschwindigkeitsprüfmaschine und einen Resonanz-Pulsator (z. B. Messung von Kriechfestigkeit, Zugfestigkeit, Härte)
- 3D-Computertomograph (Poren und Lunker)
- Röntgengerät
- Legierungsanalyse – Emissionsspektrometer

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 064 Hochschule Aalen, Kompetenzzentrum für innovative Geschäftsmodelle

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Beethovenstraße 1<br>D-73430 Aalen  |
| Telefon  | +49 7361 576-4601   |
| Fax      |   |
| Homepage | <a href="https://www.hs-aalen.de/facilities/13">https://www.hs-aalen.de/facilities/13</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Anna Nagl   |
| Kontakt  | Prof. Dr. Anna Nagl   |
| Telefon  | +49 7361 576-4601   |
| Mail     | <a href="mailto:anna.nagl@hs-aalen.de">anna.nagl@hs-aalen.de</a>                          |

### Kurzinfo

Der Fokus des Kompetenzzentrums für innovative Geschäftsmodelle liegt auf der Erstellung und Anpassung von Geschäftsmodellen in unterschiedlichen neuen Märkten, u. a. auch für neue Mobilitätskonzepte. In diesem Zusammenhang wurde der IT-gestützte „Business Model Builder“ entwickelt, der in verschiedenen Anwendungsfällen erprobt und umgesetzt wurde. Weitere Themenschwerpunkte des Kompetenzzentrums sind Elektromobilität, auch auf der Basis regenerativer Energien, und Digitalisierung. Die Mitarbeiter des Kompetenzzentrums bündeln dabei Kompetenzen aus Management und der Entwicklung von Geschäftsmodellen mit Expertise in den Bereichen Energiesysteme, Mobilität und Optik.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Schwerpunkt des Kompetenzzentrums für innovative Geschäftsmodelle ist die Entwicklung von Geschäftsmodellen für neue Märkte und disruptive Innovationen insbesondere in Hinblick auf die komplexen Anforderungen der Digitalisierung und des Transformationsprozesses der Mobilität auf Basis des eigenentwickelten IT-gestützten Business Model Builder. Dabei werden die Entwicklung einer Geschäftsidee, die qualitative Beschreibung des Geschäftsmodells und die Erarbeitung von konkreten „Business Cases“ verknüpft. Anwendungsfälle, die im Kompetenzzentrum erarbeitet wurden, umfassen die Schwerpunktthemen Elektromobilität und Digitalisierung, wie z. B. im Projekt „CO<sub>2</sub>-arme Stadt“ (BMBF-Verbundprojekt, Förderkennzeichen 02K12A150 und 02K12A151). Untersucht wurden Möglichkeiten der Nutzung von PV-Strom für das Laden von Elektroautos im Netzgebiet der Überlandzentrale Wörth/l.-Altheim Netz AG. Mithilfe des Business Model Builder wurden zukunftsfähige Geschäftsmodelle für unterschiedliche Anwendungsfälle des PV-Stroms (eigene Stromerzeugung, Selbstnutzung, Community-Nutzung etc.) untersucht.

Zudem stand eine Ladeleistungsoptimierung zur Vermeidung von Lastspitzen durch gesteuertes Laden von Elektroautos im Mittelpunkt.

### Ausstattung/Einrichtungen

IT-gestützter Business Model Builder.

### Zielgruppen

Gewerbliche Wirtschaftsverkehrer,  
Privathaushalte, PV-Stromerzeuger,  
Stadtwerke, Verteilnetzbetreiber, Verbände

## 065 Hochschule Aalen, Kompetenzzentrum „Vision Research“ (Studiengang Augenoptik)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Anton-Huber-Straße 23<br>D-73430 Aalen   |
| Telefon  | +49 7361 576-4606  |
| Fax      | +49 7361 576-4685  |
| Homepage | <a href="http://www.vision-research.de/">http://www.vision-research.de/</a>            |
| Leitung  | Prof. Dr. med. Ulrich Schiefer   |
| Kontakt  | Michaela Schwarzkopf   |
| Telefon  | +49 7361 576-4623  |
| Mail     | <a href="mailto:michaela.schwarzkopf@hs-aalen.de">michaela.schwarzkopf@hs-aalen.de</a> |

### Kurzinfo

Das Kompetenzzentrum Vision Research befasst sich mit dem visuellen System und seinen Funktionsstörungen, speziell der Entwicklung und Validierung von Untersuchungs- und Therapieverfahren. Neben der Entwicklung diagnostischer, therapeutischer und rehabilitativer Geräte, Verfahren und Maßnahmen für Patienten mit Sehbahnläsionen oder anderweitigen Beeinträchtigungen stehen auch die Erfassung und Charakterisierung der Wechselbeziehungen zwischen Struktur/Morphologie und sensorischen Funktionen sowie die Analyse von (Seh-)Anforderungen im Alltag sowie Fragestellungen bezüglich Leistung und Lebensqualität im Mittelpunkt der Arbeiten. Die Themen der Fahrer- und Fahrer-Fahrzeug-Interaktion und Usability spielen vor allem auch für die zunehmende Automatisierung der Fahrfunktionen eine wesentliche Rolle.

Das Zentrum verfügt über umfangreiche Ausstattung und Labore zur Untersuchung von Fahrerverhalten und Augendiagnostik sowie über einen Fahrsimulator.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Fahrer-Fahrzeug-Interaktion, Usability

In diesem Bereich untersucht das Kompetenzzentrum, wie Bedienkonzepte von Fahrzeugen, Leitständen und anderen Einrichtungen so weit wie möglich zu vereinfachen und den Bedürfnissen und Fähigkeiten der Nutzer anzupassen sind. Hierbei wird spezielles Augenmerk auf ältere Personen sowie Nutzer mit Funktionseinschränkungen, Erkrankungen bzw. Behinderungen gelegt. Für derartige Untersuchungen stehen sowohl Einrichtungen im Aalen

Mobility Perception and Exploration Lab (AMPEL; inkl. Fahrsimulator) als auch ein „On road“-Parcours auf dem unmittelbar benachbarten Hochschul-Campus zur Verfügung.

Im Zusammenhang mit (teil-)autonomen Fahraktionen wird hier die Zumutbarkeit bzw. Akzeptanz der standardisierten Vorgänge – jeweils in Abhängigkeit von Tätigkeitsspektrum und Umgebungsbedingungen – u. a. im Hinblick auf „Driving Sickness“ untersucht und optimiert.

#### Attention/Attention Guidance

Das Kompetenzzentrum „Vision Research“ verfügt über Verfahren zur multimodalen Untersuchung von Vigilanz, speziell unter monotonen Bedingungen. Unter standardisierten Bedingungen im Fahrsimulator wie auch „on road“ wird dabei überprüft, über welche Sinnesmodalität und auf welche Weise die Aufmerksamkeit der Versuchsperson so schnell und so gezielt wie möglich auf eine relevante Umfeldregion gelenkt werden kann.

#### Ophthalmologisch-optische/sensorische, fahrerbezogene Funktions- und Eignungsprüfungen

Mit geeigneten Untersuchungsverfahren wird das individuelle Leistungsspektrum von Fahrzeugführern erfasst. Dabei wird das Explorationsvermögen und Fahrverhalten von Patienten mit visuellen Funktionsstörungen sowie von alters- und geschlechtskorrelierten Normalpersonen untersucht, mit dem Ziel, Prädiktoren für adäquates Fahrverhalten zu finden und erforderlichenfalls geeignete Unterstützung zu geben. Beispielsweise werden in Zusammenhang mit Gesichtsfelddefekten Kompensationsmöglichkeiten durch Verlagerung der Defekte mittels Kopf- und/oder Blickbewegungen, durch eine gezielte Aufmerksamkeitsverlagerung/-lenkung bzw. durch die zielgerichtete, rechtzeitige Aktivierung geeigneter Assistenzsysteme untersucht.

Hierbei werden zusätzlich zu der neuro-ophthalmologischen, sinnesphysiologischen und augenoptischen Expertise des Zentrums Experten auf den Gebieten Hörakustik, Informatik, Mechatronik, Physik etc. eingebunden.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

- Projection Lab: Fahr Simulator mit zwei ZEISS VELVET-Projektoren sowie mit einem AUDI A4, mit spezieller Ausrichtung auf Dämmerungs-/Blendungs- und Nachtfahrbedingungen und mit extern ansteuerbarem Head up Display (HUD). Es besteht die Möglichkeit der dynamischen Sehschärfe-Prüfung (mittels Sehzeichen-Präsentation via HUD) und Remote Eye & Head Tracking (örtlich und zeitlich hoch-auflösendes Smart-Eye-System).
- Usability Lab: Labor für Usability-Tests im Bereich Fahrerverhalten.

Darüber hinaus sind u. a. folgende Einrichtungen verfügbar:

- Unmittelbar benachbarte „On road“-Validierungsstrecke auf dem Campus der Hochschule
- Diverse perimetrische Untersuchungsverfahren
- Erfassen und Quantifizieren von „Performance“/Vigilanz im Rahmen monotoner Tätigkeiten
- Messung der örtlichen Verteilung von Sehschärfe und Kontrastsehen mit und ohne Blendung
- Schwellenbestimmende (freisichtige) Verfahren zur Messung der Stereopsis
- Einrichtung zur Erfassung von Gesten
- Komplette Ausstattung zur ophthalmologisch-optischen Untersuchung
- Erweiterte Untersuchungseinrichtungen zur Fahrtauglichkeitsbeurteilung
- Untersuchungsmöglichkeiten von Niedrig-Kontrast-Visus und intraokularer Streulicht-Wahrnehmung
- Morphometrische und densitometrische Untersuchung der menschlichen Augenlinse
- Keratometrie und Kornea-Topographie
- Vorderabschnitts- und (non-mydratische) Fundus-Photodokumentation/Fundus-Morphometrie
- Applanations- und Non-Contact-Tonometrie
- Low-Vision-Versorgung

## **Zielgruppen**

Industrie, Forschung, Universitäten/Hochschulen, Institute, Verbände, Behörden, Interessenvertretungen

## 066 Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Institut für Angewandte Forschung (IAF)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Campus Albstadt:<br>IAF Geschäftsstelle<br>Johannesstraße 3<br>72458 Albstadt   |
|          | Campus Sigmaringen:<br>IAF Geschäftsstelle<br>Anton-Günther-Straße 51/5<br>72488 Sigmaringen  |
| Telefon  | +49 7571 732-9159 (Albstadt)<br>+49 7571 732-8332 (Sigmaringen)   |
| Fax      | +49 7571 732-69159 (Albstadt)   |
| Homepage | <a href="https://www.hs-albsig.de/forschung/iaf/institut-fuer-angewandte-forschung/">https://www.hs-albsig.de/forschung/iaf/institut-fuer-angewandte-forschung/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Matthias Premer und<br>Prof. Dr. Dieter Stoll   |
| Kontakt  | Volker Oertel (Albstadt)<br>Dr. Katja Kirschbaum<br>(Sigmaringen)   |
| Telefon  | +49 7571 732-9159 (Albstadt)<br>+49 7571 732-8332 (Sigmaringen)   |
| Mail     | <a href="mailto:oertel@hs-albsig.de">oertel@hs-albsig.de</a> (Albstadt)<br><a href="mailto:kirschbaum@hs-albsig.de">kirschbaum@hs-albsig.de</a><br>(Sigmaringen)    |

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### DITI – Digitalisierung – IT Security – Industrie 4.0

Autonome Roboter, Assistenzsysteme, neue Mobilitäts- und Versorgungskonzepte, das Internet der Dinge oder Big Data erfordern sichere digitale Konzepte und Lösungen. Im Rahmen von DITI bündeln sich die Kompetenzen um die Themenfelder

- Cyber Security
- Digitale Forensik
- Cloud-Dienste
- Big Data
- Internet of Things
- Mixed Reality
- autonome Robotik
- vernetzte Produktion
- Netzwerksysteme

### Kurzinfo

An der Hochschule Albstadt-Sigmaringen haben sich die Forschungsschwerpunkte

- DITI: Digitalisierung – IT Security – Industrie 4.0,
- GEB: Gesundheit – Ernährung – Biomedizin und
- NESP: Nachhaltige Entwicklung – Smarte Materialien und Produkte

etabliert, die die Kompetenzen in unterschiedlichen Spezialisierungen der Hochschulforschung bündeln und dabei gesellschaftlich und technologisch hochaktuelle Themen aufgreifen.

Das IAF ist Plattform für die fachübergreifende und teamorientierte Zusammenarbeit in und mit der Hochschule mit dem Ziel, die vorhandenen forschungsbezogenen Kompetenzen sowohl intern als auch nach außen zu vermitteln. Dabei wird eine intensive Zusammenarbeit mit der regionalen Wirtschaft gefördert. Dem IAF gehören sechs Fachinstitute an.

### NESP – Nachhaltige Entwicklung – Smarte Materialien und Produkte

Die Begrenztheit von Ressourcen – Rohstoffe, Energie, saubere Luft und Wasser – treibt die Forschung seit Jahren an. Neue Materialien und Produktionsprozesse sowie die intelligente Steuerung von Energie- und Materialfluss erfordern die Optimierung ökonomischer Prozesse und Messgrößen. Der Bereich NESP arbeitet unter anderem an Konzepten zu neuartigen Materialien und Oberflächen, an funktionellen Textilien und an der Optimierung von Gebäuden und Produktionsprozessen. Es werden bessere Lösungen für die Energienetze der Zukunft und die Elektromobilität gesucht. Alle Bereiche profitieren von der Anwendung optimierender wirtschaftswissenschaftlicher Modelle. Kompetenzen im Schwerpunkt NESP:

- Advanced Materials
- smarte Produkte
- intelligente Textilien
- textile Produktionstechnologien
- additive Produktion
- 3D-Druck
- Energieeffizienz
- Nachhaltigkeit
- Business-Modelle
- E-Mobilität
- Facility Management
- Process Design

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Industrie-4.0-Montagezelle.

### **Zielgruppen**

(Regionale) Unternehmen, Forschungspartner

## 067 Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Fakultät Business Science and Management

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Anton Günther-Straße 51<br>72488 Sigmaringen                          |
| Telefon  | +49 7571 732-8325   |
| Fax      | +49 7571 732-8302   |
| Homepage | <a href="http://www.hs-albsig.de/bwl">http://www.hs-albsig.de/bwl</a> |
| Leitung  | Prof. Wilfried Funk   |
| Kontakt  | Benedikt Strigel  |
| Telefon  | +49 7571 732-8282   |
| Mail     | <a href="mailto:strigel@hs-albsig.de">strigel@hs-albsig.de</a>        |

### Kurzinfo

Die Fakultät „Business Science and Management“ der Hochschule Albstadt-Sigmaringen befasst sich mit betriebswirtschaftlichen Fragestellungen vor allem in anwendungsbezogener Forschung. Der Schwerpunkt der Fakultät hinsichtlich der Mobilität der Zukunft liegt auf den betriebswirtschaftlichen Implikationen der Elektromobilität.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Wertschöpfungskettenanalyse

Die Wertschöpfungskette „Elektromobilität“ unterscheidet sich gravierend von der Wertschöpfungskette zur Erstellung von Fahrzeugen mit traditionellem Antrieb. Forschungsthema ist hierbei, welche betriebswirtschaftlichen Auswirkungen und Handlungsbedarfe sich für die einzelnen Wertschöpfungspartner ergeben. Des Weiteren werden Renditepotenziale entlang der Wertschöpfungskette identifiziert und bewertet, um so entsprechende Leitlinien für optimale Geschäftsmodelle der Akteure ableiten zu können.

#### Zulieferindustrie und Automobilhersteller

Automobilzulieferer und -hersteller stehen unter einem hohen Veränderungsdruck. Dabei ergibt sich die besondere Herausforderung, die bestehenden Fahrzeuge bzw. Komponenten weiter zu optimieren und zugleich finanzielle und personelle Ressourcen für die Realisierung neuer Produkte der Elektromobilität bereitzustellen. Im Bezugsrahmen dieser sog.

Double-Hand-Strategy sollen hier Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen sowohl für die Weiterentwicklung bestehender als auch für den Aufbau neuer Geschäftsmodelle entwickelt werden.

#### Unternehmensführung- und Marketingkonzepte

Da sich die Entwicklung und Realisierung von E-Cars zu der von Fahrzeugen mit konventionellem Antrieb gravierend unterscheidet, ergeben sich vielfältige betriebswirtschaftliche Anforderungen an die beteiligten Unternehmen. Im besonderen Fokus stehen hier die Anforderungen und Handlungsfelder in den Bereichen Controlling, Unternehmensführung und Marketing. Aufgrund der spezifischen Kundengruppen und Kundennutzenprofile bei E-Cars erhält dabei der Bereich des Marketings eine besondere Bedeutung im Rahmen einer ganzheitlichen Analyse.

#### Ländlicher Raum

Elektromobilität wird meist nur im Bezugsrahmen von Metropolregionen diskutiert. Um Elektromobilität jedoch umfassend zu verankern, muss auch der ländliche Raum im Rahmen einer ganzheitlichen Mobilitätsanalyse betrachtet werden. Als regional verankerte Hochschule befasst sich die Hochschule Albstadt-Sigmaringen hierbei mit der Realisierung der Elektromobilität insbesondere auch im ländlichen Raum. Es gilt hier, spezifische Anforderungen und Anreizkonzepte für die Nutzung der Elektromobilität in ländlichen Regionen zu entwickeln. Leitlinien sind dabei die intermodale Mobilität sowie die Vernetzung urbaner und ländlicher Mobilitätskonzepte.

#### Ausstattung/Einrichtungen

IT-Labore, mehrdimensionale Datenbank über alle verfügbaren E-Cars (D);

Forschungsräume im Rahmen des Innovationscampus am Hochschulstandort in Sigmaringen

#### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände, Kommunen

## 068 Hochschule der Medien, Forschungsleuchtturm Creative Industries & Media Society

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Nobelstraße 10<br>70569 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 8923-3172   |
| Fax      |   |
| Homepage | <a href="https://www.hdm-stuttgart.de/forschung_transfer/forschungsthemen/iq/home">https://www.hdm-stuttgart.de/forschung_transfer/forschungsthemen/iq/home</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Martin Engstler<br>Prof. Dr. Boris Kühnle   |
| Kontakt  | Prof. Dr. Burkard Michel<br>Prof. Dr. Boris Kühnle  |
| Telefon  | +49 711 8923-2230 (Michel)<br>+49 711 8923-2246 (Kühnle)  |
| Mail     | <a href="mailto:michel@hdm-stuttgart.de">michel@hdm-stuttgart.de</a><br><a href="mailto:kuehnle@hdm-stuttgart.de">kuehnle@hdm-stuttgart.de</a>                  |

### Kurzinfo

Der Forschungsleuchtturm Creative Industries & Media Society (CREAM) der Hochschule für Medien hat das Ziel, die digitale Transformation von Ökonomie und Gesellschaft interdisziplinär und anwendungsorientiert forschend zu begleiten, aktiv Impulse zu geben, um Mediengesellschaft und Kreativ-industrie mitzugestalten. Im Bereich der Mobilität haben die Megatrends Digitalisierung und Mediatisierung, die im Fokus des Forschungsinteresses von CREAM liegen, enorme Auswirkungen. Ein Hauptziel der Forschungsarbeit ist die innovative Methodenentwicklung zur Erforschung des Zusammenspiels von Mensch, Medien und Mobilität. Gleichzeitig werden Untersuchungen zur Kommunikation und Mediatisierung in Zusammenhang mit Mobilität und Nutzerverhalten durchgeführt. Die Mitglieder des Instituts vereinen Kompetenzen und Forschungsmethoden aus sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Disziplinen zu interdisziplinären Forschungs- und Projektansätzen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Schwerpunkte des Forschungsteams CREAM liegen auf der innovativen Methodenentwicklung, insbesondere der Entwicklung von Mixed-Methods-Ansätzen (qualitative und quantitative Verfahren). Das CREAM-Team berät zu Erhebungs- und Auswertungsmethoden und gibt Impulse für weitere Ideen. Das Team versteht sich als Dienstleister für Forschungsprojekte und übernimmt dabei die Aufgaben der Konzeption, Realisierung, Durchführung, Analyse und Dokumentation von Forschungsvorhaben.

Ein Schwerpunkt der Forschung von CREAM ist der Zusammenhang von Mobilität und Mediatisierung, d. h. beispielsweise die Frage, wie sich (digitale) menschliche Kommunikation während einer Auto- oder Bahnfahrt oder im Flugzeug durch die immer weiter fortschreitende Mediatisierung des Alltags verändert. Das Fahrzeug wird zur „mediatisierten Lebenswelt“ der Menschen, die durch bewusste und unbewusst stattfindende digitale Kommunikation definiert wird.

Konkret betreffen die Forschungsfragen u. a. die mitfahrende Beobachtung und Auswertung von Text, Film- und Bilddaten von Fahrern in Pkw oder Lkw, die Untersuchung der Kommunikation während der Fahrt, aber auch die Untersuchung der Auswirkung von Social-Media-basierter Kommunikation z. B. auf die Bildung von Fahrgemeinschaften im Berufsverkehr.

Weitere Forschungsprojekte und -themen von CREAM betreffen z. B. Kommunikation und Medien in den Bereichen Kreativwirtschaft oder Kriminalprävention.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Es wird die moderne und umfangreiche technische Ausstattung der Hochschule der Medien genutzt, zusätzlich kann über Kooperationen mit anderen Einrichtungen/Laboren der HdM auf weitere Ausstattung zurückgegriffen werden, wie z. B. beim Institut für digitale Ethik oder auf das User Experience Research Lab (u. a. Test-Studios, Eye-Tracking-Systeme und Screentrackingsysteme für mobile Geräte).

Folgende technische Ausstattung der HdM steht ständig zur Verfügung:

- leicht transportierbare Kamera-ausrüstungen teils mit Mikrofon zur Aufzeichnung von Situationen (z. B. Beobachtung im Pkw/Lkw-Cockpit), Gruppendiskussionen oder Interviews – mehrere Kameras Canon XA15 3MP (HD), Minikameras (z. B. GoPro)
- professionelle digitale Spiegelreflexkameras inkl. verschiedener Objektive und Zubehör zur Dokumentation (Foto/Video) – Canon 77 D, Canon 5D Mark III, 5D S (50 Megapixel), Lumix GH 4
- Audioaufzeichnungsgeräte für Interviews und Gruppendiskussionen – Zoom H4n Audio Recorder, Tascam F8 Field Recorder (8 Kanäle)

Zur Aufbereitung der erhobenen Daten werden moderne Videoschnittprogramme (Adobe Premier) und Audiosoftware verwendet.

### **Zielgruppen**

Forschungseinrichtungen an Universitäten, Forschungsverbünde, Medienunternehmen und Mobilitätsindustrie, Bundes- und Landesinstitutionen, Stiftungen

## 069 Hochschule der Medien, Responsive Media Experience (REMEX)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Nobelstraße 10<br>70569 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 8923-10  |
| Fax      | +49 711 8923-11  |
| Homepage | <a href="http://remex.hdm-stuttgart.de">http://remex.hdm-stuttgart.de</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr. Gottfried Zimmermann<br>Prof. Dr. Ansgar Gerlicher   |
| Kontakt  | Prof. Dr. Gottfried Zimmermann<br>Prof. Dr. Ansgar Gerlicher   |
| Telefon  | +49 711 8923-2751 (Zimmermann)<br>+49 711 8923-2788 (Gerlicher)  |
| Mail     | <a href="mailto:gzimmermann@hdm-stuttgart.de">gzimmermann@hdm-stuttgart.de</a><br><a href="mailto:gerlicher@hdm-stuttgart.de">gerlicher@hdm-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Der Forschungsleuchtturm REMEX konzipiert und erforscht mobile und andere Anwendungen, in denen innovative Interaktionskonzepte und Medienformate eingesetzt werden. Wichtige Aspekte sind die Anpassung (Responsiveness) der Konzepte und Medien an den Benutzer, dessen Interaktionsmöglichkeiten und die situative Umgebung.

Der Transformationsprozess der Mobilität und die zunehmende Digitalisierung, insbesondere das autonome Fahren oder (intermodale) Mobilitätsdienstleistungen, erfordern auch für Entwicklungen in diesem Bereich die Einbeziehung von Konzepten der Personal User Experience und der Usability.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Schwerpunkte der Entwicklungsarbeiten des REMEX Teams in Bezug auf die Mobilität der Zukunft umfassen folgende Themen.

#### Personal User Experience (PUX) und Usability

Wesentlich ist, im Design von Software oder Apps innovative Lösungen zu finden, bei denen das Nutzererlebnis (UX) an den individuellen Benutzer und seine Bedürfnisse und Vorlieben angepasst ist. Hierfür verwendet REMEX einen benutzerzentrierten Ansatz und führt Usability-Studien durch, um die Qualität der PUX zu bewerten und zu optimieren. Das standardbasierte Open-Source Framework OpenAPE bietet die technische Grundlage für persönliche Benutzerprofile über Anwendungs- und Plattformgrenzen hinweg.

#### Mobile Applications

Mobile Apps z. B. als digitale Interaktionskonzepte, gewinnen in der Mobilität der Zukunft zunehmend an Bedeutung. Hierbei werden auch neue Technologien wie Spracherkennung (z. B. mit Alexa oder Siri), Gesichtserkennung (z. B. mit dem iPhone X), KI, Augmented und Virtual Reality etc. einbezogen. Das REMEX Team nutzt unter anderem die selbst entwickelte RemoteUI Technology, um effektiv und einfach Anwendungen plattformübergreifend zu entwickeln. Weitere Entwicklungen wie z. B. die Web Scaling Frameworks (WSF) ermöglichen es, skalierbare und leistungsstarke Backend-Systeme für diese Apps bereitzustellen. Im Rahmen von Forschungsprojekten und Semesterarbeiten werden verschiedenste mobile Anwendungen in Kooperation mit Unternehmen, Partneruniversitäten oder Forschungseinrichtungen entwickelt.

Mit folgenden weiteren Themen beschäftigt sich das REMEX Team.

- **ACCESSIBILITY+:** Hier werden neue und attraktive (nicht stigmatisierende) Wege der Barrierefreiheit gestaltet und erforscht, die älteren Menschen und Menschen mit Behinderungen zugutekommen. Hier bietet das standardbasierte Open-Source Framework OpenAPE die technische Grundlage für ein optimales Nutzererlebnis, das gewöhnliche Maßnahmen der Barrierefreiheit übertrifft. Die entwickelten IKT-Lösungen erfüllen alle aktuellen und in absehbarer Zukunft kommenden Rechtsvorschriften der Barrierefreiheit.
- **VR/AR, Serious Games:** In einer Kooperation mit dem Institute for Games und dem Institute for Mobility and Digital Innovation der Hochschule der Medien werden Serious-Virtual- und Augmented-Reality-Anwendungen für Gesundheits-, medizinische und Rehabilitationsmaßnahmen sowie Serious Games für die Barrierefreiheit für ältere Menschen und Menschen mit Behinderungen erforscht.

- Standardisierung: Das REMEX Team hat weitreichende Erfahrungen in nationalen und internationalen Standardisierungsprojekten, u. a. bei den ISO/IEC 24752 Universal Remote Console Standards oder den ISO/DIS 20078 Extended Vehicle (ExVe) Standards.
- E-Learning: Ein weiterer Schwerpunkt ist das Design von vollständig barrierefreien Lernerfahrungen über E-Learning und personalisiertes Lernen. Es wird eine Vielzahl an freien Open Educational Resources (OER) angeboten. Die E-Learning-Kurse (MOOC) wurden von insgesamt mehr als 15.000 Personen genutzt. Zudem werden laufend technische Lösungen, Tools und Frameworks für die einfache und schnelle Entwicklung responsiver Anwendungen weiterentwickelt. Beispielsweise RemoteUI ([remoteui.org](http://remoteui.org)) ist eine dieser Entwicklungen, die im Rahmen einer Dissertation entstanden ist und mittlerweile in ein Start-up überführt wurde.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

#### Personal User Experience (PUX) Lab

Das Labor für Demos und Tests bezüglich PUX hat folgende Ausstattung:

- Smart-Teppich mit Sensoren
- interaktiver Smart Mirror mit Modeberatung
- alternative Smart-Home-Steuerung für Menschen mit Behinderungen
- Microsoft Surface 2.0 Touchtable für interaktive Anwendungen

#### Usability Lab

- Eye-Tracker und HD-Kameras zur Nutzerbeobachtung
- Videobearbeitungs- und Auswertungssoftware, um die Nutzeraufnahmen auszuwerten

#### Mobile Lab

Hier stehen verschiedene Hard- und Softwaretechnologien für die Entwicklung mobiler und eingebetteter Lösungen zur Verfügung:

- aktuelle mobile Endgeräte wie Smartphones oder Tablets verschiedener Hersteller (iOS, Android)
- eigene mobile Netzwerk-Infrastruktur für Testzwecke mit GSM und GPRS/EDGE ebenso wie Bluetooth
- für Mobilitätsanwendungen (und Infotainment): Infotainmentsystem und ein kombiniertes Armaturenbrett eines Porsche Cayenne Hybrid sowie LED-Scheinwerfer eines Porsche Panamera
- aktuelle Hardware- und Software-Ausstattung für die Verbindung über CAN-Bus (auch Most, FlexRay)

### **Zielgruppen**

Forschung, Wirtschaft, öffentliche Einrichtungen

## 070 Hochschule Esslingen, Anwendungszentrum KEIM

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Flandernstraße 101<br>Gebäude 01, 4. Stock<br>73732 Esslingen am Neckar              |
| Telefon  | +49 711 970-2253   |
| Fax      | +49 711 970-2299   |
| Homepage | <a href="http://www.keim.iao.fraunhofer.de">www.keim.iao.fraunhofer.de</a>           |
| Leitung  | Thomas Renner  |
| Kontakt  | Monica Schaller  |
| Telefon  | +49 711 970-5120   |
| Mail     | <a href="mailto:assistenz.IKT@iao.fraunhofer.de">assistenz.IKT@iao.fraunhofer.de</a> |

### Kurzinfo

Das Anwendungszentrum KEIM wurde 2012 an der Hochschule Esslingen unter Federführung des Fraunhofer IAO als erstes Fraunhofer-Anwendungszentrum in Baden-Württemberg gegründet. Im Mittelpunkt steht die Entwicklung intelligenter vernetzter IT-Lösungen für eine gemeinschaftliche Nutzung nachhaltiger Mobilitätsressourcen in Kombination mit intelligentem Energiemanagement im urbanen Raum. Ziel ist es, Mobilität entsprechend dem Bedarf zu gestalten. Das KEIM setzt hier Methoden und IKT-Lösungen für das Internet der Dinge ein, u. a. Plattformen für die sichere Erfassung von Sensor- und Betriebsdaten, die damit verbundenen Big-Data-Technologien und Analysemethoden sowie Integrationsverfahren und datenschutzkonforme Schnittstellen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Integrierte, dynamische Flotten- und Energiemanagementlösungen

Kernthemen sind die Einführung und der optimale Alltagseinsatz von Elektrofahrzeugen. Beispielsweise wurde mit „EcoGuru“ eine integrierte, dynamische Flotten- und Energiemanagementlösung für gemeinschaftlich genutzte Fahrzeugflotten entwickelt. Damit lassen sich bestehende Fuhrpark-Komponenten mit neuen Entwicklungen kombinieren und Betriebsdaten aus Fahrzeugen oder Ladeinfrastruktur in Echtzeit einbinden und verarbeiten. Mithilfe von komplexen Algorithmen, Gamification und konfigurierbaren Fuhrparkregeln kann eine Flotte möglichst wirtschaftlich, ökologisch und nutzerfreundlich

betrieben und das Management digitalisiert werden. Die Lösung wird im „Living Lab eFleet“ am Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart erprobt und demonstriert.

#### Sensordatenplattform

Die Sensordatenplattform des KEIM bildet ein wichtiges Lösungselement des Internets der Dinge. Sie integriert Sensor-, Betriebs-, Nutzungs- und Produktdaten. Gleichzeitig bildet sie die Basis für „Smart Services“ zur Analyse und Optimierung von Produkten, Prozessen und Anwendungslösungen und ermöglicht die Umsetzung neuer Nutzungs- und Geschäftsmodelle.

#### Nutzerschnittstelle

Ein weiterer Kompetenzbereich des KEIM ist die Schnittstelle zum Nutzer. In „EcoGuru“ wurden beispielsweise Methoden umgesetzt, um den Nutzern spielerische Anreize zu geben, die ihn für nachhaltiges und sparsames Mobilitätsverhalten belohnen und damit motivieren, sich nachhaltig fortzubewegen.

#### Mobilitytracking mithilfe des „Mobility Recognizer“

Mit dem Einsatz des „Mobility Recognizer“ können Nutzer ihr Mobilitätsverhalten erfassen, auswerten und optimieren. Die Erfassung intermodaler Reiseketten mithilfe von Smartphone-Sensorik kann klassische Wegetagebücher ersetzen und die damit verbundenen aufwändigen Auswertungen können effizienter gestaltet werden. Mithilfe von zusätzlichen Angaben durch den Nutzer, wie Bewertungen und Komfortangaben zum Verkehrsträger, können beispielsweise Unzufriedenheiten verortet und damit Verkehrsbetreiber sowie Städte bei der Verbesserung von Mobilitätsdiensten und Infrastruktur unterstützt werden.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Entwicklungen am KEIM/IT Tools

- „EcoGuru“: Flotten- und Energiemanagementlösung (s. o.)
- IT-Steuerung für den „Smart Grid Demonstrator“ des Fraunhofer IAO zur intelligenten Abstimmung der Komponenten
- „Flottensimulation“: Das Simulationstool bildet eine heterogene Ladeinfrastruktur und Fuhrparkzusammensetzung ab und kann zur Entwicklung und Erprobung von Algorithmen zum Lade- und Lastmanagement genutzt werden
- „Mobility Recognizer“: App-basiertes Wegetagebuch für intermodale Reiseketten (Datenerfassung und wissenschaftliche Auswertung von mobilitätsverändernden Maßnahmen, s. o.)

Die Entwicklungen des KEIM werden in Laboren der Fraunhofer-Institute eingesetzt und getestet (z. B. „Living Lab eFleet“ des Fraunhofer IZS).

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 071 Hochschule Esslingen, Institut für Nachhaltige Energietechnik und Mobilität (INEM)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Kanalstraße 33<br>73728 Esslingen   |
| Telefon  | +49 711 397-3381  |
| Fax      |   |
| Homepage | <a href="https://www.hs-esslingen.de/forschung/forschung-sarbeitsinstitutenachhaltige-energietechnik-und-mobilitaet">https://www.hs-esslingen.de/forschung/forschung-sarbeitsinstitutenachhaltige-energietechnik-und-mobilitaet</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Uta Mathis und Prof. Dr.-Ing. Thomas Rohrbach   |
| Kontakt  | Ines Klugius  |
| Telefon  | +49 711 397-3381  |
| Mail     | <a href="mailto:ines.klugius@hs-esslingen.de">ines.klugius@hs-esslingen.de</a>  |

### Kurzinfo

In dem fakultätsübergreifend gegründeten Forschungsinstitut für Nachhaltige Energietechnik und Mobilität (INEM) wird an der Hochschule Esslingen an insgesamt drei Standorten zu Fragen der Elektromobilität, der effizienten Energieerzeugung und –speicherung sowie zu Mobilitätskonzepten geforscht. Zusätzlich greift das INEM als interdisziplinäres Hochschulinstitut ökonomische und ökologische Bewertungen der aus neuen Energien und neuen Mobilitätskonzepten entstandenen Techniken und Geschäftsmodelle auf. Schwerpunkte im Bereich nachhaltige Energietechnik sind: Energieerzeugung, -wandlung und -speicherung sowie die Modellierung und Bewertung von Energieflüssen. Das INEM bietet den auf diesem Forschungsgebiet arbeitenden Professorinnen und Professoren eine fakultätsübergreifende und interdisziplinäre Plattform zur Zusammenarbeit.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Im Bereich Mobilität liegen die Schwerpunkte technisch auf der Entwicklung und Erprobung sowie der Evaluierung von Konzepten für elektrische Antriebe von Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Brennstoffzelle, Batterietechnik), Hausenergiesysteme, thermische Energiespeicher und Photovoltaikanlagen. Zudem werden aus einem ökologischen und ökonomischen Blickwinkel neue Geschäftsmodelle zum Einsatz von Second-Life-Batterien, Ladeinfrastrukturkonzepte sowie Life Cycle Assessment und Life Cycle Costing entwickelt und bewertet.

### Energiequellen, -träger, -wandler und -speichermedien

Im Bereich Energieerzeugung stehen Fragen der erneuerbaren Energiequellen, deren Nutzung und Bewertung im Mittelpunkt. Regenerative Energiequellen werden dabei letzten Endes als Nutzung der Sonne in unterschiedlichen Formen gesehen: thermisch (Wasser, Wind, Solarthermie), photochemisch (biogene Brennstoffe) oder auch photoelektrisch (Photovoltaik). Das INEM beschäftigt sich mit diesen Prozessen, deren Eigenheiten und Begrenzungen und den technischen Rahmenbedingungen für deren Nutzung, um den höchsten Wirkungsgrad zu erzielen.

### Mobilität

Vor allem im Rahmen der „Modellregion Elektromobilität Stuttgart“ entwickelt das INEM gemeinsam mit weiteren Partnern Projektideen und Systementwicklungen im Bereich Elektromobilität. Die Schwerpunkte liegen dabei aktuell auf den Gebieten der Simulationstechnik und des Energiemanagements alternativer Antriebe, der Entwicklung elektrischer Speichertechnik einschließlich des Batteriemanagements, der Fahrzeugklimatisierung und der Fahrzeugintegration bis hin zum Fahrzeugaufbau in der INEM Projektwerkstatt Elektromobilität.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

### Labore am Hochschulstandort Esslingen

- Brennstoffzellen- und Wasserstofflabor für mobile und stationäre Anwendungen
- Aktuell werden an vier Testständen zu den Themen Beschichtung, Fertigung, Charakterisierung und Hybrid Laborübungen für Studierende durchgeführt. Aktuell wird ein Forschungs- und Lehrteststand im Bereich der Abwärmenutzung von Brennstoffzellensystemen aufgebaut. Zwei weitere Forschungsprojekte befassen sich mit neuartigen thermochemischen Wärmespeichern und Hochdruckelektrolyse-Systemen.
- Projektwerkstatt Ultraleichtfahrzeuge mit dem Ausbildungs- und Forschungsschwerpunkt Elektromobilität und Batteriesysteme.
- Batterieteststand/Zellenprüfstand, um z. B. das Temperatur- oder Alterungsverhalten von Batterien bei verschiedenen Parametern zu simulieren und zu testen.

### Labore am Standort Göppingen

- E-Labor „Elektrische Systemlösungen für Energiemanagement und -erzeugung“: Aufbau eines Solartestfeldes inkl. Lade- und Speicherstationen im Raum Göppingen zu Entwicklung und Test auf den Gebieten der Regelungssysteme, des Energiemanagements, unterschiedlicher Technologien für Photovoltaikanlagen und -technologien sowie der zugehörigen Leistungselektronik.
- Nachhaltigkeit und Produktion: Gemeinschaftslabor der Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen und des INEM mit den Forschungsschwerpunkten Thermische Energiespeicher (insbesondere auf dem Gebiet der Hochtemperatur-Latentwärmespeicher), Smart Systems und Sektorenkopplung bei der Energiewende.
- Labor für Elektrische Antriebe, insb. für die Elektromobilität: Aufbau eines leistungsfähigen Antriebsprüffelds für elektrische Antriebe von Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Inbetriebnahme im Juni 2018) mit vier verschiedenen Prüfständen im Leistungsbereich bis 150 kW sowie einer Gleichspannungsversorgungsanlage bis 200 kW. Zudem laufen dort bereits Forschungs- und Industrieprojekte für 48-V-Komponenten, die dann auf den Hochvoltbereich ausgeweitet werden.

Alle Labore erhielten 2012 die EMAS-Zertifizierung.

### **Zielgruppen**

Industrie: Projektpartner, Auftragsforschung, Aus- und Weiterbildung; Städte und Gemeinden: Reallaborprojekte, Events zu den Themen nachhaltige Energietechnik und Mobilität; Universitäten und Hochschulen: Projektpartner, Forschung

## 072 Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU), Institut für Automobilwirtschaft (IFA)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Parkstraße 4<br>73312 Geislingen   |
| Telefon  | +49 7331 22-440  |
| Fax      | +49 7331 22-450  |
| Homepage | <a href="http://www.ifa-info.de">www.ifa-info.de</a>                       |
| Leitung  | Prof. Dr. Stefan Reindl  |
| Kontakt  | Benedikt Maier   |
| Telefon  | +49 7331 22-442  |
| Mail     | <a href="mailto:benedikt.maier@ifa-info.de">benedikt.maier@ifa-info.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Automobilwirtschaft (IFA) ist eine wissenschaftliche Einrichtung der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt (HfWU). Aufgabenschwerpunkte liegen in der branchenorientierten und praxisnahen Forschung und Lehre entlang der gesamten automobilwirtschaftlichen Wertschöpfungskette – von der automobilen Forschung und Entwicklung über die Produktion bis hin zum Automobilvertrieb. Das IFA greift praxisrelevante Fragen auf und bearbeitet sie mit wissenschaftlichen Methoden. Damit übernimmt das Institut eine wichtige Transformationsfunktion zwischen Theorie und Praxis.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das Institut konzentriert sich in seiner Arbeit auf die Automobil- und Mobilitätswirtschaft, wobei branchenübergreifendes Wissen integriert wird. Besondere Aufgabenschwerpunkte des Instituts sind die Erarbeitung von Analysen und Empfehlungen zu folgenden Themen.

- Zukunftstrends in der Automobilwirtschaft
- Technologiefolgenabschätzung: automatisiertes Fahren und alternative Antriebskonzepte
- Analyse der Markt- und Anbieterstrukturen in der Automobilindustrie

- Marktpotenziale für neue Antriebe in Kraftfahrzeugen
- Auswirkungen von neuen Antriebskonzepten auf die traditionellen Marktakteure
- Analyse des Kunden- und Käuferverhaltens
- Strategieentwicklung in der Zuliefererindustrie
- Zukunftsorientierte Vertriebsstrategien
- Geschäftsmodellinnovation
- Innovative Mobilitäts- und Telematikdienstleistungen
- Händlerzufriedenheitsanalysen
- Management von Automobilhändlergruppen
- Automobile Mobilitäts- und Finanzdienstleistungen

Das Institut sieht seine Kernkompetenz auf dem Gebiet anwendungsorientierter Forschungsarbeiten für die Automobilwirtschaft. Weiterbildungsveranstaltungen und unternehmensindividuelle Beratungen werden fallweise durchgeführt. Die Praxisnähe stellt das Institut unter anderem durch zahlreiche Kooperationen mit Automobilzulieferern, -herstellern, -händlern und Branchendienstleistern sicher.

### Ausstattung/Einrichtungen

- Zwei Online-Panel für Erhebungen im Automobilhandel für Geschäftsführer und Inhaber sowie Verkaufsberater
- Methodenlabor
- Umfangreiche Befragungs- und Analysesoftware

### Zielgruppen

Automobilhersteller, Automobilzulieferer, Automobilhandel/Kfz-Gewerbe, Branchendienstleister, Beratungshäuser, Verbände, Forschung

## 073 Hochschule Furtwangen

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Robert-Gerwig-Platz 1<br>78120 Furtwangen   |
| Telefon  | +49 7723 920-0  |
| Fax      | +49 7723 920-1110   |
| Homepage | <a href="http://www.hs-furtwangen.de">www.hs-furtwangen.de</a> ,<br><a href="http://www.ksf.hs-furtwangen.de">www.ksf.hs-furtwangen.de</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr. Rolf Schofer  |
| Kontakt  | Mobilität: Prof. Dr. Jochen Baier,<br><a href="mailto:jochen.baier@hs-furtwangen.de">jochen.baier@hs-furtwangen.de</a> ;<br>Prof. Dr. Anton Karle,<br><a href="mailto:anton.karle@hs-furtwangen.de">anton.karle@hs-furtwangen.de</a><br><br>Leichtbau und Bionik: Prof. Dr.<br>Hans-Georg Enkler, <a href="mailto:hans-georg.enkler@hs-furtwangen.de">hans-georg.enkler@hs-furtwangen.de</a><br><br>Leichtbauwerkstoffe: Prof. Dr.<br>Bahman Azarhoushang,<br><a href="mailto:bahman.azarhoushang@hs-furtwangen.de">bahman.azarhoushang@hs-furtwangen.de</a><br><br>Elektrochemische<br>Energiespeicher: Prof. Dr. Frank<br>Allmendinger,<br><a href="mailto:frank.allmendinger@hs-furtwangen.de">frank.allmendinger@hs-furtwangen.de</a> |
| Telefon  | +49 7723 920-0  |
| Mail     | s. o.   |

### Kurzinfo

Die Hochschule Furtwangen (HFU) ist eine der größten Hochschulen für Angewandte Wissenschaften in Baden-Württemberg mit den Kompetenzfeldern Ingenieurwissenschaften, Informatik, Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsingenieurwesen, Medien, Internationale Wirtschaft und Gesundheit. Mobilität, insbesondere nachhaltige Mobilität im ländlichen Raum und Elektromobilität, sowie Leichtbau sind zentrale Themen in Forschung und Lehre, mit denen sich Professorinnen und Professoren verschiedener Fakultäten an der HFU befassen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Mobilität im ländlichen Raum

- Entwicklung von ganzheitlichen Mobilitätskonzepten
- Betrachtungen und Analysen sowie Untersuchung und Entwicklung angepasster Lösungsansätze für eine nachhaltige Mobilität
- Zielgruppenspezifische Bedarfsanalysen
- Optimale Vernetzung bestehender und zu entwickelnder Mobilitätslösungen

- Analysen möglicher technischer Unterstützungen durch Hard- und Software
- Analyse des Potenzials von autonomen Fahrzeugen

Produktentwicklung mit Fokus Leichtbau und Bionik

- Analyse von Leichtbaupotenzialen
- Entwicklung und Validierung von Leichtbaustrukturen
- Strukturoptimierung: methodische und rechnergestützte Findung optimaler Bauteil- und Systemdesigns
- Konstruktion und Auslegung von additiv gefertigten Strukturen und von Faserverbundstrukturen
- Ökologische und ökonomische Betrachtung von Systemen unter Leichtbauaspekten
- Analyse der Gestalt-Funktions-Zusammenhänge

Bearbeitung von Leichtbauwerkstoffen

- Entwicklung neuer Schleifprozesse, z. B. Hochgeschwindigkeitsschleifen, für Leichtbauwerkstoffe
- Werkzeugentwicklung für die Bearbeitung von hybriden Leichtbauwerkstoffen

Elektrochemische Energiespeichersysteme

- Klassifizierung von Batteriespeichern, die für ihren ursprünglichen Einsatzzweck nicht mehr geeignet sind, durch elektrochemische Impedanzspektroskopie, um diese Zellen einer weiteren funktionalen Verwendung („Second Life“) zuzuführen
- Entwicklung und Validierung von Algorithmen für Batteriemagementsysteme, um das Alterungsverhalten der Zellen durch Größen wie State of Charge und State of Health zu charakterisieren und perspektivisch prognostizieren zu können
- Forschung und Entwicklung in Kooperation mit Industrie, Forschungspartnern und Energieversorgern an einem Batterie-wechselsystem für den stationären und mobilen Einsatz
- Forschung und Entwicklung an Sensoriken und Batteriesystemen für Pedelects

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Mehrere Elektrofahrzeuge
- Brennstoffzellen-Fahrzeug (B-Klasse F-Cell) zur Technologieerprobung im ländlichen Raum
- Laboreinrichtung zur Unterstützung mechatronischer Versuche und zum Bau und zur Untersuchung von autonomen Laborfahrzeug-Modellen, auch zum Test der notwendigen Sensorik
- Umfangreiche Maschinenausstattung zur Schleifbearbeitung inkl. Messtechnik, z. B. Hochpräzisionsbearbeitungszentrum (Kern Pyramid Nano), Hochleistungs-Flachschleifmaschine (ELB Micro-Cut AC8 CNC)

Weitere Informationen zur Ausstattung unter [www.ksf.hs-furtwangen.de](http://www.ksf.hs-furtwangen.de).

Im Innovations- und Forschungszentrum (IFC) der Hochschule Furtwangen in Tuttlingen werden folgende Labore eingerichtet:

- Elektrochemielabor mit Zelltester und Klimasimulationskammer für Temperatur und Feuchte einschließlich Handschuhbox. Für den Test von Zellen steht ein BaSyTec CTS Batterietestsystem mit komplexer Impedanzmessung bestehend aus einem Gamry Ref3000AE Impedanz-Messsystem mit Multiplexer zur Aufschaltung auf 32 Kanäle zur Verfügung
- Mechatroniklabor für den Aufbau und Test von Elektroniken
- EMV-Testkammer zur Untersuchung von Elektroniken
- Labor für Oberflächentechnik

### **Zielgruppen**

Bürger des ländlichen Raumes, Studierende und Beschäftigte der eigenen Institution, Verkehrsverbände, Hochschulen, Forschung, Wirtschaft

## 074 Hochschule Heilbronn (HHN)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Max-Planck-Straße 39<br>74081 Heilbronn  |
| Telefon  | +49 7131 504-0   |
| Fax      | +49 7131 252470  |
| Homepage | <a href="https://www.hs-heilbronn.de">https://www.hs-heilbronn.de</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr. Oliver Lenzen  |
| Kontakt  | Prof. Dr. Andreas Daberkow<br><br>Prof. Dr.-Ing. Raoul Zöllner<br>(IKM/Automotive & Mobility)<br><br>Prof. Dr. Dirk Ringhand<br>(IKM/Materials Processing & Engineering)<br><br>Prof. Dr. Tobias Bernecker<br>(Direktor des Instituts für<br>Nachhaltigkeit in Verkehr und<br>Logistik (INVL)) |
| Telefon  | +49 7131 504-417   |
| Mail     | <a href="mailto:andreas.daberkow@hs-heilbronn.de">andreas.daberkow@hs-heilbronn.de</a>   |

### Kurzinfo

Die Forschung an der Hochschule Heilbronn im Bereich Mobilität wird vom Institut für Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik (IKM), vom Innovationslabor Logwert (Profil 075) sowie dem Institut für Nachhaltigkeit in Verkehr und Logistik (INVL) repräsentiert.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Institut für Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik (IKM)

Im IKM forschen derzeit 36 Professoren in interdisziplinären Projekten. Das Institut hat das Ziel, mit Hilfe von Industrieprojekten die Lehre enger mit der angewandten Forschung zu verknüpfen und die FuE-Leistungen der Hochschule nach außen besser sichtbar zu machen. Zwei Schwerpunkte werden unterschieden: Automotive & Mobility sowie Materials Processing & Engineering.

#### Automotive & Mobility

Die wissenschaftlichen Ziele in diesem Bereich sind:

- Energieeffizienz und Elektromobilität
- Mechanik und Variabilitäten im Verbrennungsmotor
- intelligente Transportprozesse
- autonomes Fahren, Verkehrsflussoptimierung und Sicherheit

- modellbasierte Entwicklung und Simulation von Fahrzeugsystemen
- Generationenmobilität und Mensch-Fahrzeug-Interaktion

Laufende Projekte sind u. a.

- Erprobung von selbstfahrenden Transportfahrzeugen zur Nahversorgung im städtischen Raum und deren Akzeptanz in der Bevölkerung (Buga:Log)
- Segway am Hochschulcampus Heilbronn zur Untersuchung der Voraussetzungen, die die Neugestaltung innerbetrieblicher Werksverkehre kleiner und mittelständischer Unternehmen mittels Elektro-leichtkleinnutzfahrzeugen erlauben
- Untersuchung zur Reduktion des Kraftstoffverbrauchs von Ottomotoren durch neue Möglichkeiten zur Integration und Weiterentwicklung von Möglichkeiten der variablen Verdichtung (VariMot)
- AHeAD (Autonomous Hybrid eco Assisted Drive): In einem hochschulinternen Verbund werden in dem Projekt die Bereiche Sensorik und Signalverarbeitung mit automobiler Antriebstechnik verknüpft. Aus der intelligenten Verbindung dieser Fachbereiche lassen sich Fahrstrategien ableiten, die den Streckenverbrauch reduzieren, den Verkehrsfluss verbessern und den Fahrer entlasten

#### Materials Processing & Engineering

Hier werden Kompetenzen aus den Verarbeitungstechnologien (Materials Processing) und der Werkstofftechnik (Materials Engineering) gebündelt. Sieben Lehrstühle bilden das Kernteam des Schwerpunkts, das von drei weiteren Lehrstühlen aus dem Bereich der Automatisierungstechnik bzw. der Steuerungs-, Mess- und Regelungstechnik unterstützt wird.

Themen umfassen u. a.

- Werkstoffprüfung und Schadensanalyse (Metall und Kunststoff)
- Härteverfahren und Qualitätsprüfung
- Oberflächenanalyse und Bestimmung der Werkstoffzusammensetzung
- Tribologie und Verschleißanalyse
- Entwicklung werkstoffgerechter Fertigungsprozesse entlang der Wertschöpfungskette Halbzeugfertigung, Umformen und Fügen

- Entwicklung von Umform- und Fügeverfahren für den Karosseriebau, insbesondere Leichtbau
- Einsatz von Simulationstechniken für Fertigungsprozesse (Blech- und Massivumformen, Schweißprozesse, künstliche neuronale Netzwerke, MVDA)

Laufende Projekte mit Bezug zur Mobilität sind:

- Entwicklung hocheffizienter Kühlkörper für die Leistungselektronik elektrischer Fahrzeugantriebe. Das Vorhaben verknüpft die Bereiche Automotive, Werkstofftechnik und elektrische Antriebstechnik (HYKE – Hybrid-Kühlkörper für Elektrische Fahrzeugantriebe)
- Für den automobilen Leichtbau kommt den Werkzeugen und Anlagen des Karosseriebaus eine Schlüsselfunktion zu. So lässt sich durch die Reduktion von Blechdicken zwar viel Gewicht einsparen, wobei aber zugleich die sog. Beulsteifigkeit stark abnimmt. In einem völlig neuen Lösungsansatz auf Basis induzierter Spannungszustände werden Bauteile absichtlich in einer definierten „Fehlstellung“ gefertigt und erst im Zusammenbau unter elastischer Spannung in die Sollform gebracht (FerTeBeSt – Neue Fertigungstechnologien für Karosserieaußenhautteile)
- Mit der Entwicklung von Leichtbau-Karosseriestrukturen im Fahrzeugbau auf Basis neuer Fügeverbindungen für Multi-Material-Konzepte lassen sich langwierige Erprobungsphasen industrieller Fertigungsprozesse erheblich verkürzen (Falcon – Leichtbaupotenzial im Fahrzeugbau durch verbesserte Fügetechniken)

### **Institut für Nachhaltigkeit in Verkehr und Logistik (INVL)**

Das Institut für Nachhaltigkeit in Verkehr und Logistik (INVL) ist ein Institut der verkehrsbetriebswirtschaftlichen Studiengänge an der HHN mit dem Ziel, in Kooperation mit der Wirtschaft, anderen Hochschulen und Instituten/Verbänden gemeinsam Forschung in den Themenbereichen Nachhaltigkeit und Logistik zu betreiben und die Ergebnisse interessierten Unternehmen zugänglich zu machen.

Forschungsfelder des INVL sind:

- Umweltberichterstattung von Speditionen
- Integration von Umwelt-, Qualitäts- und Arbeitssicherheitssystemen in Speditionen
- Carbon Footprinting
- Leitfaden und Bewertungsschemata für nachhaltige Logistiksysteme
- Der Mensch im Transport- und Logistikmarkt
- Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsinfrastrukturfinanzierung
- Branchenspezifisches ERP-Benchmarking für Logistikdienstleister
- ÖPNV und Luftverkehr

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Alle technischen Fakultäten haben umfangreiche Prüf- und Laboreinrichtungen zur Nutzung in Lehrveranstaltungen sowie in Forschungsk Kooperationen. Hervorzuheben ist im Bereich Mobilität der Prüfstand für elektrifizierte Antriebe von Kraftfahrzeugen (Campus Sontheim) zum Test von Elektromotoren und -systemen mit zwei identischen elektrischen Belastungsmaschinen mit jeweils 120 kW/1.500 Nm sowie einer dritten Lastmaschine mit Drehzahlen bis zu 20.000 1/min.

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Verbände, andere Hochschulen

## 075 Hochschule Heilbronn, Kompetenzzentrum für Logistik und Wertschöpfung (LOGWERT)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Campus Sontheim<br>Max-Planck-Straße 39<br>74081 Heilbronn   |
| Telefon  | +49 7131 504-1131  |
| Fax      |  |
| Homepage | <a href="http://www.logwert.de">www.logwert.de</a><br><a href="http://www.hs-heilbronn.de">www.hs-heilbronn.de</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Tobias Bernecker   |
| Kontakt  | Claudia Schenk   |
| Telefon  | +49 7131 504-1138  |
| Mail     | <a href="mailto:claudia.schenk@hs-heilbronn.de">claudia.schenk@hs-heilbronn.de</a>                                 |

### Kurzinfo

Schwerpunkte der wissenschaftlichen Tätigkeit im Kompetenzzentrum für Logistik und Wertschöpfung (LOGWERT) sind die Beschäftigung mit zukunfts- und nachhaltigkeitsorientierten verkehrslogistischen Fragestellungen, mit der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung und die Auseinandersetzung mit dem Prozess der verkehrspolitischen Willens- und Entscheidungsbildung. Ziel der Kooperation LOGWERT zwischen Fraunhofer IAO und Hochschule Heilbronn ist es, auf Fragestellungen zur Vernetzung von regionaler Wertschöpfung und Logistik neue und innovative, aber gleichzeitig praxisrelevante Antworten geben zu können. Forschungsfelder sind:

- innovative und nachhaltige Entwicklungen in der Transportlogistik
- regionale Standortentwicklung und Verkehrsinfrastruktur
- Perspektiven für die letzte Meile im urbanen Raum
- intelligente und vernetzte Logistik
- regionale Wertschöpfung und gemeinsame Ressourcennutzung

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Arbeiten im Forschungs-Kompetenzfeld Verkehr und Logistik sind in fünf Forschungsfelder gegliedert.

#### Elektrifizierung des Antriebsstrangs bei Nutzfahrzeugen

Vor dem Hintergrund der Diskussion über die Elektrifizierung des Straßenverkehrs werden im Forschungsverbund die Chancen und Risiken einer Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs untersucht. Besonders im Fokus stehen dabei derzeit der Oberleitungs-Lkw, die Elektrifizierung der letzten Meile sowie Geschäftsmodelle und denkbare Finanzierungsvarianten für Fahrzeuge und Infrastruktur.

#### Automatisierung im Güterverkehr

Digitalisierung und knappe Infrastrukturen verstärken das Interesse an einer Automatisierung im Transport- und Nutzfahrzeugbereich. Wie auch beim Pkw nimmt das autonome Fahren dabei derzeit einen besonderen Stellenwert ein. LOGWERT erforscht gemeinsam mit Partnern der Industrie und Öffentlichkeit die Möglichkeiten, Hemmnisse und Chancen der Automatisierung der Stadtlogistik und untersucht die Auswirkungen von Technologieinnovationen auf die Organisation des Wirtschaftsverkehrs.

#### Multimodalität

Das zunehmende Wachstum im Güterverkehr hat die Diskussionen über die Ausbaumöglichkeiten im kombinierten Verkehr wieder in den Fokus gerückt. Aufbauend auf einem eigenen Modellansatz werden Potenziale einer Stärkung des kombinierten Verkehrs bewertet und Handlungsempfehlungen für den standortspezifischen Ausbau auch unter Nutzung innovativer Technologien entwickelt.

#### Verkehrsinfrastruktur

Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Situation der einzelnen Verkehrsträger. Vor diesem Hintergrund erfolgt eine intensive Beschäftigung mit nicht genutzten Potenzialen. Es werden Prognosen über künftige Entwicklungen erstellt sowie modellbasiert Ausbau- und Finanzierungsperspektiven entwickelt.

### Logistikimage

Die Logistik zählt zu den bedeutendsten Wirtschaftsbereichen Deutschlands. Dennoch wird die Branche nicht immer so wahrgenommen. Mit dem Ziel einer Akzeptanz-erhöhung der Logistik bei allen Anspruchsgruppen organisiert LOGWERT regelmäßige Dialogveranstaltungen zu verschiedenen verkehrspolitischen Themen, aktuellen Verkehrsfragen und strategischen Entwicklungen im Verkehrssektor.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Mitnutzung des Testfelds Autonomes Fahren Baden-Württemberg.

### **Zielgruppen**

Industriepartner, öffentliche Auftraggeber auf kommunaler Ebene, Landes- und Bundesebene, Hochschulen, Verbände

## 076 Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Institut für energieeffiziente Mobilität (IEEM)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | International University<br>Campus 3<br>76646 Bruchsal                             |
| Telefon  | +49 721 925-1420   |
| Fax      | +49 721 925-2000   |
| Homepage | <a href="http://www.hs-karlsruhe.de/ieem">www.hs-karlsruhe.de/ieem</a>             |
| Leitung  | Prof. Dr. Peter Neugebauer   |
| Kontakt  | Silvia Buchart   |
| Telefon  | +49 721 925-1420   |
| Mail     | <a href="mailto:silvia.buchart@hs-karlsruhe.de">silvia.buchart@hs-karlsruhe.de</a> |

### Kurzinfo

Mit dem „Institut für Energieeffiziente Mobilität (IEEM)“ setzt die Fakultät für Maschinenbau und Mechatronik (MMT) der Hochschule Karlsruhe einen Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt auf innovative Themen im Bereich der Mobilität und Fahrzeugtechnologie. Der Fokus des Instituts liegt auf anwendungsnahen Forschungs- und Entwicklungsprojekten in enger Kooperation mit Industrieunternehmen und weiteren Forschungseinrichtungen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Fahrzeugdiagnose

Aufgrund der steigenden Komplexität moderner Fahrzeuge wächst der Bedarf an Diagnoseslösungen. Bei ihrer Entstehung stehen Fahrzeugsensorik und -aktorik sowie Wissensmanagement rund ums Auto im Fokus. Mit dem E-Fahrzeug ist der Elektromotor als Antrieb und Diagnosesensor Forschungsobjekt – sowohl in Modellfahrzeugen als auch auf dem Prüfstand.

#### Fahrdynamiksysteme

Die Fahrstabilität von Kraftfahrzeugen zu erhöhen ohne den Fahrspaß zu vermindern ist ein wichtiges Ziel der Automobilindustrie. Am IEEM wird an Fahrdynamiksystemen wie ABS, ESP oder Torque Vectoring für Elektrofahrzeuge gearbeitet, um mit möglichst geringem Energieaufwand mindestens gleiche Fahrleistungen wie im konventionellen Kraftfahrzeug zu ermöglichen.

#### Intelligente Mobilitätslösungen

Eine nachhaltige Mobilität stellt gemäß der Hightech-Strategie der Bundesrepublik Deutschland eines der fünf zentralen Bedarfslfelder dar, um für Fragen des 21. Jahrhunderts intelligente Lösungen zu finden. Die Vernetzung von Fahrzeugen und mobiler Systeme mit ihrer Umwelt sowie die anwachsende Integration von Assistenzsystemen führt dazu, solche „intelligenten Funktionen“ effizient zu entwickeln; ein Beispiel hierfür ist ein kombiniertes Energie- und Reichweitenkonzept von E-Fahrzeugen.

#### Automotive Security

Die Vernetzung von Fahrzeugen mit ihrer Umwelt und das Erscheinen vernetzter Fahrzeugdienste führen zu der Gefahr von böswilligen Angriffen auf Fahrzeuge, um persönliche Daten abgreifen und Fahrzeuge manipulieren zu können.

Da Fahrzeugsysteme mit Lebensdauern von bis zu 20 Jahren und dem historischen Hintergrund eines „abgeschotteten“ Systems grundsätzlich anders realisiert sind als mobile Endgeräte, Cloud-Lösungen etc., ergibt sich in diesem Bereich ein enormer Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

#### Motorentchnik

Die Forschungsaktivitäten im Bereich Motorentechnik, wie z. B. die Untersuchung von alternativen Kraftstoffen, haben das Ziel, den Wirkungsgrad zu steigern und Emissionen zu reduzieren. Neben experimentellen Untersuchungen an Motoren-Prüfständen kommen unter anderem moderne Simulationsmethoden und Motormechnik-Simulation sowie FEM-Software zur thermischen Simulation von Bauteilen zum Einsatz.

#### Technische Akustik

Im Bereich der technischen Akustik bietet das IEEM Möglichkeiten zur schalltechnischen Untersuchung. Während der Entwicklungsphase sowie nach Produktfertigstellung können z. B. Komponenten und Prototypen bzgl. ihres Körperschall- und Schallemissionsverhaltens untersucht werden.

### Weitere Schwerpunkte

- Fahrzeug-Bussysteme
- Künstliche Intelligenz in der Fahrzeugtechnologie
- Internet of Things (IoT) in der Fahrzeugtechnologie

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Vector-Labor für Simulation von Fahrzeugsystemen
- Klimasimulationsprüfstand für Kleinverbrennungsmotoren
- Fahrzeug-Versuchswerkstatt inklusive
  - Diagnosetester (diverse)
  - Hebebühne
  - mechanischer und pneumatischer Werkzeuge
  - Versuchsfahrzeug BMW i3
  - Versuchsfahrzeug Daimler CL

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 077 Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Institut für Ubiquitäre Mobilitätssysteme (IUMS)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Moltkestraße 30<br>76133 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 925-2569  |
| Fax      | +49 721 925-2597  |
| Homepage | <a href="http://www.hs-karlsruhe.de/iums">http://www.hs-karlsruhe.de/iums</a>             |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Thomas Schlegel  |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Thomas Schlegel,<br>Dipl.-Inf. Christine Keller, Dr.<br>Regina Schlindwein |
| Telefon  | +49 721 925-2569  |
| Mail     | <a href="mailto:IUMS@hs-karlsruhe.de">IUMS@hs-karlsruhe.de</a>                            |

### Kurzinfo

Das Institut verfügt über Expertise in den Arbeitsgebieten der verteilten, „allgegenwärtigen“ und mobilen Systeme – dem Ubiquitous Computing, in der Mensch-Computer-Interaktion und der Gebrauchstauglichkeit (Usability) solcher Systeme sowie in der Modellierung und Umsetzung komplexer, adaptiver Systeme. Das Institut forscht im Anwendungsfeld der Mobilitätssysteme vor allem im Schnittbereich von Interaktion und Modellen in ubiquitären Systemen der Mobilität und Industrie 4.0. Die Expertise liegt daher in allgegenwärtigen, verteilten Systemen (Ubiquitous Computing), in der Mensch-System-Interaktion und der Usability ubiquitärer Systeme sowie der semantischen und softwaretechnischen Modellierung komplexer Systeme und Prozesse für adaptive, intelligente und autonome Systeme.

Mobilität entwickelt sich zu einem komplexen System interagierender Fahrzeugsysteme, Fahrzeuge, Güter, Menschen und Informationen. Mit ubiquitären Mobilitätssystemen kann Mobilität situationsgerecht bestmöglich unterstützt werden. Primäre Anwendungsfelder sind daher die Mobilität und auch die Produktion in der digitalisierten und individualisierten Industrie 4.0, das Institut setzt seine Expertise aber auch in weiteren Anwendungsfeldern ein.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Neue Interaktionsformen und Usability Engineering, UI Design, User Experience (UX)

Gerade auch bei assistierten und (teil-)autonomen Systemen spielen Nutzer-schnittstellen für Erfolg und Akzeptanz eine große Rolle. Das Institut verfügt hier über die

besondere Verbindung von nutzerzentrierter und informationstechnologischer Forschung. Der Schwerpunkt liegt auf mobilen und natürlichen Benutzungsschnittstellen jenseits klassischer Interaktionstechnologien.

#### Mobile Geräte und ambiante Technologien

Ein Schwerpunkt liegt auf mobilen Systemen wie Companion-Technologien bis hin zu X2Y-Kommunikation in der Mobilität, wo vernetzte und allgegenwärtige Systeme und Menschen in einem soziotechnischen System zusammenwirken. Von der Gestaltung bis zur Softwareentwicklung stehen hier ambiante Systeme im Mittelpunkt.

#### Semantische Modelle und Systeme, Kontextmodelle

Die Anpassung und „Intelligenz“ von Systemen hängt stark von leistungsstarken Modellen ab, die vor allem in Form semantischer Beschreibungen eine große Rolle spielen. Dabei steht vor allem die Modellierung von Situationen/Kontext im Mittelpunkt.

#### Mobilitätssysteme

Mobilität findet heute mit und in komplexen Systemen statt. Hierzu gehören Mobilitätsdienste ebenso wie IT-Lösungen vom Fahrzeug über Mobilgeräte bis hin zu kompletten Verkehrsinfrastrukturen, die dynamisch verknüpft als intelligentes System von Systemen dezentral und verlässlich arbeiten.

#### Public Systems

Öffentliche Systeme, gerade auch in der Mobilität und vor allem im öffentlichen Verkehr, stellen deutlich andere Anforderungen an Benutzungsschnittstellen, Softwaresysteme und Datenschutz. Dabei wachsen öffentlicher Verkehr und Individualverkehr immer weiter zusammen und werden zukünftig ein Kontinuum vom eigenen Auto über autonome Fahrzeugdienste bis hin zum öffentlichen Nahverkehr umfassen. Das Institut gestaltet und entwickelt solche Lösungen beispielsweise für Mobilitätspunkte in Smart Cities.

#### Cyber-Physical Systems

Cyber-physische Systeme entstehen aus vernetzten eingebetteten und verteilten Systemen der realen, physischen und virtuellen Welt. Das Institut hat hierzu bereits For

schungsprojekte unter anderem zur Entwicklung und Steuerung von CPS sowie zur Interaktion mit solchen Systemen im Mobilitäts-, Smart-Home- und Industriebereich erfolgreich durchgeführt.

#### Industrie 4.0 – Assistenzsysteme, mobile und interaktive Systeme

Für Produktionssysteme spielt heute die Informationstechnologie eine tragende Rolle, auch hier kommen mobile und interaktive Systeme zum Einsatz.

#### Beispiele für Forschungsaktivitäten/Projekte

- Reallabor „GO Karlsruhe!“. Das Reallabor stellt den Fußgänger in den Fokus und hat zum Ziel, das Wissen um die Anforderungen des Fußgängerverkehrs, die Bewertung von Infrastruktur und die Entwicklung von Verbesserungsmöglichkeiten zu erweitern. Hierfür werden neue, insbesondere digitale Partizipationsinstrumente entwickelt und eingesetzt, die über die Einsatzbereiche klassischer Bürgerbeteiligung weit hinausgehen und eine Entwicklung von bürger- zu nutzerzentrierten Verfahren vorantreiben.
- CyProAssist: Ziel ist die Schaffung eines Fertigungsassistenzsystems und dessen Anwendung unter realen Produktionsbedingungen. Dieses System stellt den Menschen als kreativen Problemlöser in den Mittelpunkt der Fertigung und unterstützt ihn so, dass er seine kognitiven Fähigkeiten optimal in den Produktionsprozess einbringen kann. Das Institut befasst sich hierbei insbesondere mit der Übertragung und Weiterentwicklung existierender Modelle hinsichtlich einer Mensch-Maschine-Interaktion und einer (Kontext-)Adaption aus verschiedenen Anwendungsbereichen in das Produktionsumfeld und die Entwicklung spezifischer semantischer Modelle.
- SmartMMI: Das Projekt zielt darauf ab, im öffentlichen Verkehr die Informationsversorgung der Fahrgäste entlang ihrer Mobilitätskette zu verbessern. Erforscht wird insbesondere die kontextsensitive Datenbereitstellung von Mobilitätsdaten auf speziell entwickelten intelligenten transparenten Display-Scheiben, die in Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs und an Haltestellen eingebaut und in Verbindung mit Anwendungen auf mobilen Endgeräten durch die Fahrgäste nutzbar sind.

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

Labor für Ubiquitäre Mobilitätssysteme. Im IUMS Lab stehen für die angewandte Mobilitätsforschung folgende Technologien zur Verfügung.

- Displays: Curved Powerwall mit 66 Megapixel, 7 Meter; Microsoft Surface Hub sowie ein 98" Multitouch Display; Microsoft Pixelsense Multitouch Tische
- VR/AR-Entwicklungsumgebung: Hololens von Microsoft als Augmented Reality Device; HTC Vive als Virtual Reality Headset, mit einem Leap Motion Sensor um Gesteneingabe erweiterbar
- Interaktionslabor für berührungssensitive visuelle Oberflächen aller Größen
- IoT-Entwicklungslabor
- Usability-Labor mit mobilem und stationärem Eye-Tracking-System
- Mobiles 360°-HighRes-System mit 16xUHD-Auflösung zur Montage auf Fahrzeugen
- Mobile Geräte: ActionCams zur Dokumentation von Feldtests und zur Aufnahme von Mobilitätssituationen, eine Auswahl an Smartphones, Tablets, Notebooks und Smartwatches als mobile Geräte für Prototyping und User-Studien
- Segways als Mobilitätsplattformen, die z. B. mit Sensorik ausgestattet werden können. Analyse und Auswertung der erfassten Daten ermöglichen beispielsweise Aussagen über die Straßenqualität
- Hardware-Prototyping: 3D-Scanner und 3D-Drucker zum Scannen und Drucken von dreidimensionalen Objekten für das Prototyping; Elemente des TinkerForge Baukastensystems und Raspberry Pis für schnelles Hardware Prototyping mit verschiedensten Sensoren, beispielsweise zum Aufbau auf Segways, zur Anbringung an Fahrrädern oder ähnlichen Einsatzzwecken
- Experimentalsystem „Montagearbeitsplatz der Zukunft“
- Computer-Vision- und Deep-Learning-Umgebung
- Lehlabor mobile Robotik

#### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Behörden, Kommunen, Forschung, Hochschulen, Verbände

## 078 Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Institut für Verkehr und Infrastruktur (IVI)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Moltkestraße 30<br>76133 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 925-2626  |
| Fax      | +49 721 925-2645  |
| Homepage | <a href="https://www.hs-karlsruhe.de/ivi/">https://www.hs-karlsruhe.de/ivi/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Jan Riel   |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Jan Riel   |
| Telefon  | +49 721 925-2626  |
| Mail     | <a href="mailto:jan.riel@hs-karlsruhe.de">jan.riel@hs-karlsruhe.de</a>          |

### Kurzinfo

Das Institut für Verkehr und Infrastruktur (IVI) wurde im Jahr 2015 gegründet. Derzeit sind insgesamt sechs Professoren aus den Fakultäten Architektur und Bauwesen sowie Informationsmanagement und Medien am Institut beschäftigt und bündeln zahlreiche Kompetenzen aus den Bereichen Verkehrsplanung und Infrastruktur. Die Forschungs- und Entwicklungsprojekte am Institut werden überwiegend im Auftrag von Ministerien des Bundes und verschiedener Bundesländer durchgeführt, aber auch im Auftrag von Kommunen und Verbänden. Das IVI stellt damit neben dem Institut für energieeffiziente Mobilität (IEEM) und dem Institut für Ubiquitäre Mobilitätssysteme (IUMS) eine Säule der Dachkompetenz „Mobilität“ an der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft dar.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Stadtverkehr und stadtverträgliche Mobilität

In vielen Städten hat der Wandel von der „autogerechten Stadt“ zu einer stadtverträglichen Mobilität längst eingesetzt. Doch die Transformation der Städte birgt große Herausforderungen bei der strategischen, planerischen und praktischen Umsetzung. Schwerpunkte des IVI sind die Verkehrsentwicklungsplanung, die Förderung von Fuß- und Radverkehr, Einsatzmöglichkeiten und -grenzen von Mischverkehrsflächen sowie eine – auch kritische – Auseinandersetzung mit Elektromobilität und automatisiertem Fahren.

#### Verkehrsökologie

Vision der Verkehrsökologie ist die verträgliche Gestaltung des Mobilitätsbedarfs in Städten unter Berücksichtigung der dynamischen Wechselwirkungen der Bereiche Stadt, Verkehr und Umwelt. Fokus liegt auf der angewandten Forschung, um eine evidenzbasierte Beratung von Entscheidungsträgern in Kommunen, Behörden und der Wirtschaft zu ermöglichen. Forschungsschwerpunkte sind Lärminderungsplanung, Luftreinhalteplanung und die wassersensible Straßenraumgestaltung.

#### Straßenbetrieb

Ein moderner Straßenbetriebsdienst hat für eine sichere und leistungsfähige Straßeninfrastruktur einen sehr hohen Stellenwert. Neue Fahrzeug- und Gerätetechnologien ermöglichen eine effiziente Leistungserbringung. Umwelt-, Natur-, Arbeits- und Gesundheitsschutz stellen hohe Anforderungen an den Straßenbetriebsdienst. Das IVI unterstützt öffentliche und private Institutionen bei der Bewertung und Umsetzung neuer Technologien und Anforderungen für die Praxis des Straßenbetriebsdienstes.

#### Management der Straßenerhaltung

Straßennetze unterliegen einem ständigen Wertverlust. Am IVI werden EDV-gestützte strategische und operative Managementsysteme entwickelt, aus denen Finanzbedarfsprognosen bis hin zu optimierten Bauprogrammen abgeleitet werden. Weitere Forschungsthemen sind die Einbindung in Asset-Management-Systeme zur Gesamtorganisation sowie die Entwicklung BIM-gerechter Datenmodelle. Diese Themen werden auch in Fachgremien vertreten.

#### Bautechnik

Das IVI beschäftigt sich im Bereich Straßenbau vor allem mit Fragen der Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit von Bauweisen. Es verfügt über ein modern ausgestattetes Straßenbaulabor mit Schwerpunkt auf Performance-orientierten Prüfungen in Verbindung mit einer umfassenden Rechensoftware. So werden Projekte zur Weiterentwicklung der strukturellen Bewertung von Bauweisen, von Nachhaltigkeitsaspekten und von neuen

Bauweisen im Bereich Recyclingasphalt durch erweiterte Performance-Prüfungen, Verstärkung durch Asphalteinlagen und der Bitumenforschung durchgeführt. Mit seinen Kompetenzen in der Bautechnik beteiligt sich das IVI auch intensiv an der Entwicklung und Fortschreibung des Regelwerks für Flugbetriebsflächen. Dabei wird vor allem die Dimensionierung in Verbindung mit Fragen der Dauerhaftigkeit und des Materialverhaltens betrachtet.

#### Verkehrsbetriebswirtschaft

Die Verkehrsbetriebswirtschaft beschäftigt sich mit der Analyse und Optimierung verkehrlicher Strukturen und Prozesse. Im Fokus stehen hierbei ökonomische Fragen in Bezug auf Kosten und Servicequalität. Besonderes Merkmal der verkehrsbetriebswirtschaftlichen Forschung am IVI ist die Integration von Verkehrsnachfragemodellen in die Angebotsplanung. Wir entwickeln moderne Planungsmethoden an der Schnittstelle von Optimierung und Datenanalyse, die hohe Akzeptanz in der wissenschaftlichen Community und der operativen Praxis genießen.

Laufende Projekte (Beispiele)

- AutoRICH (Autonomes Fahren: Chancen und Risiken): Autonomes Fahren bietet eine Fülle von neuen Mobilitätsoptionen. Diese können zu enormen Zuwächsen der Verkehrsleistung führen und damit möglicherweise den Zielen der Kommunen entgegenstehen. AutoRICH schätzt die potenziellen Verkehrsbe- oder -entlastungen ab und entwickelt Vorschläge für die Schaffung von Rahmenbedingungen im Sinne einer stadtverträglichen Mobilität.
- BIM4ROAD (Building Information Modelling im Straßenbau unter besonderer Berücksichtigung der Erhaltungsplanung): In Kooperation mit der Ruhr-Universität Bochum und der Technischen Universität München werden in diesem Projekt Konzepte zur Umsetzung eines BIM-basierten Datenmodells für die Erhaltung

und den Betrieb von Bundesfernstraßen entwickelt.

- GEFONAS (Gemeinsame Forschung für Nachhaltige Stadtentwicklung): Ziele von GEFONAS in den nächsten Jahren sind die Vernetzung von Projektpartnern in Deutschland und Südkorea, die Erarbeitung von Projekt- und Produktideen und die gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Rahmen geförderter Projekte.
- RegioMOVE: Im Rahmen von RegioMOVE sollen bestehende Mobilitätsangebote im KVV-Gebiet sowie im Gebiet der Technologie-Region Karlsruhe künftig miteinander vernetzt werden. Neben den Bus- und Bahnverbindungen sollen unter anderem Car-Sharing- und Leihfahrradanbieter in das System integriert und auf einer gemeinsamen Plattform zusammengefasst werden.

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Mehrere Seitenradargeräte unterschiedlicher Hersteller zur Erfassung von Verkehrsdaten
- Messtechnik zur mobilen Erfassung von Fahrzeugabständen
- Mehrere Geräte zur Videoerfassung insbesondere von Knotenpunkten
- Auswertearbeitsplätze für Videoerfassung
- Lärmessgerät
- Geschwindigkeitsmessgerät
- Straßenbaulabor für Asphaltbefestigungen
- Software zur rechnerischen Dimensionierung von Fahrbahnen
- EDV-Systeme zur systematischen Straßenerhaltung

#### **Zielgruppen**

Bundes- und Landesministerien, Straßenbauverwaltungen und Kommunen, Mobilitätsdienstleister, Forschungsinstitutionen, Verkehrsbetriebe, Verbände im Bereich Mobilität, Unternehmen der Automobilindustrie

## 079 Hochschule Konstanz Technik Wirtschaft Gestaltung (HTWG), Bodenseezentrum Innovation 4.0 (BZI 4.0)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Alfred-Wachtel-Straße 8<br>78462 Konstanz                            |
| Telefon  | +49 7531 206-520   |
| Fax      | +49 7531 206-436   |
| Homepage | <a href="http://www.bzi40.eu">www.bzi40.eu</a>                       |
| Leitung  | Alexandra Boger  |
| Kontakt  | Sibylle Koch   |
| Telefon  | +49 7531 206-9040  |
| Mail     | <a href="mailto:s.koch@htwg-konstanz.de">s.koch@htwg-konstanz.de</a> |

### Kurzinfo

Das an der HTWG Konstanz ansässige Bodenseezentrum Innovation 4.0 unterstützt mit seinen Netzwerkpartnern aus Deutschland, Österreich, der Schweiz und dem Fürstentum Liechtenstein kleine und mittlere Unternehmen (KMU) der Vierländerregion Bodensee bei ihrer digitalen Transformation.

Ziel ist die Förderung der Standortattraktivität der Bodenseeregion durch einen Wissens-, Innovations- und Technologietransfer, um die Region auch im digitalen Wandel als einen der wettbewerbsfähigsten und dynamischsten Wirtschaftsräume Europas zu sichern.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das BZI 4.0 fördert mit folgenden Initiativen die Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung zu Themen rund um die Digitalisierung und Industrie 4.0, um deren Expertise den KMU zukommen zu lassen.

#### Zusammenarbeit mit der Wissenschaft

Das IBH-Lab KMUdigital ist ein Forschungs- und Innovationsnetzwerk, in dem acht Hochschulen und weitere Praxispartner aus dem Bodenseeraum anwendungsorientierte Digitalisierungsstrategien für KMU erarbeiten. In sechs Teilprojekten werden Antworten auf folgende Fragestellungen erforscht, aufbereitet und zugänglich gemacht:

- Wie können KMU ihre Digitalisierungsstrategie selbst entwickeln?
- Wie können KMU ihr Kerngeschäft optimieren und gleichzeitig Innovationen umsetzen?

- Wie können KMU Daten generieren und einen Mehrwert daraus schaffen?
- Wie können KMU ihre Produktion auf heutige und zukünftige Anforderungen umrüsten?
- Wie kann die Digitalisierung entlang der ernährungswissenschaftlichen Wertschöpfungskette erfolgen?
- Wie können die politischen, rechtlichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen für KMU verbessert werden?

KMU der Bodenseeregion ist es möglich, in den Projekten mitzuarbeiten oder an den Ergebnissen zu partizipieren.

#### Zusammenarbeit mit mittelstandsnahen Institutionen

BodenseeMittelstand 4.0 trägt dazu bei, dass der regionale Mittelstand die Digitalisierung nicht als „Risiko“, sondern als „Chance“ wahrnimmt. Dafür unterstützt die Initiative KMU aus der Vierländerregion Bodensee bei der digitalen Transformation, indem sie die um den See herum vorhandene Expertise aus Wirtschaft, Wissenschaft und mittelstandsnahen Institutionen bündelt, aufeinander abstimmt und dem regionalen Mittelstand besser zugänglich macht.

#### Zusammenarbeit mit der Verwaltung

Die Digitalisierungsinitiative Bodensee, eine Arbeitsgruppe der Internationalen Bodensee-Konferenz (IBK), bringt die wesentlichen Digitalisierungsakteure aus allen Ländern und Kantonen der Bodenseeregion zusammen, um Synergien grenzüberschreitend zu nutzen und mit gemeinsamen Maßnahmen KMU bei der digitalen Transformation zu unterstützen.

### Ausstattung/Einrichtungen

*Keine Angaben*

### Zielgruppen

Wirtschaft, KMU, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände, Verwaltung, Netzwerke, Wirtschaftsförderungen und mittelstandsnahen Institutionen, die KMU bei ihrer digitalen Transformation unterstützen.

## 080 Hochschule Mannheim, Fakultät für Elektrotechnik

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Paul-Wittsack-Straße 10<br>68163 Mannheim                                  |
| Telefon  | +49 621 292-6775   |
| Fax      | +49 621 292-67751  |
| Homepage | <a href="https://www.et.hs-mannheim.de">https://www.et.hs-mannheim.de</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr. Walter Götzmann  |
| Kontakt  | Prof. Dr. Walter Götzmann  |
| Telefon  | +49 177 3473632  |
| Mail     | <a href="mailto:w.goetzmann@hs-mannheim.de">w.goetzmann@hs-mannheim.de</a> |

### Kurzinfo

Die Fakultät für Elektrotechnik umfasst die Themenschwerpunkte Automatisierungssysteme, Industrielle Datentechnik und Kommunikation, Energiesysteme sowie Leistungselektronik und Antriebstechnik. Ein Fokus liegt hierbei auf Automatisierungstechnik und erneuerbaren Energien. Projekte zur Elektromobilität dienen der praxisnahen Ausbildung der Studierenden mit hohem Motivationsfaktor. Aus Gründen der leichten Handhabbarkeit fokussieren sich die Arbeiten in diesem Bereich auf elektromobile Anwendungen im Zweiradbereich wie Pedelecs, aber auch Elektroroller und -motorräder.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Themenschwerpunkte gesamt

- Automatisierungssysteme: elektronische Steuerungstechnik, IT-Anwendungen in der Automation, Mechatronik, Netzleittechnik, Regelungs- und Simulationstechnik
- Industrielle Datentechnik und Kommunikation: Gebäudeautomation Feldbus LON, Gebäudesystemtechnik mit Konnex (KNX), Kommunikations- und Sensortechnik, Signalverarbeitung, Schaltungstechnik, Mikrocomputer
- Energiesysteme: elektrische Anlagen und Netze, elektromagnetische Verträglichkeit, Hochspannungstechnik, Lichttechnik, Photovoltaik, Dünnschichttechnik, regenerative Energien, dielektrische Spektroskopie, Rastersondenmikroskopie, Werkstoffprüfung, Supraleitung
- Leistungselektronik und Antriebstechnik: Elektronik, elektrische Maschinen, Prozessmesstechnik, Leistungselektronik

### Leitprojekt Elektromobilität

Das Leitprojekt der Fakultät für Elektrotechnik beschäftigt sich mit Elektromobilität im Zweiradbereich. Es untergliedert sich in die Bereiche Prüfstände (Pedelec und Akku), Mobile Messdatenerfassung und Elektrofahrzeuge.

- Pedelec-Prüfstand: Der Prüfstand kann für Reichweitentests, Effizienztests und andere Fragestellungen verwendet werden. Es können Pedelecs mit Nabenantrieb vorne oder hinten sowie mit Mittelmotor getestet werden. Am Prüfstand können reproduzierbar frei einstellbare Fahrzyklen nachgefahren werden. Die Fahrzyklen können synthetisch oder aus realen Fahrten gewonnen werden. Momente und Drehzahlen sind regelbar und es kann automatisiert geschaltet werden.
- Mobile Messdatenerfassung: Ein Modul erfasst Drehzahlen, Fahrgeschwindigkeit und Momente sowie im Falle von elektrisch unterstützten/betriebenen Fahrzeugen Strom und Spannung, sendet die Daten an ein mitgeführtes Smartphone, das Positionsdaten und Zeitstempel hinzufügt. Die Daten werden auf eine Serverdatenbank geschickt. Damit sind Fahrzyklen und Fahrverhalten on- und offline beobachtbar.
- Akku-Prüfstand: Ziel der Entwicklung ist das Nachfahren beliebiger Lastzyklen, die aus realen Fahraufzeichnungen entstanden sein können. Damit sollen das dynamische Verhalten und der SOH (State of Health) von Lithium-Ionen-Akkus besser beurteilt werden können.
- Evaluierung Photovoltaik-Stromspeichersysteme: Eine Energieinsel aus Photovoltaik und Stromspeicher wird aufgebaut und zur Versorgung von Elektrofahrzeugen verwendet. Durchgängiges Monitoring ermöglicht, Fragen zur Effizienz der Ladeinfrastruktur zu beantworten und Wirtschaftlichkeitsberechnungen vorzunehmen.

**Ausstattung/Einrichtungen**

- Elektrofahrzeuge (Pedelec, E-Roller, E-Motorrad)
- Photovoltaikanlage mit Stromspeicher (im Aufbau)
- Pedelec-Prüfstand
- Akku-Prüfstand (im Aufbau)

**Zielgruppen**

Zweiradhersteller, Zulieferer und Verbände

## 082 Hochschule Mannheim, Institut für Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung (WSP) und Institut für Angewandte Thermo- und Fluidodynamik (ATF)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Paul-Wittsack-Straße 10<br>68163 Mannheim                                   |
| Telefon  | +49 621 292-6201  |
| Fax      | +49 621 292-6240  |
| Homepage | <a href="https://www.atf.hs-mannheim.de">https://www.atf.hs-mannheim.de</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. habil. Torsten Markus  |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. habil. Torsten Markus  |
| Telefon  | +49 621 292-6201  |
| Mail     | <a href="mailto:t.markus@hs-mannheim.de">t.markus@hs-mannheim.de</a>        |

### Kurzinfo

Das Institut für angewandte Thermo- und Fluidodynamik und das Institut für Werkstoffkunde und -Prüfung der Hochschule Mannheim befassen sich unter anderem mit der Bestimmung thermodynamischer Daten neuartiger Elektrodenwerkstoffe für Lithium-Ionen-Batterien. Neben der experimentellen Bestimmung von Daten wie Wärmekapazitäten, Umwandlungswärmen und temperatur- und lastabhängigen Zellkapazitäten, Zellspannungen und möglichen Entladeströmen werden auch Simulationsrechnungen zur Langzeitstabilität unter anwendungsrelevanten Bedingungen durchgeführt.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Bestimmung thermodynamischer Daten

Zur Untersuchung der Stabilität interessanter Elektrodenmaterialien unter Anwendungsbedingungen werden neben materialografischen Untersuchungen thermographische und elektrochemische Messungen durchgeführt. Entsprechende Daten dienen als Grundlage zur Berechnung von Phasendiagrammen, deren Kenntnis für die Entwicklung neuer Materialpaarungen unerlässlich ist.

#### Messung von Wärmekapazitäten

Ein Schwerpunkt ist die Messung von Wärmekapazitäten von Elektrodenmaterialien in Abhängigkeit von ihrem Ladezustand.

#### Wärmeentwicklung beim Laden und Entladen von Batterien

Hierbei ist es das Ziel, die Wärmeströme und Energiedichten zu bestimmen. Diese Daten sind wichtig für die sicherheitsrelevante Entwicklung und Auslegung von Batteriezellen. Dabei soll die kritische Temperatur innerhalb der Zelle vorherbestimmt werden. Diese Kenntnis ist nicht zuletzt für die Auslegung des Batteriemanagementsystems wichtig.

#### Simulation der Wärmeentwicklung

Die experimentell bestimmten Daten werden verwendet, um ein thermisches Batteriemodell zu entwickeln. Hierbei sollen die Wärmeentwicklung und die Temperatur der Zelle unter Einfluss verschiedener anwendungsrelevanter Lastzyklen simuliert werden. Ziel ist, die Mechanismen, die zu einem Thermal Runaway führen können, zu erkennen und deren Einflussparameter zu bestimmen. Dies dient dazu, dass Batteriemanagementsysteme entsprechend ausgelegt werden können.

### Ausstattung/Einrichtungen

- Zell- und Materialprüfung: metallographisches Labor, analytisches Rasterelektronenmikroskop, Galvanostat, elektrochemische Zelltests
- Differenz-Thermowaage zur Bestimmung von Phasenübergangstemperaturen
- Kalorimeter zur Bestimmung von Wärmekapazitäten
- Batteriekalorimeter zur Messung von Wärmeströmen beim Betrieb
- Handschuhkasten und entsprechende Laborausstattung zum Synthetisieren von Elektrodenmaterialien und zum Bau von Zellen
- Workstations und Programme wie Comsol Microphysics FactSage und andere zu Simulationszwecken

### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände

## 083 Hochschule Offenburg, Institut für Energiesystemtechnik (INES)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Badstraße 24<br>77652 Offenburg   |
| Telefon  | +49 781 205-126   |
| Fax      | +49 781 205-333   |
| Homepage | <a href="https://www.ines.hs-offenburg.de/institut/">https://www.ines.hs-offenburg.de/institut/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Wolfgang Bessler  |
| Kontakt  | Prof. Elmar Bollin  |
| Telefon  | +49 781 205-126   |
| Mail     | <a href="mailto:bollin@hs-offenburg.de">bollin@hs-offenburg.de</a>                                  |

### Kurzinfo

Das INES besteht als Teil der Hochschule Offenburg seit 2012 und umfasst sechs Professoren und ca. 20 wissenschaftliche Mitarbeiter. Das INES bietet den Forschern der Hochschule Offenburg ein Dach für die angewandte Energieforschung. Dazu steht ein eigenes Institutsgebäude mit umfangreichem Technikum im Norden von Offenburg zur Verfügung.

Das INES umfasst derzeit fünf Forschungsgruppen: Advanced Building Technology (Prof. Dr.-Ing. Jens Pfafferoth), Elektrische Energiespeicherung (Prof. Dr. Wolfgang G. Bessler), Nachhaltige Energietechnik (Prof. Elmar Bollin, Prof. Dr. Michael Schmidt), Nachhaltige Energiewirtschaft und Photovoltaik-Technik (Prof. Dr. Daniel Kray).

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das INES befasst sich mit den unterschiedlichen Bereichen der nachhaltigen Energietechnik, Energieeffizienz, Batterietechnik, solarer Energietechnik, PV-Produktion und Smart-Grid Systemtechnik. Im Themenfeld Mobilität stehen vor allem elektrische Energiespeicherung und nachhaltige Energietechnik im Fokus.

#### Elektrische Energiespeicherung

Die Forschungsgruppe Elektrische Energiespeicherung (EES) widmet sich der computer-gestützten Batterie- und Brennstoffzellentechnik und untersucht die Einflüsse der Batteriebeladung und -entladung auf die Lebensdauer der Batterien. Dazu gehört die Entwicklung skalenübergreifender und multiphysikalischer Modelle, um Batterien und Brennstoffzellen besser zu verstehen und zu optimieren. Die Verwendung von Computer-

simulationen erlaubt eine verständnisgetriebene Entwicklung unter Einsparung von Kosten und Zeit. Die Aktivitäten werden durch experimentelle Zellcharakterisierungen ergänzt. Ziel ist die Verbesserung von Leistung, Lebensdauer, Energiedichte und Sicherheit. Die Forschungsgruppe testet und erprobt die Komponenten Batterie und Brennstoffzelle mit Hilfe des INES Smart Grid.

#### Nachhaltige Energietechnik

In der Forschungsgruppe „Nachhaltige Energietechnik“ werden u. a. die Auslegung und der Betrieb von Micro Grids (insbesondere mit Photovoltaik, Speichern und regelbaren Lasten) zur autarken und netzgekoppelten Energieversorgung, die Entwicklung und Validierung von Optimierungsalgorithmen für den effizienten Betrieb von Micro Grids sowie die Weiterentwicklung und Nutzung von Last- und Erzeugungsprognosen im Energiemanagement untersucht.

Beim Ausbau des INES Smart Grid wurde ein Elektrofahrzeug der Fa. Nissan „Leaf“ angeschafft. Heute wird es in Verbindung mit dem INES Smart Grid betrieben und von den Hochschulmitgliedern umfangreich genutzt. Der Fahrbetrieb wird im Rahmen eines Monitorings erfasst. Hierzu wurde eigens ein Online-Buchungssystem entwickelt.

#### Personenfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb

Im Rahmen studentischer Projekte wurden hocheffiziente straßentaugliche Personenfahrzeuge mit Diesel- und mit Brennstoffzellenantrieb entwickelt.

#### Ausstattung/Einrichtungen

INES Technikum mit INES dreiphasigem Smart-Grid, Elektrofahrzeug Nissan Leaf mit Ladestation, verschiedene Batteriesysteme (Lithium-Ionen-, Säure-Batterien), PV-Generator, Windgenerator, KWKK-Anlage (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung). Das INES Smart Grid verfügt über eine freiprogrammierbare SPS-Steuerung und ein umfangreiches Monitoring-System. Der Anlagenbetrieb kann manuell, via SPS oder auch remote per Matlab erfolgen.

#### Zielgruppen

Industrie, Planer, Bauherren, Forscher, Kommunen

## 084 Hochschule Pforzheim, Gestaltung, Technik, Wirtschaft und Recht

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Tiefenbronner Straße 65<br>75175 Pforzheim                     |
| Telefon  | +49 7231 28-5  |
| Fax      | +49 7231 28-6666   |
| Homepage | <a href="http://www.hs-pforzheim.de">www.hs-pforzheim.de</a>   |
| Leitung  | Prof. Dr. Ulrich Jautz   |
| Kontakt  | Prof. Dr. Ulrich Jautz   |
| Telefon  | +49 7231 28-5  |
| Mail     | <a href="mailto:info@hs-pforzheim.de">info@hs-pforzheim.de</a> |

### Kurzinfo

Die „Hochschule Pforzheim – Gestaltung, Technik, Wirtschaft und Recht“ befasst sich mit dem Thema Zukunft der Mobilität aus verschiedenen Perspektiven und in verschiedenen Arbeitsgruppen. Dies umfasst Energieeffizienz, Produktion und Arbeitswelten, aber auch die Entwicklung von Konzepten für Elektrofahrzeuge und das autonome Fahren sowie deren Bewertung im Hinblick auf Nachhaltigkeit (sozial, ökonomisch und ökologisch).

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Nachhaltige und emissionsfreie Mobilität: Herausforderungen und Konsequenzen für die Automobilwirtschaft

Es erfolgen volks- und betriebswirtschaftliche Betrachtungen des Wandels der Mobilität hin zum elektrifizierten Antriebsstrang und autonomen Fahren. Hierbei werden Anforderungen und Auswirkungen auf Hersteller, Zulieferer oder neue Player genauso wie auf die Energieversorgung, -erzeugung und -speicherung betrachtet.

Wichtigste Initiative zurzeit ist neben Aktivitäten in Pforzheim und Umgebung das EU Forschungs- und Innovationsprojekt AVENUE im Rahmen des Programms Horizon 2020. Es sollen Flotten von autonomen Kleinbussen in Gebieten mit geringer bis mittlerer Nachfrage betrieben werden, um in Zukunft in Form einer „Mobility Cloud“ intelligent und flexibel Mobilitätsbedürfnisse zu befriedigen. Es handelt sich hierbei weltweit um den größten Feldversuch von autonomen Fahrzeugen, die in den ÖPNV integriert werden. Die Hochschule Pforzheim ist für die wissenschaftliche bzw. die Nachhaltigkeitsbewertung des Projekts verantwortlich.

Ferner wird noch 2018 ein weiteres Projekt „CO<sub>2</sub>-freier Campus für die Mobilität von morgen“ an der Hochschule gestartet.

#### Energieeffizienz über den gesamten Lebenszyklus

Die Transformation des „Ökosystems“ der Mobilität durch neue Antriebe und Geschäftsmodelle führt zu Veränderungen der Akteure und deren Beziehungen. Es werden die Zusammenhänge zwischen bestehenden und neuen Akteuren der Mobilität und den bereitgestellten Produkten und Leistungen im Rahmen zahlreicher koordinierter Aktivitäten an der Hochschule untersucht. Veränderungen sowie Chancen und Risiken für Unternehmen (Hersteller, Zulieferer, Service-Anbieter, neue Player) und Gesellschaft (Städte, Kommunen, ländlicher Raum) werden aus technischer wie auch wirtschaftlicher Sicht untersucht bzw. identifiziert. Auch Ideen zum Design der Fahrzeuge der Zukunft sind Bestandteil der Aktivitäten.

#### Smart Mobility Systems für den Individual- und Wirtschaftsverkehr

Dies umfasst Konzepte für autonomes Fahren oder Produkt-Service-Systeme im Mobilitätsbereich zwischen Individual- und öffentlichem Personenverkehr. Dabei werden Anforderungen identifiziert, um zur Qualitätssicherung und Gewährleistung anforderungsgerechter, sicherer und ressourceneffizienter Systeme beizutragen mit dem Ziel, nachhaltige Mobilität zu fördern. Hierfür wird vor allem auch eine Einbindung neuer, nachhaltiger bzw. autonomer Mobilitätssysteme in den öffentlichen Personennahverkehr verfolgt.

#### Veränderung der Arbeitswelt

Durch veränderte Fahrzeugarchitekturen in Elektrofahrzeugen und durch automatisiertes bzw. autonomes Fahren ändern sich Qualifikationsanforderungen an Facharbeiter und Führungskräfte. Zu den Forschungsthemen gehören Veränderungen der Qualifikationsprofile und Ausbildungsanforderungen wie auch neue Arbeitsabläufe und Prozesse in verschiedenen Unternehmensbereichen.

### Elektrofahrräder

Im Rahmen der Veränderung der Mobilität erhalten Fahrräder mit Elektroantrieb zunehmend Bedeutung. Insbesondere Brems- und Sicherungssystem bilden einen Schwerpunkt der Arbeiten. Zudem werden in einem aktuellen Projekt Federungssysteme für Mountainbikes untersucht.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- HOTSPOT – House of Transdisciplinary Studies
- Entwicklung von elektropneumatischen Prüfständen für Fahrradkomponenten
- Simulationsbasiertes Automation-Engineering
- Institut für Industrial Ecology INEC
- Institut für Smart Systems and Services – IoS3
- Perspektiven-Cluster Ökosystem der Mobilität (im Aufbau)

### **Zielgruppen**

Unternehmen, Forschung, Hochschulen im In- und weltweiten Ausland, Verbände

## 085 Hochschule Reutlingen, Reutlinger Energiezentrum für dezentrale Energiesysteme und Energieeffizienz (REZ)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Alteburgstraße 150<br>72762 Reutlingen   |
| Telefon  | +49 7121 271-7100  |
| Fax      | +49 7121 271-7004  |
| Homepage | <a href="http://www.tec.reutlingen-university.de/forschung-industrie/reutlinger-energiezentrum/">www.tec.reutlingen-university.de/forschung-industrie/reutlinger-energiezentrum/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Frank Truckenmüller   |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Frank Truckenmüller   |
| Telefon  | +49 7121 271-7100  |
| Mail     | <a href="mailto:frank.truckenmueller@reutlingen-university.de">frank.truckenmueller@reutlingen-university.de</a>   |

### Kurzinfo

Das Reutlinger Energiezentrum für dezentrale Energiesysteme und Energieeffizienz (REZ) ist ein kooperativer Lehr- und Forschungsverbund für Lehre und angewandte Forschung für die Energiewende, gefördert von der Karl Schlecht Stiftung und dem privaten Förderer Bruno Kümmerle. Es bietet den Masterstudiengang „Dezentrale Energiesysteme und Energieeffizienz“ an der Hochschule Reutlingen und versteht sich darüber hinaus als Kooperationspartner für Industrie, Wirtschaft, Kommunen, Verwaltung sowie Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen. Es dient als transdisziplinäre Plattform für innovative Energielösungen durch angewandte Forschung und Lehre.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Als transdisziplinäre Plattform für innovative Energielösungen bearbeitet das REZ Aufgabenstellungen von konzeptionellen Fragestellungen über Forschung und Entwicklung bis hin zu Beratungstätigkeiten, Gutachten, Geräteprüfungen und Zertifizierungsmessungen an den Prüfständen der

Hochschule. Themen umfassen Energiewirtschaft, Kraftwerkstechnik und dezentrale Energiesysteme, Energie- und Stoffstrommanagement in der Produktion sowie Themen der Mobilität und Digitalisierung. Dies sind:

- elektrische Antriebe, Kommunikationstechnik, Industrie 4.0
- Smart Grid Economics und Elektromobilität, „Power-to-X“
- Sektorenkopplung und Elektromobilität im Verkehrssektor

### Ausstattung/Einrichtungen

Prüfstände umfassen:

- BHKW-Prüfstand
- Wärmepumpenprüfstand
- Klimakammer
- Strömungsprüfstände

Darüber hinaus stehen eine Testumgebung und diverse Simulationen zur Verfügung (Beispiele).

- Demonstrations- und Testumgebung für virtuelle Kraftwerke: BHKW, Wärmepumpe, PVT-System, Adsorptionskältemaschine, Hybrid-Stromspeicher, Wetterstation, Leitwarte
- Software zur Analyse von BHKW, Wärmeüberträgern, Energie- und Stoffstromsystemen sowie elektrischen Netzen und Energiemärkten
- Simulation von Anlageneffizienz und Marktverhalten
- Statistische Methoden zur Auswertung von Marktumfragen

### Zielgruppen

Industrie, Wirtschaft, Kommunen, Verwaltung, Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen

## 086 Hochschule Reutlingen, Robert Bosch Zentrum für Leistungselektronik (rbz)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Oferdinger Straße 50<br>72768 Reutlingen-Rommelsbach   |
| Telefon  | +49 7121 271-7085  |
| Fax      | +49 7121 271-7004  |
| Homepage | <a href="http://www.rbzentrum.de">www.rbzentrum.de</a><br><a href="http://www.tec.reutlingen-university.de">www.tec.reutlingen-university.de</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible   |
| Kontakt  | Jürgen Scheible  |
| Telefon  | +49 7121 271-7085  |
| Mail     | <a href="mailto:juergen.scheible@reutlingen-university.de">juergen.scheible@reutlingen-university.de</a>   |

### Kurzinfo

Das Robert Bosch Zentrum für Leistungselektronik (rbz) ist ein Forschungs- und Lehrverbund, in dem sich die Bosch-Gruppe, die Hochschule Reutlingen und die Universität Stuttgart zusammengeschlossen haben. Am rbz können Studierende im Schwerpunkt Leistungs- und Mikroelektronik einen Masterabschluss erwerben, es besteht die Möglichkeit zur Promotion. Die Kooperation mit der Robert Bosch GmbH und weitere Firmen ermöglicht eine industrienaher Ausbildung, die die Studierenden optimal auf die Anforderungen in der Entwicklung von Zukunftstechnologien vorbereitet.

Forschung am rbz verbindet interdisziplinär die Gebiete Leistungselektronik, Mikroelektronik und Entwurfsautomatisierung. Leistungselektronik als Schlüssel für Elektromobilität und für eine auf erneuerbaren Energien beruhende Stromversorgung basiert auf innovativer Mikroelektronik und Entwurfsautomatisierung.

Neben dem Thema der Energieeffizienz sind Innovationen in den Bereichen Zuverlässigkeit, elektromagnetische Verträglichkeit und Reduzierung der Systemkosten erforderlich. Außerdem spielen Sicherheitsaspekte eine wichtige Rolle. Dieser Themenkreis kann durch die interdisziplinäre Zusammensetzung des rbz aus Experten in den Bereichen System, Baugruppe/Schaltung und Bauelemente/Halbleiter hervorragend abgedeckt werden.

Das rbz verfügt über eine exzellente Infrastruktur für die Analyse, Simulation und Optimierung sowie für Entwurf und Test elektronischer Bauelemente und Schaltungen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das Zentrum für Leistungselektronik beschäftigt sich mit Bauelementen und Halbleitertechnologien für die batterie-nahe Elektronik und Batteriemanagementsysteme, um eine sichere Energieversorgung für autonome Fahrzeuge zu erreichen. Die Entwicklung von Leistungselektronik für Low-Cost-Anwendungen umfasst dabei die Bereiche Leistungselektroniksysteme, Mikroelektronik und Komponenten.

#### Leistungselektroniksysteme

Anwendungen wie Elektromobilität oder Wandlung erneuerbarer Energien erfordern einen hohen elektrischen Wirkungsgrad bei gleichzeitiger hoher Leistungsdichte und niedrigen Kosten ebenso wie eine hohe Robustheit in Bezug auf EMV und Lebensdauer. Aus diesen Gründen geht der Trend zu höheren Schaltfrequenzen, kompakteren Systemen und Effizienzoptimierung, ermöglicht durch den Einsatz von neuartigen Halbleitermaterialien. Themen sind

- Systemoptimierung für Converter/Inverter und effizientere Topologien auf Basis neuer schnellschaltender Transistoren
- Simulationen, Auslegung und Optimierung leistungselektronischer Systeme
- Entwurf integrierter Schaltungen, analog und digital in verschiedenen Halbleiterprozessen
- Entwicklung von Optimierungsalgorithmen und prozeduralen Verfahren zur Entwurfsautomatisierung integrierter Schaltungen
- Machine Learning, Deep-Learning-Technik

#### Mikroelektronik-Systeme

Eine verbesserte Mikroelektronik führt zu verbesserten Steuerungs- und Regelungsmöglichkeiten von leistungselektronischen Bauelementen und Systemen. Dies umfasst Themen wie intelligente Ansteuerungen, robuste Aufbau- und Verbindungstechniken für wachsende Energiedichten oder leistungsfähigere Entwurfswerkzeuge.

### Leistungshalbleiter-Komponenten

Um den Anforderungen an die Leistungselektronik – hohe Robustheit bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad und hoher Leistungsdichte – gerecht zu werden, werden neuartige Halbleitermaterialien mit großer Bandlücke eingesetzt. Daher werden in diesem Bereich neue Leistungshalbleiter-Bauelemente und Leistungshalbleiter-Technologien auf Basis von z. B. Siliziumcarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN) untersucht und entwickelt.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Technische Labore und Ausstattung umfassen:

- Labor für Mikroelektronik und Leistungselektronik
- Messtechnik für die Erfassung schneller Schaltvorgänge
- Waferprober zur Vermessung von Halbleiterwafern
- Lasercutter für ICs
- Bonder

Darüber hinaus stehen Simulationswerkzeuge (Matlab, Ansys) und eine Entwurfsumgebung für integrierte Schaltkreise (Cadence) zur Verfügung.

### **Zielgruppen**

Industrie (Elektro, Elektronik, Automobil, KMU und Großunternehmen), Forschungseinrichtungen, Forschungscluster, Hochschulen

## 087 Hochschule Ulm, Institut für Fahrzeugsystemtechnik

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Prittwitzstraße 10<br>89075 Ulm  |
| Telefon  | +49 731 50-28105   |
| Fax      |  |
| Homepage | <a href="http://www.hs-ulm.de">www.hs-ulm.de</a>                         |
| Leitung  | Prof. Dr. Volker Reuter  |
| Kontakt  | Prof. Dr. Michael Schlick  |
| Telefon  | +49 731 50-28169   |
| Mail     | <a href="mailto:michael.schlick@hs-ulm.de">michael.schlick@hs-ulm.de</a> |

### Kurzinfo

Die Hochschule Ulm als Hochschule für Angewandte Wissenschaft arbeitet in ihrem Forschungsschwerpunkt Intelligente Mobilität an praktischen Umsetzungen von innovativen Lösungen für die Mobilität. Hierzu vereint die Hochschule die verschiedenen Ingenieurdisziplinen im Institut für Fahrzeugsystemtechnik (IFS), das je nach Anforderung von den Partnerinstituten unterstützt wird. Es werden Aufgabenstellungen aus dem kompletten Spektrum der Fahrzeugtechnik und der Vernetzung von Mobilitätslösungen bearbeitet.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Hochschule Ulm gehört zu den durch das BMBF geförderten „Innovativen Hochschulen“. Im Rahmen dieser Förderung arbeitet die Hochschule Ulm intensiv am Innovations-transfer in Unternehmen und Gesellschaft, insbesondere auch in den hier genannten Themen.

#### Elektromobilität

Zu diesem Schwerpunkt zählt die Entwicklung von batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Sonderfahrzeugen. Hierbei werden innovative Lösungen für die spezielle Anforderung dieser Fahrzeuge kombiniert und erweitert. Des Weiteren werden gemeinsam mit den Experten der Energietechnik Lösungen für die Integration von Ladetechnik in smarte Energienetze entwickelt.

#### Projekte

- Brennstoffzellen für kommunale Anwendungen: Entwicklung und Umsetzung emissionsfreier Konzepte für die Energieversorgung im Gartenbau

- Lithium-Schwefel-Akkuzellen für Automotive-Anwendungen: Untersuchung des Verhaltens von Lithium-Schwefel-Zellen, insbesondere des Recovery-Effekts, mit dem Ziel der Entwicklung eines angepassten Batteriemangement-systems.

#### Sensorik und vernetzte Mobilität

An der Hochschule Ulm werden video- und radarbasierte Sensoriken entwickelt. Sie kommen sowohl im Fahrzeug als auch in der Infrastruktur zu Einsatz. Insbesondere videobasierte Sensoren erfordern die Übertragung von sehr hohen Datenraten im Fahrzeug. Hierzu werden an der Hochschule Ulm Multi-Gigabit-Übertragungssysteme für den Einsatz in Kraftfahrzeugen untersucht und weiterentwickelt. Einen weiteren Forschungsschwerpunkt stellen Funknetze für die Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation in Form von Intelligent Transport Systems (ITS) dar. Basierend auf diesen Sensoriken, weiteren Informationsquellen und den genannten Vernetzungstechniken werden vernetzte und intermodale Mobilitätslösungen entwickelt.

#### Projekte

- Konforme multistatische Radarkonfigurationen zur Rundumsicht für das automatisierte Fahren (KoRRunD): Weiterentwicklung von radarbasierten Fahrerassistenzsystemen für das automatisierte Fahren, insbesondere Entwicklung und Validierung kooperativer Radarsensoren
- Millimeterwellen-Sensorik für industrielle Anwendungen (MikroSens): Entwicklung von Radarsensoren für industrielle Anwendungen (u. a. für Industrie 4.0, Sicherheitstechnik, Verkehrstechnik) auf der Basis von Sensorplattformen sowie applikations-spezifische Signalverarbeitungen
- Sichere und nachhaltige Mobilität für urbane und ländliche Regionen durch intelligente Straßeninfrastruktur (Salus): Entwicklung von Sensoren zur Detektion von Radfahrern und Wildtieren, die über Long Range Wide Area Network (LoRaWAN) vernetzt sind
- Zukunftsstadt: Entwicklung von intermodalen Mobilitätskonzepten

## Mobilhydraulik

Das Kompetenzzentrum Hydraulik an der Hochschule Ulm wird von der IHK Ulm und gegenwärtig 18 Hydraulikfirmen aktiv gefördert. Drei Professoren bearbeiten Themen angewandter Wissenschaften im Bereich hydraulischer Antriebslösungen, insbesondere auch für Nutzfahrzeuge und mobile Arbeitsmaschinen.

Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte liegen gegenwärtig in der

- Entwicklung von Aktoren zur effizienten Steuerung hydraulischer Leistung
- Strömungssimulation und Analyse kritischer hydraulischer Komponenten und Systeme
- Entwicklung von Verschleiß- und Schadensindikatoren zur Sicherung der Verfügbarkeit hydraulischer Antriebe
- Simulation und systematischen Schwingungsstabilisierung hydraulischer Systeme

Für die FuE-Aktivitäten stehen leistungsfähige Hydraulikprüfstände zur experimentellen Untersuchung von Pumpen, Hydromotoren, Ventilen und Druckflüssigkeiten sowie auch moderne Simulationswerkzeuge für vielfältige computergestützte Analysen zur Verfügung.

## Akustik

Mit Schalloptimierung im Fahrzeug mit zugehörigen Modellierungs- und Simulationsansätzen befasst sich eine Forschungsgruppe im Fahrzeugkompetenzzentrum und zielt sowohl auf Geräuschreduktion als auch auf gewünschte akustische Effekte im Fahrzeug ab.

### Projekte

- Untersuchungen zur Schallleistungsbestimmung an Fahrzeug-Schaltgetrieben: rechnerische und messtechnische Ermittlung der abgestrahlten Schallleistung eines Fahrzeuggetriebes unter Anwendung neuartiger Simulations- und Messtechniken

## Verbrennungsmotoren

Am IFS ist ein dynamischer Verbrennungsmotorenprüfstand mit komplexer Mess- und Automatisierungstechnik vorhanden, der für Industrie- und Forschungsprojekte in Kooperation mit externen Partnern zur Verfügung steht. Die Leistungsdaten des Prüfstands erlauben auch den Betrieb von leichten Nfz-Motoren. Der Prüfstand wird kontinuierlich weiter ausgebaut.

### Ausstattung/Einrichtungen

- Dynamischer Rollenprüfstand
- Dynamischer Verbrennungsmotorenprüfstand
- Portables Emissionsmesssystem
- Ventilprüfstand
- Hydraulikprüfstand
- EMV-Labor
- Batteriesimulator
- Batteriezellprüfstand

### Zielgruppen

Industrie, Kommunen, Forschung, Hochschule, Verbände

## 088 Hochschule Ravensburg-Weingarten, Institut für Angewandte Forschung (IAF)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Doggenriedstraße<br>88250 Weingarten  |
| Telefon  | +49 751 501-9702  |
| Fax      | +49 751 501-9876  |
| Homepage | <a href="https://www.hs-weingarten.de/web/iaf-institut-fuer-angewandte-forschung/startseite">https://www.hs-weingarten.de/web/iaf-institut-fuer-angewandte-forschung/startseite</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. sc. techn. Michael Pfeffer  |
| Kontakt  | Dipl.-Volksw. Susanne Eppelt  |
| Telefon  | +49 751 501-9702  |
| Mail     | <a href="mailto:eppelt@hs-weingarten.de">eppelt@hs-weingarten.de</a>  |

### Kurzinfo

Das Institut für Angewandte Forschung (IAF) betreut als Dachorganisation für die Forschungsgemeinschaft an der Hochschule Ravensburg-Weingarten die Forschungsaktivitäten von 48 Professorinnen und Professoren.

Durch die aktive Forschung an der Hochschule findet ein ständiger Wissenstransfer statt. Dieser bildet die Grundlage für eine zeitgemäße Lehre und ist Garant einer exzellenten Ausbildung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Forschungsaktivitäten des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) gliedern sich derzeit in fünf Schwerpunkte:

- angewandte Sozial- und Gesundheitsforschung
- empirische Wirtschaftsforschung und Wirtschaftsinformatik
- Energie und Umwelt
- intelligente Systeme, Mechatronik und Optik
- Produkt- und Produktionsentwicklung

Schwerpunkte bestehen insbesondere auf den Gebieten Produktentwicklung, Produktion, Leichtbau, Werkstoffe und Thermodynamik.

Im Rahmen eines umfangreichen Forschungsprojektes werden derzeit Konzepte für innovative Lenk- und Bremssysteme für autonome Fahrzeuge entwickelt. Dabei kooperiert die Hochschule mit Industrieunternehmen sowie mit der Universität in Zielona Góra, Polen.

Die Produktentwicklung ist eng verbunden mit fertigungsgerechter Konstruktion und Bauform. Hierzu werden moderne Berechnungstools zur Simulation der Formbildungsprozesse eingesetzt und optimiert, beispielsweise zur Fließsimulation im Kunststoffspritzguss oder zum Verformungsverhalten von Fahrzeugkarosserieblechen.

Im Maschinenbau werden neue Werkzeugmaschinenkonzepte zur Hochgeschwindigkeitsbearbeitung entwickelt. Bisher wurde eine Hochgeschwindigkeitsfräsmaschine mit Parallelkinematik entwickelt und gebaut.

Die Forschung im Leichtbau gliedert sich in zwei Themenfelder. Am Beispiel anisotroper Faserverbund-Kunststoffstrukturen werden bionisch basierte Lösungen erarbeitet, die eine werkstoffgerechte Kräfteinleitung unter den Aspekten Betriebsfestigkeit und Lebensdauer ermöglichen. Im Themenfeld kraftflussgerechte Konstruktion geht es insbesondere um den gestalterischen Leichtbau von Werkstoffverbundsystemen mit Aluminiumkomponenten.

### Zentrum für angewandte Forschung „Digitaler Produktlebenszyklus – DiP“

Das von der Hochschule Ravensburg-Weingarten koordinierte Zentrum DiP bringt Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Hochschulen Ravensburg-Weingarten, Reutlingen, Albstadt-Sigmaringen und Ulm sowie der Universität Stuttgart zur Erforschung einer ganzheitlichen, vollständig digitalen Abbildung und maschinellen Ausführbarkeit des gesamten Lebenszyklus eines Produkts zusammen. Dabei sollen alle relevanten Informationen von Anforderungen bis zu Fabrikstrukturen konsistent abgebildet werden und die vollautomatische Erstellung und Simulation von vielfältigen Produkt- und Prozessvarianten erlauben.

In der Industrie kommt heute eine Vielzahl von Rechnerwerkzeugen für Modellierung und Simulation (CAD, CFD, MKS, FEM ...) zum Einsatz, die eigene, generische Datenformate einsetzen. Der Aufwand für Modellierung und Konvertierung ist noch immer enorm und viele Untersuchungen von möglichen Produkt- und Prozessvarianten können aus Kostengründen nicht durchgeführt werden.

Daher ergibt sich als Forschungsaufgabe die konsistente Integration der verschiedenen Domänen (Anforderungen, Entwurf, Produktarchitektur und Geometrie, virtueller Test, digitale Fabrik, ganzheitliche Kosten- und Energiebilanzierung) in ein Gesamtmodell.

Die zentrale Innovation im Projekt ist, dass zur Lösung dieser Aufgabe ein Engineering-Framework aus graphenbasierten Entwurfs-sprachen zum Einsatz kommt. Dieses Framework basiert auf den enorm leistungs-fähigen Ansätzen der Hard- und Software-entwicklung und erlaubt die Wiederver-wendung von vorhandenen Engineering-Modellen und -Know-how.

Die industrielle Umsetzung und Einsatz-fähigkeit wird anhand dreier Anwendungsfälle (Pkw-Frontklappe, Quadrocopter und Segway) demonstriert und durch den begleitenden Industriekreis unterstützt und validiert.

Die entstehenden Prozesse, Methoden, Werkzeuge und Bibliotheken werden anhand der drei industriellen Anwendungsfälle an den Hochschulen über gemeinsame Lehr- und Weiterbildungsangebote vermittelt und dienen zum gezielten Wissenstransfer in die industrielle Praxis.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

- Bearbeitungszentrum mit fünf Bewegungsachsen mit automatischem Werkzeugwechsel zur Bearbeitung von komplexen Werkstücken wie Werkzeuge für die Blechbearbeitung, Spritzgussformen, Laufräder für Turbinen, Pumpen und Verdichter
- Produktionsdrehautomat mit Haupt- und Gegenspindel sowie drei Revolvern mit je zwölf angetriebenen Werkzeugstationen
- NC-Fräsmaschine für einfache Fräs- und Bohraufgaben
- Bearbeitungszentrum Typ „Tripod“ mit fünf Bewegungsachsen, davon drei translatorische Achsen zur Längenänderung der Parallelkinematikstäbe und zwei rotatorische Achsen zur Spindelorientierung.
- CAD/CAM-System Tebis
- NC-Programmiersystem H200 und H200 TURBO
- Roboterzelle mit Knickarmroboter
- Montagezelle mit Industrieroboter
- Hydraulikprüfstand
- Gasturbinenprüfstand
- 6.500 kN Universal-Stanz-und-Zieh-Pressen
- 1.000 kN Stanz-Nibbelmaschine
- Zugprüfmaschinen (eine davon mit Temperierkammer –40 bis +240 °C)
- Klimakammer (Temperaturbereich –10 bis +100 °C, Feuchtebereich 10 bis 90° RF)

## **Zielgruppen**

Studierende zur praktischen Mitwirkung an den laufenden Projekten

Wirtschaft für gemeinsame Forschung

## 2.4 Sonstige Forschungseinrichtungen

### 089 ARENA2036 e.V. – Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 19<br>70569 Stuttgart-Vaihingen                          |
| Telefon  | +49 711 685-68361  |
| Fax      | k. A.  |
| Homepage | <a href="http://www.arena2036.de">www.arena2036.de</a>                   |
| Leitung  | Peter Froeschle  |
| Kontakt  | Dr.-Ing. Max Hoßfeld   |
| Telefon  | +49 711 685-68482  |
| Mail     | <a href="mailto:max.hossfeld@arena2036.de">max.hossfeld@arena2036.de</a> |

#### Kurzinfo

Der Forschungscampus ARENA2036 ist eine durch das BMBF geförderte „öffentlich-private Partnerschaft für Innovation“ und befindet sich auf dem Campus der Universität Stuttgart. Gegründet wurde ARENA2036 im Jahre 2012; seit 2017 befindet sich der Forschungscampus in einer eigens für ihn gebauten Forschungsfabrik. Hier erforschen unterschiedliche Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam innovative Zukunftsthemen zur Produktion, Mobilität und Arbeit der Zukunft im Kontext der Digitalisierung. In Hinblick auf die Vision „Funktionsintegrierter Leichtbau in der wandlungsfähigen Fabrik der Zukunft – die ARENA2036 als Schrittmacher für den nachhaltigen Automobilbau der nächsten Fahrzeuggeneration“ steht die wandlungsfähige Produktion für den funktionsintegrierten Leichtbau im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten.

Die Kompetenzen der mehr als 30 ARENA2036-Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft sind in verschiedensten Disziplinen verankert: von Simulation und Leichtbaukonstruktion über Produktionstechnik bis hin zur Arbeitswissenschaft. Die Fokussierung solch vielschichtiger Expertise ermöglicht die transinstitutionelle und durchgängig interdisziplinäre Zusammenarbeit, die sich bislang in mehr als 90 Forschungsprojekten bewährt hat.

#### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

ARENA2036 verfolgt das Ziel, in den drei Kernbereichen Mobilität, Produktion und Arbeit der Zukunft zukunftsweisende interdisziplinäre Forschung zu betreiben, um die Mobilität von morgen maßgeblich mitzugestalten.

Für die zweite Forschungscampus-Förderphase werden die zentralen Themen – wie bereits in der ersten Phase – in vier verschiedenen BMBF-geförderten Verbundprojekten beforscht. Sämtliche dieser Projekte weisen einen ausgesprochenen Plattformcharakter auf, was es einerseits neuen Partnern ermöglicht, jederzeit Anknüpfungspunkte zu finden, und was andererseits die Auskopplung spezifischer Forschungsgegenstände vereinfacht.

#### Fluide Produktion: menschenzentriertes, cyber-physisches Produktionssystem für die Mobilität der Zukunft

Das Projekt Fluide Produktion zielt darauf ab, ein menschenzentriertes, cyber-physisches Produktionskonzept zu entwickeln und zu implementieren. Hierfür werden alle Produktionsmittel in ortsflexible Module aufgebrochen, um so dynamisch Maschinen bilden und auflösen zu können und die heute übliche Trennung zwischen Wertschöpfung und Logistik aufzuheben. Die Gestaltung dieser Module erfolgt mit zentralem Augenmerk auf die Rolle des Menschen als aktivem Gestalter der Produktionsumgebung. Das Ergebnis ist ein neuartiges Produktionssystem, das mit minimalen Festlegungen auskommt und Entscheidungen bis kurz vor den eigentlichen Wertschöpfungsbedarf ermöglicht.

#### FlexCAR: offene Fahrzeugplattform für die Mobilität der Zukunft

Ziel von FlexCAR ist die Entwicklung einer offenen Fahrzeugplattform für die Mobilität der Zukunft. Das Konzept hebt sich dabei von bisherigen Plattformkonzepten durch die vollständige Öffnung und Zugänglichmachung aller Software- und Hardwareschnittstellen für Anbieter ab. Dies löst starre Produktstrukturen ebenso auf wie die heute entlang der Zuliefererkette bestehenden Hierarchien, wandelt die Rolle der heutigen Akteure und ermöglicht neue Geschäftsmodelle. Die offene Plattform FlexCAR macht den Weg frei für eine Öffnung und Dezentralisierung von Marktzugang und Innovationstätigkeiten sowie für die Flexibilisierung von Entwicklungszyklen und eine verbesserte Ausschöpfung der

Kompetenzen des Wertschöpfungsnetzwerks. Das Ergebnis ist ein vollständig neues Fahrzeugkonzept: Dieses umfasst die permanente, dezentrale Weiterentwicklung der Fahrzeugplattform und ihrer Komponenten, eine vollständige Update- und Upgradefähigkeit der hieraus entstehenden Fahrzeuge sowie die Wieder- und Weiterverwendbarkeit der Fahrzeugkomponenten und eine teilweise Auflösung des klassischen Lebenszyklus. Um die Machbarkeit des Konzeptes aufzeigen zu können, besetzt das Verbundprojekt FlexCAR die offenen Schnittstellenfragen im Laufe der Projektdauer anhand typischer Fahrzeugumfänge. Diese Fahrzeugumfänge umfassen dabei die Entwicklung einzelner, zukunftsweisender Komponenten in einem exemplarischen, verkleinerten Innovationsnetzwerk und deren Nutzung in einem Fahrzeugdemonstrator.

#### Agiler InnovationsHub: für eine kooperative Innovationskultur, eine intelligente Visualisierungskultur und eine lernprozessorientierte Wissenskultur

Ziel des Verbundprojekts Agiler InnovationsHub ist die Implementierung eines sowohl virtuellen als auch physischen Raums zur methodischen Unterstützung und Beschleunigung von Zusammenarbeits- und Innovationsprozessen im Forschungscampus ARENA2036. Hierfür erforscht das Verbundprojekt die Zusammenarbeit im Forschungscampus und ermittelt die spezifischen Bedürfnisse der Projekte und Partner, die sich aus dem interdisziplinären, transinstitutionellen und kollaborativen Charakter des Forschungscampus ergeben. Der Agile InnovationsHub ist ein Schnittstellenprojekt, das neuartige Werkzeuge für das Innovations- und Wissensmanagement erschafft und so die Art und Weise der Zusammenarbeit in zukünftigen Innovationsnetzwerken unterstützt und vorausdenkt.

#### Digitaler Fingerabdruck: intelligente Datensammlung, -aufbereitung und -übergabe über die gesamte Wertschöpfungskette für das intelligente Bauteil von morgen

Das Verbundprojekt Digitaler Fingerabdruck hat als Hauptziel die Weiterentwicklung eines Bauteils zu einer Industrie-4.0-Komponente und die Schaffung der notwendigen Basis für die intelligente Wertschöpfungskette eines Bauteils für die Zukunft. Hierdurch werden die verschiedenen Prozessschritte der

Wertschöpfungskette miteinander verknüpft und es wird ein erheblicher Mehrwert sowohl für jedes Bauteil-Individuum als auch für Bauteiltypen geschaffen. Der Mehrwert eines Bauteil-Individuums liegt dabei in der Möglichkeit, den Herstellprozess individuell einzustellen, so ein hohes Maß an Flexibilität zu gewährleisten und jedes Bauteil zu jedem Zeitpunkt der Produktion sowie während des Einsatzes im Fahrzeug bewerten zu können und direkt Feedback zu bekommen. Der Mehrwert für einen Bauteiltyp wird durch eine Flotte an individuell identifizierbaren Bauteilen erreicht. Hier können durch intelligente Auswertungen der Daten aller Bautypen-identischen Bauteile Schlüsse aus den realen Belastungsfällen oder Herstellprozessen gezogen werden und systematische Änderungen abgeleitet werden. So können sich Prozesse sowie Bauteile automatisiert weiterentwickeln.

Der Schwerpunkt des Projekts Digitaler Fingerabdruck liegt dabei zunächst auf dem Mehrwert für jedes Individuum; jedes Bauteil-Individuum erhält seinen eigenen, unverwechselbaren Fingerabdruck, aus dem alle Informationen dieses Individuums auslesbar sind. Dazu gehören Typ-Informationen, wie etwa Zielgeometrien, numerische Auslegungsinformationen sowie initiale Lastinformationen. Im Rahmen des Projekts sind dies die CAD-Daten des Zielbauteils, der Soll-Lagenaufbau der FVK-Unterstruktur, die Soll-Wandstärken der Aluminiumstruktur sowie die Soll-Positionen der Sensoren und der notwendigen Leiter. Diese typengleichen Informationen liegen dabei für jedes Individuum einheitlich vor. Die Datenindividualisierung beginnt dann mit der eigentlichen Herstellung des Bauteils. Hier können reale Abweichungen gegenüber den Sollgrößen auftreten, die durch die integrierte Sensorik im Bauteil, durch Überwachungssysteme oder durch Maschinendaten ermittelt werden. Diese Informationen werden dann direkt durch ein Update der Simulationen und entsprechenden Rule-Engines oder KI-Methoden im Digitalen Fingerabdruck interpretiert und es werden direkt Schlüsse daraus gezogen, um Prozesse anzupassen oder Kommunikationen auszulösen.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

ARENA2036 verfügt seit 2017 über eine eigene Forschungsfabrik. Es stehen 8.600 m<sup>2</sup> zur Verfügung (10.000 m<sup>2</sup> Bruttofläche). Die Forschungs- und Laborbereiche umfassen 5.650 m<sup>2</sup>, die Büro- und Besprechungsräume rund 2.950 m<sup>2</sup>. Weitere Flächen entfallen auf Versorgung, Infrastruktur und Verkehr.

Die Forschungshalle ist mit vielseitiger Produktions- und Anlagentechnik ausgestattet, die jeweils von den Partnern projektspezifisch zur Verfügung gestellt werden.

Derzeit befinden sich in der Forschungsfabrik folgende Ausrüstungen/Einrichtungen (Auszug):

- Future Work Lab
- diverse KUKA-Roboter
- diverse 3D-Drucker für Metall- und Kunststoffdruck
- Metall- und Elektrowerkstätten
- hpe Großrechenheit
- diverse Laborflächen (z. B. für AR/VR)

### **Zielgruppen**

Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Industrie, Öffentlichkeit

## 090 Zentrum für elektrochemische Energiespeicherung Ulm & Karlsruhe (CELEST)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | CELEST Geschäftsstelle<br>Karlsruher Institut für<br>Technologie<br>Institut für Nanotechnologie<br>Hermann-von-Helmholtz-Platz 1<br>76344 Eggenstein-<br>Leopoldshafen |
| Telefon  | +49 721 608-26372   |
| Fax      | k. A.   |
| Homepage | <a href="http://www.celest.de">www.celest.de</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr. Maximilian Fichtner   |
| Kontakt  | Dr. Ralf Witte  |
| Telefon  | +49 721 608-26372   |
| Mail     | <a href="mailto:ralf.witte@kit.edu">ralf.witte@kit.edu</a>  |

### Kurzinfo

Das Zentrum für elektrochemische Energiespeicherung Ulm & Karlsruhe (engl. Center for Electrochemical Energy Storage, CELEST) wurde am 1.1.2018 vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT), von der Universität Ulm und dem Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) gegründet. CELEST bündelt die Aktivitäten zur elektrochemischen Energiespeicherung an den beiden Standorten und intensiviert die Zusammenarbeit zwischen den drei Partnern. Das neue Zentrum stellt eine einzigartige Forschungsplattform dar, die die gesamte Forschungs- und Entwicklungskette von der Grundlagenwissenschaft bis hin zur Pilotfertigung und Erprobung von kompletten Systemen trägt. Daneben steht auch die Ausbildung von Nachwuchswissenschaftlern im Bereich der elektrochemischen Energiespeicherung im Zentrum, die mit einer gemeinsamen Graduiertenschule gezielt gefördert wird.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Aktivitäten von CELEST können in drei Forschungsbereiche gegliedert werden:

- Lithium-basierte Batterien
- Post-Lithium-Batterien
- alternative elektrochemische Speicher und Wandler

Der interdisziplinäre Charakter des Zentrums wird durch die Beteiligung von 29 Instituten und Forschungseinrichtungen aus Chemie, Physik und Ingenieurwissenschaften deutlich.

Innerhalb der drei Forschungsbereiche decken die in CELEST zusammengefassten Institute mit ihren Kompetenzen die ganze Breite der Forschungs- und Entwicklungskette im elektrochemischen Energiespeicherungssektor ab. Die Anwendungsbereiche der in CELEST betriebenen Forschungs- und Entwicklungsarbeit reichen von der Elektromobilität über tragbare Anwendungen bis hin zu stationären elektrochemischen Speichern und Wandlern.

In CELEST zusammengefasste, komplementäre Kompetenzen umfassen folgende Themen.

- Experimentelle Materialentwicklung: Elektrolyte und Elektrodenmaterialien im Bereich Lithium-Batterien, Post-Lithium-Batterien, Redox-Flow-Batterien, Brennstoffzellen.
- Virtuelle Materialentwicklung: Dichtfunktionaltheorierechnungen, Molekulardynamik-Simulationen, Finite-Elemente-Methoden und Multiskalenansätze.
- Modernste Materialcharakterisierung: Untersuchung von Elektrodenmaterialien und Elektrolyten mit verschiedensten Methoden und auf allen Längenskalen. Hervorzuheben sind dabei die Karlsruhe Nano Micro Facility ([www.knmf.kit.edu](http://www.knmf.kit.edu)) und das Zentrum für Elektronenmikroskopie in Ulm.
- Materialsynthese: Elektrodenmaterialien und Elektrolyten mit verschiedensten Methoden und auf verschiedenen Skalen, vom Labormaßstab bis hin zu industrierelevanten Mengen.
- Prototyp-Zell- und -Batteriefertigung und umfangreiche Batterietestsysteme, einschließlich umfangreicher Funktions- und Sicherheitstests (z. B. im eLAB des ZSW in Ulm).

Ab Januar 2019 wird die CELEST Forschungsaktivität im Bereich Post-Lithium durch den neuen Exzellenzcluster „Energiespeicherung jenseits von Lithium“, der von der Universität Ulm und dem KIT unter Beteiligung des ZSW und der Justus-Liebig-Universität Gießen eingeworben wurde, verstärkt.

Die umfangreiche Kompetenzverteilung entlang der Innovationskette innerhalb von CELEST bietet die Möglichkeit, Ergebnisse der Grundlagenforschung direkt in die anwendungsbezogene Entwicklung zu bringen. In diesem Zusammenhang sind die aktiven Industriepartnerschaften der CELEST Mitglieder von elementarer Bedeutung, um den Technologietransfer von CELEST-eigenen Innovationen zu fördern, hier ist vor allem der starke Anwendungs- und Industriebezug des ZSW Ulm zu nennen. Die entwickelten Technologien werden gezielt auch in Bezug auf Nachhaltigkeit und Technikfolgenabschätzung untersucht und bewertet.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Die Ausstattung von CELEST umfasst die Ausstattung der beteiligten Institute, ein Ausschnitt der verwendeten Methoden.

- Untersuchungen zu Materialien/Materialcharakterisierung von Elektrodenmaterialien und Elektrolyten:
  - elektrochemische Methoden
  - Beugung von Elektronen, Röntgenstrahlen und Neutronen: ex situ und in situ
  - Spektroskopie: NMR, XPS, FT-IR, Raman, Impedanz, Mössbauer: ex situ und in situ
  - Mikroskopie: optische Mikroskopie, TEM, SEM, AFM, STM
  - Tomographie: TEM und Röntgen-Tomographie
  - speziell Einrichtungen der Karlsruhe Nano Micro Facility ([www.knmf.kit.edu](http://www.knmf.kit.edu)) und des Zentrums für Elektronenmikroskopie in Ulm
- Labore zur Materialsynthese vom Labormaßstab bis hin zu industrierelevanten Mengen
- Labore zur Zell- und Batteriefertigung und umfangreiche Batterietestsysteme, einschließlich umfangreicher Funktions- und Sicherheitstests (eLAB des ZSW in Ulm)

### **Zielgruppen**

Industrie, Wirtschaft, Forschungseinrichtungen, Netzwerke, Förderinstitutionen

## 091 Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung (DITF), Institut für Textilchemie und Chemiefasern

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Körschtalstraße 26<br>73770 Denkendorf   |
| Telefon  | +49 711 9340-101   |
| Fax      | +49 711 9340-185   |
| Homepage | <a href="http://www.ditf.de">www.ditf.de</a>   |
| Leitung  | Prof. Dr. Michael R. Buchmeiser  |
| Kontakt  | Prof. Dr. Michael R. Buchmeiser  |
| Telefon  | +49 711 9340-101   |
| Mail     | <a href="mailto:michael.buchmeiser@ipoc.uni-stuttgart.de">michael.buchmeiser@ipoc.uni-stuttgart.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Textilchemie und Chemiefasern der DITF betreibt angewandte Forschung zur Förderung der baden-württembergischen Industrie. Die Schwerpunkte der Forschungseinrichtung liegen in der Entwicklung von Hochleistungsfasern, speziell von Carbon- und Keramikfasern, und der daraus abgeleiteten Faserverbundwerkstoffe. Weitere Forschungsfelder wie die Entwicklung von Fasern aus neuen Materialien, nachhaltige Produktionsprozesse und Technologieintegration stehen allesamt im Fokus der Entwicklung innovativer Mobilitätssysteme. Fest etabliert ist eine enge Zusammenarbeit mit führenden Automobil- und Zulieferfirmen in mehreren Forschungs- und Entwicklungsprojekten.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Polymerchemie

Die Synthese und chemische Modifikation von Faserpolymeren stellt die Basis für die Entwicklung von Fasern und Verbundwerkstoffen dar. Die vollständige Abdeckung der textilen Produktionskette ist ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal des Instituts. Es bestehen unterschiedlichste Möglichkeiten zur Synthese von Polymeren vom Grammmaßstab bis zu Mengen von 25 kg pro Durchlauf. Zur Ausstattung gehören auch moderne Syntheseroboter (Autoplant) zur gezielten Prozessoptimierung. Herstellungsprozesse für polymere Hochleistungsfasern und die Synthese von Polyacrylnitrilen für die Herstellung von Carbonfasern werden am High Performance Fiber Center optimiert, das seit 2014 an den DITF angesiedelt ist.

#### Hochleistungsfasern und Verbundwerkstoffe

Wichtigster Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung von Hochleistungsfasern, speziell Carbon- und Keramikfasern, die in hochmodernen Produktionsanlagen im „High Performance Fiber Center“ hergestellt werden können. Die chemische Funktionalisierung von Fasern, z. B. zur verbesserten Faser-Matrix-Haftung in Verbundwerkstoffen, und die Entwicklung neuer Faser-Matrix-Systeme geschehen mit dem Ziel der technischen Werkstoffoptimierung und der Implementierung kostengünstiger Produktionsverfahren.

#### Fasern aus neuen Materialien und nachhaltigen Produktionsprozessen

Umweltfreundliche und kostensparende Produktionsverfahren sind Mittelpunkt mehrerer Forschungsvorhaben. So können Carbonfasern aus alternativen Materialien und cellulosische Verbundwerkstoffe in umweltfreundlichen Produktionsverfahren entwickelt werden. Neben der anwendungsorientierten Optimierung technischer Parameter bleibt dabei der Kostenfaktor nicht außen vor, um eine zügige Umsetzung in die industrielle Produktion zu ermöglichen.

#### Drucktechnologien, Sensorik und Funktionsintegration

Die Entwicklung druckfähiger Pasten und die Realisierung leitfähiger Druckmuster zur Implementierung elektrischer Funktionen in Textilien und Verbundwerkstoffen stellt eine Basis für die fortschreitende Digitalisierung im Mobilitätssektor dar. Eine Vielzahl unterschiedlicher Druckverfahren und die Umsetzung eigens entwickelter sensorischer, textilbasierter Bauteile weist ebenso die Entwicklungsmöglichkeiten wie die Expertise auf diesem Gebiet nach.

### Grundlagenforschung und anwendungsbezogene Umsetzung

Eine enge Anbindung des Instituts an die Universität Stuttgart besteht über die Lehrstuhlkopplung der Institutsleitung. Prof. Dr. Michael R. Buchmeiser leitet das Institut für Polymerchemie (IPOC) ebenso wie das ITCF. Der wissenschaftliche Austausch ist über Doktorandenstellen und gemeinsame Forschungsvorhaben gegeben und sorgt für den wichtigen Kontakt an der Schnittstelle von Grundlagenforschung zu industrieller Umsetzung.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Analytik: Neben hochmodernen Labor- und Produktionsanlagen stehen umfangreiche analytische Verfahren zur produktbegleitenden Entwicklung zur Verfügung. Die Ausstattung umfasst u. a.:

- State-of-the-Art Laboranlagen für Trocken-, Nass- und Schmelzspinverfahren
- High Performance Fiber Center (HPFC) mit modernsten Anlagen zur Entwicklung von Carbon- und Keramikfasern (Stabilisierungsanlagen, HT-Öfen, Röntgenanlage)
- Reaktionsreaktoren zur Polymersynthese
- Drucktechnikum, Beschichtungs- und Kaschieranlagen
- Thermoanalyse (DSC, TGA)
- Spektroskopie und Spektrometrie (FTIR, UV-VIS, AAS, MALDI-TOF)
- Chromatographie (GC, LC, HPLC, GPC)
- Röntgenanalyse (WAXS, SAXS)
- Partikelcharakterisierung (DLS)
- Mikroskopie (REM mit FIB und EDX, umfangreiche Lichtmikroskopie, RAMAN-Mikroskopie)
- Rheologie (Rotations- und Kapillarviskosimeter)
- Tensiometrie und Benetzungsmessung

### **Zielgruppen**

Industrie (Automotive, Leichtbau, Faserverbundwerkstoffe, Batterieentwicklung), Forschung und Entwicklung (Vernetzung von Industrie und Forschung), Verbände, Hochschulen

## 092 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Fahrzeugkonzepte (FK)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 38–40<br>70569 Stuttgart                   |
| Telefon  | +49 711 6862-0   |
| Fax      | +49 711 6862-636   |
| Homepage | <a href="http://www.dlr.de/fk">www.dlr.de/fk</a>           |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Horst E. Friedrich                          |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Horst E. Friedrich                          |
| Telefon  | +49 711 6862-0   |
| Mail     | <a href="mailto:contact-dlr@dlr.de">contact-dlr@dlr.de</a> |

### Kurzinfo

Das DLR Institut für Fahrzeugkonzepte (FK) erforscht, entwickelt und bewertet neue Fahrzeugkonzepte und -technologien vor dem Hintergrund zukünftiger Anforderungen an das Verkehrssystem. Für Straßen- und Schienenfahrzeuge werden neuartige und anwendungsorientierte Lösungen an den Schnittstellen von Energie und Verkehr erarbeitet und demonstriert, mit dem Ziel, zur Gestaltung einer nachhaltigen und wirtschaftlichen, nutzerorientierten, sicheren und vernetzten Mobilität beizutragen. Dies reicht von Konzeption und Entwurf über Konstruktion, Berechnung und Simulation bis hin zu Charakterisierung, Darstellung und Validierung von Forschungsdemonstratoren, -komponenten und -fahrzeugen. Die Entwicklung künftiger Technologiesysteme, basierend auf regenerativen Energieträgern und Energie-wandlung/-speicherung im Fahrzeug der Zukunft sowie fortschrittlichen Architekturen und Werkstofftechniken für Straßen- und Schienenfahrzeuge, wird durch eine prospektive, ganzheitliche Fahrzeug-Systemanalyse und Technologiebewertung gestützt.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Neue Straßenfahrzeug-Konzepte

Das Innovationsfeld umfasst den Entwurf und die Demonstration neuartiger Fahrzeugkonzepte (Next Generation Car, NGC) sowie die Erforschung und ganzheitliche Bewertung neuer technischer Lösungen vor dem Hintergrund neuer Nutzer- und Logistikkonzepte und der zunehmenden Urbanisierung sowie unter Berücksichtigung von Ressourcenschonung und Umwelt. Entwicklungen umfassen dabei neue Fahrzeugkonzepte für ein „InterUrban Vehicle“, ein „Safe Light Regional Vehicle“ und

ein „Urban Modular Vehicle“ ebenso wie neue Konzepte für Antriebsstrang, Fahrzeugstruktur, Energiemanagement, Fahrwerk und Fahrzeugintelligenz.

#### Neue Schienenfahrzeug-Konzepte

Der Schwerpunkt liegt auf der Erforschung und Entwicklung neuartiger Triebzugkonzepte (Next Generation Train, NGT) im Hochgeschwindigkeits- und Zubringer-Kontext vor dem Hintergrund des Massenverkehrs in den Relationen der Megacitys und der Energieeffizienz. Hauptziele sind hierbei eine Verkürzung der Reisezeit bei geringerem spezifischen Energiebedarf, Lärmreduktion, Komfortsteigerung, Verbesserung der Fahrsicherheit, Verringerung des Verschleißes und der Lebenszykluskosten.

#### Disruptive Konzepte

Die Forschungsaktivitäten umfassen die Identifikation, Ableitung und Motivation individueller, Verkehrsmodi-übergreifender Mobilitäts- und Transportkonzepte, die Dimensionierung von Enabler-Technologien sowie das Aufzeigen von Nutzerszenarien und neuen Geschäftsmodellen vor dem Hintergrund des Transformationsprozesses und der zunehmenden Individualisierung. Dies betrifft beispielsweise die Entwicklung von Visionen für die urbane, intermodale Mobilität von morgen oder für den Lastverkehr. Zudem steht eine selbst entwickelte Datenbank zur Bewertung neuer Fahrzeugkonzepte zur Verfügung.

#### Fahrzeugantrieb und -energie

Innovationen werden in Bezug auf effizienzsteigernde Technologien für zukünftige (hybride) Antriebe und Kraftstoffe erbracht, u. a. für neuartige Energiewandlungskonzepte, Energie- und Thermomanagement-Konzepte sowie die ganzheitliche Modellierung von Fahrzeugarchitekturen. Dies reicht von der Entwicklung neuer Fahrzeuge wie dem Cargo-Pedelec mit modernster Brennstoffzellentechnologie oder neuer Komponenten wie einem regenerativen On-Board-Energie-wandler bis zu Simulationstools wie der Modelica-Bibliothek „AlternativeVehicles“ zur Quantifizierung und Optimierung alternativer Antriebstechnologien.

### Fahrzeugarchitekturen und -werkstofflösungen

Das Innovationsfeld umfasst Forschungsaktivitäten zu Leichtbaukonzepten und neuen technischen Lösungen für bodengebundene Fahrzeuge im Sinne einer integralen Bearbeitung von Methoden, Werkstoffen und Bauweisen. Die Arbeiten bauen auf einem Verständnis eines veränderten Bedarfs an Fahrzeugarchitekturen vor dem Hintergrund veränderter Fahrzeugkonzepte, der Digitalisierung sowie weiterentwickelter Werkstoff- und Verfahrenslösungen auf.

### Fahrzeugsystemanalyse und –technologiebewertung

Der Schwerpunkt identifiziert, analysiert, bewertet und motiviert zukünftige Fahrzeugkonzepte für den Straßen- und Schienenverkehr aus den Blickwinkeln Technik, Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. Er unterstützt die Integration der Abteilungen im Institut mit ihren spezifischen technologischen Kompetenzen durch die Bearbeitung systemischer Konzeptstudien und Bewertungen sowie Fahrzeugtechnologie-Szenarien. Die Technologiebewertung ist quantitativ, prospektiv und systemisch ausgerichtet, um neuartige Fahrzeugtechnologien im Hinblick auf die Kriterien Energie, Emissionen, Kosten und Nutzen im gesellschaftlichen Kontext ganzheitlich zu bewerten.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Bauteil- und Probenprüfung: Universalprüfmaschine bis 250 kN; Hochfrequenzpulsator; Klimaprüfung (Alterung)
- Brennstoffzellen-Antriebsstrang-Labor
- 4-Motoren-Allradrollenprüfstand mit Klimatisierung und Abgasanalyse, H<sub>2</sub>-tauglich
- Heißgasprüfstand für alternative Energiewandlung
- Fahrzeugkomponenten und Teilsystem-Crashanlage mit zwei Schlitten
- Fügelabor für hybride Verbindungen
- Universalkorrosionsprüfgerät für Salzsprüh-, Schwitzwasser- und Klima-wechseltest
- Spannfeld mit hydraulischen Prüfzylindern
- Concept LAB für die Anwendung von Entwicklungsmethoden und für die prozessoptimierte Bearbeitung von Projekten
- Einrichtung zum Generic Part Design/Additive Manufacturing
- DLR Scenario Lab/Zukunftsmodellierung

### **Zielgruppen**

Gesellschaft, Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände, Politik

## 093 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Raumfahrtantriebe

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Im Langen Grund<br>74239 Hardthausen                               |
| Telefon  | +49 6298 28203   |
| Fax      | +49 6298 28190   |
| Homepage | <a href="http://www.dlr.de/ra/">http://www.dlr.de/ra/</a>          |
| Leitung  | Prof. Dr. Stefan Schleichriem                                      |
| Kontakt  | Sandra Schiemer  |
| Telefon  | +49 6298 28204   |
| Mail     | <a href="mailto:sandra.schiemer@dlr.de">sandra.schiemer@dlr.de</a> |

### Kurzinfo

Das DLR Institut für Raumfahrtantriebe betreibt einmalige Prüfstände und Anlagen zum Testen von Raketenantrieben im Rahmen des Ariane-Programms, die für die europäische Raumfahrt von entscheidender Bedeutung sind. Diese Testanlagen decken das gesamte Portfolio der Testanforderungen ab: Komponententests, Triebwerktests und die Erprobung ganzer Raketenstufen. Die Triebwerkprüfstände stellen eine grundlegende Voraussetzung dafür dar, Antriebstechnologien bis zu ihrer Einsatzreife zu entwickeln.

Zur Demonstration einer lokalen Sektorenkopplung von Strom, Gas, Wärme und Verkehr mittels Wasserstoff befindet sich das Projekt H<sub>2</sub>ORIZON derzeit in der Umsetzung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Betrieb von Großprüfständen

Das DLR ist mit dem Höhensimulationsprüfstand P4 für die Entwicklung des in Europa zukünftig leistungsfähigsten Oberstufentriebwerks Vinci unverzichtbar: Wissenschaftler können Tests dank der Simulation von Umgebungsbedingungen und Fluglasten, denen das Triebwerk bei seinem späteren Flug ausgesetzt ist, so realistisch wie möglich durchführen.

#### Forschung für innovative Technologien zukünftiger Raketenantriebe mit flüssigen Treibstoffen

Die Forschungsschwerpunkte liegen hierbei auf der Untersuchung der Einspritzung der Treibstoffkomponenten, deren Mischung und Verbrennung, der Expansion der heißen Gase in der Düse sowie der Untersuchung der thermischen Belastung der Brennkammerstrukturen.

#### Planung, Design und Weiterentwicklung von Testanlagen

Zurzeit wird am DLR Lampoldshausen zudem der Prüfstand P5.2 im Auftrag der Europäischen Raumfahrtagentur ESA gebaut, um dort Tests mit der zukünftigen Oberstufe der neuen Ariane-6-Trägerrakete durchzuführen. Mit seiner Hilfe können zukünftig nicht nur Triebwerke und einzelne Komponenten, sondern komplette kryogene Oberstufen qualifiziert werden.

#### Forschung an fortschrittlichen Treibstoffen

Das DLR sucht hier nach neuen Wegen und erforscht den gesamten Prozess von der Entwicklung über die Herstellung bis hin zu Tests der fortschrittlichen Treibstoffe. Das Wissenschaftlerteam untersucht zudem im physikalisch-chemischen Labor Analyse-möglichkeiten, um Erkenntnisse über die Zusammensetzung von Treibstoffen, wie beispielsweise Dichte, Viskosität und auch Verunreinigungen zu erzielen.

#### Technologietransfer im Rahmen der Forschungs- und Demonstrationsplattform

H<sub>2</sub>ORIZON zur Untersuchung von Technologien für regenerativ erzeugten Wasserstoff und dessen Nutzung im Sinne der Sektorenkopplung von Strom, Gas, Wärme und Verkehr.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Prüfstände zum Testen von Raumfahrtantriebssystemen: Diese Testanlagen decken das gesamte Portfolio der Testanforderungen ab – Komponententests, Triebwerktests unter Boden- und Vakuumbedingungen sowie die Erprobung ganzer Raketentstufen. An Forschungs- und Entwicklungsprüfständen können kleinere Schubklassen getestet werden. Insgesamt bedient das DLR Lampoldshausen damit Schubklassen von 0,1 N bis 1.300 kN
- Physikalisch-chemisches Labor
- Forschungs- und Demonstrationsanlage:
  - Wasserstoffherzeugung mit Windenergie (14,1 kg/h, 350 bar, Reinheit 5.0 = 99,999 % H<sub>2</sub>)
  - Wasserstoff-Trailer-Abfüllung (300 bar)
  - Zwei Gasmotoren-BHKW zur Strom-Wärme-Erzeugung mit Erdgas und Wasserstoff (insg. 1,4 MW<sub>el</sub>, 1,6 MW<sub>th</sub>)
  - Betrieb als virtuelles Kraftwerk für eine optimierte Nutzung (kostenoptimiert, systemdienlich für Stromnetze und Betrieb von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie etc.)

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Politik, Universitäten und Hochschulen, Verbände

## 094 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 38–40<br>70569 Stuttgart                             |
| Telefon  | +49 711 6862-358   |
| Fax      | +49 711 6862-712   |
| Homepage | <a href="http://www.dlr.de/tt/">www.dlr.de/tt/</a>                   |
| Leitung  | Prof. Dr. André Thess  |
| Kontakt  | Claudia Gosolits   |
| Telefon  | +49 711 6862-359   |
| Mail     | <a href="mailto:claudia.gosolits@dlr.de">claudia.gosolits@dlr.de</a> |

### Kurzinfo

Das DLR Institut für Technische Thermodynamik in Stuttgart mit Forschungsstätten in Köln-Porz, Ulm, Oldenburg und Hamburg hat über 180 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Es befasst sich mit Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur effizienten und ressourcenschonenden Energiespeicherung und mit Energiewandlungstechnologien der nächsten Generation. Das Spektrum der Arbeiten reicht von theoretischen Studien über grundlagenorientierte Laborarbeiten bis zum Betrieb von Pilotanlagen. Aufgrund seiner fachlichen Ausrichtung nimmt das Institut eine Brückenfunktion zwischen Grundlagenforschung und industrieller Entwicklung und damit häufig eine Schlüsselrolle bei der Einführung neuer Technologien ein.

Zudem ist das Institut hervorragend vernetzt im Forschungsverbund der Helmholtz-Gemeinschaft und mit ausgewählten Industriepartnern.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Energiesystemanalyse am DLR

Die DLR-Wissenschaftler zeigen verschiedene technische und strukturelle Möglichkeiten auf, die als Bausteine einer nachhaltigen Energieversorgung einschließlich der Energiebereitstellung für eine nachhaltige Mobilität dienen können. Mögliche Implementierungspfade für neue Technologien und Infrastrukturen werden untersucht und zukünftige Wechselwirkungen zwischen Energie- und Verkehrssystem bewertet. Aus der Systemperspektive können ausgehend von Nachfrage- und Versorgungsszenarien für unterschiedliche Betrachtungsräume optimierte Ausbau- und Einsatzstrategien modelliert und

analysiert werden. Im Fokus stehen dabei auch Möglichkeiten einer nachhaltigen Mobilität, die entweder durch Elektromobilität oder die Verwendung nachhaltigen Wasserstoffs und anderer synthetischer Kraftstoffe realisiert wird. Die Arbeiten erfolgen zumeist in enger Kooperation mit der Verkehrssystemanalyse. So wurden bereits mehrere Studien erarbeitet, in denen Szenarien der Entwicklung von Fahrzeugkonzepten und des Nutzerverhaltens sowie Modellierungen der Flotten- und Nachfrageentwicklung mit Energieszenarien und räumlich und zeitlich aufgelösten Stromsystemmodellierungen kombiniert wurden. Im Projekt „Kommerzialisierung der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg“ (im Auftrag der e-mobil BW GmbH) wurde beispielsweise mit einem solchen Ansatz untersucht, welche Beiträge der Energieträger Wasserstoff zur nachhaltigen Reduzierung der Treibhausgasemissionen des Verkehrs liefert und wie er kosteneffizient aus erneuerbarem Strom hergestellt werden kann. Im laufenden BMWi-geförderten Vorhaben MuSeKo („Modellbasierte Analyse der Integration erneuerbarer Stromüberschüsse durch die Kopplung der Stromversorgung mit Wärme-, Gas- und Verkehrssektor“, BMWi FKZ 03ET4038) wird im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung sowohl die zeitlich variable Stromnachfrage als auch das Flexibilitätspotenzial der Elektromobilität und der Wasserstoffherzeugung mittels Elektrolyse untersucht und mit anderen Infrastrukturoptionen verglichen. Dabei wird die betriebswirtschaftliche mit der volkswirtschaftlichen Perspektive verbunden und es werden Modellergebnisse zur Bewertung von Wirtschaftlichkeit, Investitionsanreizen und regulatorischen Rahmenbedingungen genutzt. Methodische Weiterentwicklungen der integrierten Energie- und Verkehrssystemanalysen erfolgen zudem in mehreren DLR-finanzierten Projekten, beispielsweise dem 4-Jahres-Projekt EVer („Energie und Verkehr“), in dem vor allem die zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Modellierung von Mobilitäts- und Energienachfrage, Nutzerverhalten und Flexibilität auf unterschiedlichen Skalen im Fokus steht.

### Thermische Prozesstechnik

Im Mittelpunkt stehen Fragestellungen der Energiespeicherung, des Wärmemanagements und der Wärmeübertragung, die in allen Bereichen der Energienutzung und der Energiebereitstellung von Bedeutung sind. Übergeordnetes Ziel ist die Steigerung der Effizienz energieverfahrenstechnischer Prozesse als ein Schlüsselement zur Brennstoffeinsparung und zum Klimaschutz. Die Arbeiten zur thermischen Prozesstechnik umfassen insbesondere die Entwicklung fortschrittlicher Konzepte, Komponenten und Systemtechniken zur Speicherung thermischer Energie als zentrale Elemente einer CO<sub>2</sub>-freien Energieversorgung. Ausgehend von innovativen thermischen Energiespeichern als Kernkomponenten entwickeln die DLR-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler neuartige, wettbewerbsfähige Systeme zur großskaligen Stromspeicherung, bedarfsgerechten Energiebereitstellung von Strom und Wärme, Flexibilisierung und Effizienzsteigerung industrieller Prozesse sowie zur Unterstützung des Thermomanagements elektrifizierter Fahrzeuge.

So beteiligt sich das Institut beispielsweise am EU-Projekt „Chester“, das darauf abzielt, ein innovatives Energiemanagementsystem an der Schnittstelle zwischen erneuerbaren Energiequellen und der bedarfsgerechten Bereitstellung von Strom und Wärme zu entwickeln. Daneben stellen adiabatische Druckluftspeicherkraftwerke eine Kerntechnologie im Institut dar. Mit dem Wärmespeicher als zentraler Komponente dieser Technik zielen die Entwicklungsarbeiten auf die Bereitstellung kostengünstiger und effizienter Lösungen ab, die besonders geeignet sind, Strom aus fluktuierendem Windstrom bedarfsgerecht bereitzustellen und eine verbesserte Nutzung der Übertragungsnetze zu erreichen. Im Bereich des Thermomanagements (teil-)elektrifizierter Fahrzeuge wird an Lösungen zur effizienten Klimatisierung der Kabine, zur Vorwärmung sensibler Komponenten und zur Unterstützung der Wärmebereitstellung insbesondere für batterieelektrische Fahrzeuge gearbeitet.

### Elektrochemische Energietechnik

Schwerpunkt ist die Entwicklung effizienter elektrochemischer Energiewandler, vornehmlich Batterien, Brennstoffzellen und Elektrolyseure, deren Bedeutung in zukünftigen Energiesystemen sowohl in der stationären Energieversorgung als auch in der

Elektromobilität kontinuierlich zunimmt. Die Aktivitäten reichen von Zelldesign, Herstellungsverfahren und Diagnostik bis hin zur Systemoptimierung und Demonstration. Sie spiegeln sich in von der EU, von nationalen Ministerien (BMW, BMBF, BMV) geförderten Projekten oder in Industrieprojekten wider. Ein Beispiel dafür ist das EU-Interreg-Projekt „FCCP“, bei dem, basierend auf Lastenfahrrädern, neue lokale Logistikkonzepte in unterschiedlichen Regionen erprobt und in die urbanen Lieferketten integriert werden. Hierbei wird die „Zustellung auf der letzten Meile“ mittels 50 Brennstoffzellen-Lastenfahrrädern in fünf europäischen Städten – darunter Stuttgart – erprobt. Die am DLR entwickelte modernste Brennstoffzellentechnologie wird an Lastenfahrräder angepasst, um die Nachteile der Batterien (kurze Betriebszeiten, Leistungseinbußen im Winter) zu mildern. Ein weiteres Vorteil der Hybridisierung ist die Möglichkeit der getrennten Anpassung von Leistung und Kapazität an die jeweiligen Bedürfnisse.

Ein weiteres Verbundvorhaben, die Elektromobilität betreffend, ist das vom BMVBS und BMV geförderte Projekt „Pa-x-ell 2“, mit dem eine Steigerung der Leistungs-, bzw. Energiedichte von Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen (HT-PEFC) für die Bordstromversorgung auf Schiffen erreicht werden soll. Partner darin sind u. a. das Schiffbauunternehmen Meyer Werft und die Lürssen Werft.

Von zunehmend höherer Wichtigkeit für die Effizienz von elektrochemischen Energiewandlern sind die dort verwendeten Materialien. Insbesondere Schichten aus Nanomaterialien erlangen eine wachsende Bedeutung. Dem trägt das DLR in Form der Ausgründung „Cen-Mat“ Rechnung, für die zusätzliche Mittel aus dem Helmholtz Enterprise Fonds bereitgestellt wurden. Hiermit wird angestrebt, die vom DLR entwickelte und durch Patente oder Patentanmeldungen geschützte Syntheseroute zur Herstellung von Nanomaterialien auf den Markt zu bringen.

### Computergestützte Elektrochemie

Die Forschungsaktivitäten zur computergestützten Elektrochemie haben grundlegenden Charakter und zielen auf die Schaffung einer digitalisierten Entwicklung und Optimierung von Batterien und Brennstoffzellen für unterschiedliche Anwendungen ab. Elektrische Energiequellen und Speichermedien für elektromobile Anwendungen der

Zukunft müssen spezifisch für das jeweilige Anforderungsprofil optimiert werden, um die delikate Balance zwischen Leistungs- und Energiedichte bei Einhaltung von Sicherheitsstandards und Anforderungen an die Langlebigkeit zu gewährleisten. Für diese Optimierungsaufgaben sind zuverlässige Softwaretools, die auf validierten elektrochemisch-physikalischen Modellen beruhen, unerlässlich. Alterung und Degradation entstehen auf Elektrodenoberfläche und werden sowohl von den Elektrodenstrukturen auf mikroskopischer Skala wie durch das Zelldesign beeinflusst. Dementsprechend entwickeln die DLR-Wissenschaftler sowohl komplexe mikrostrukturbasierte Modelle zur Simulation von Alterungsmechanismen und Leistungsbeschränkungen auf der Elektrodenoberfläche als auch räumlich und zeitlich aufgelöste Zellmodelle zur Optimierung des Zelldesigns.

Das so entwickelte einzigartige Know-how in der Beschreibung und Simulation elektrochemisch-physikalischer Prozesse von der Nanometerskala bis zur Zellebene wird auf Lithium-Ionen-Batterien genauso angewendet wie auf Batterien der nächsten Generation (Lithium-Schwefel-, Magnesium-Schwefel-, reversible Zink-Luft-Batterie) und Brennstoffzellen für mobile Anwendungen (Niedertemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle).

Die Abteilung „Computergestützte Elektrochemie“ des DLR Instituts für Technische Thermodynamik ist voll integriert in das Helmholtz-Institut Ulm für elektrochemische Energiespeicher. Es entwickelt sein Know-how sowohl mit DLR-internen Projekten (gefördert durch die Helmholtz-Gemeinschaft) als auch mit durch Drittmittel geförderten Projekten (EU, BMBF, BMWi, DFG) in Kooperation mit vielen nationalen und internationalen Partnern weiter.

## **Anlagen- und gerätetechnische Ausstattung**

- HY4: Entwicklungsplattform für brennstoffzellenbetriebene Flugzeuge
- Testanlagen für spezielle Qualifizierungen und Komponentenprüfungen für die Themenfelder Wärmespeicher, Brennstoffzellen, Batterien und Elektrolyse
- Teststände für Batterien im mW- bis kW-Bereich mit Klimakammer und Impedanzanalyse
- Anlagen zum thermischen, trockenen und nasschemischen Herstellen von Funktionsschichten (Plasmaspritzen, Trockenpulverbeschichten, Siebdruck, Foliengießen, Kolloidalsprühen)
- 50-kW-PEM-Elektrolyseur als Testplattform (Stuttgart-Talstraße)
- Teststand für die alkalische Wasserelektrolyse
- Teststand für SOFC-Druckaufladung bis 8 bar und 1.000 °C
- Hybridkraftwerk als Kombination aus Gasturbine und SOFC im Bereich bis zu mehreren 100 kW
- Teststände für ortsaufgelöste Messungen von SOC und PEMC mit segmentierten Zellen und Impedanzspektroskopie
- Analytische Einrichtungen zur elektrochemischen, strukturellen und oberflächenphysikalischen Charakterisierung (REM, in situ und ex situ XRD, Raman-spektrometer, XPS, FTIR-Spektrometer, adiabatisches Reaktionskalorimeter)
- Software zur Multiskalen-Modellierung
- HOTREG: Testbett zur Untersuchung von Regeneratorspeichern
- TESIS: Versuchsspeicher und Teststrecke für Komponenten und Messtechnik für das Medium Flüssigsalz

## **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Politik

## 095 Europäisches Institut für Energieforschung (EIFER)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Emmy-Noether-Straße 11<br>76131 Karlsruhe  |
| Telefon  | + 49 721 61051330  |
| Fax      | + 49 721 61051332  |
| Homepage | <a href="http://www.eifer.kit.edu">www.eifer.kit.edu</a>   |
| Leitung  | Pascal Terrien   |
| Kontakt  | Isabell Bippes   |
| Telefon  | +49 721 61051489   |
| Mail     | <a href="mailto:isabell.bippes@eifer.uni-karlsruhe.de">isabell.bippes@eifer.uni-karlsruhe.de</a> |

### Kurzinfo

EIFER Europäisches Institut für Energieforschung EDF-KIT EWIV ist eine Europäische Wirtschaftliche Interessenvereinigung, die 2001 gegründet wurde. Gleichberechtigte Mitglieder sind der französische Energieversorger EDF und das Karlsruher Institut für Technologie, die durch EIFER ihre wissenschaftliche Zusammenarbeit und die Kooperation mit weiteren Partnern aus Forschung, Verwaltung und Industrie insbesondere durch gemeinsame Forschungsprojekte ausbauen. Forschungsschwerpunkte des Instituts umfassen die Entwicklung von Lösungen für eine nachhaltige Stadtentwicklung und für lokale Energiesysteme sowie die Analyse von Trends und Wechselwirkungen innerhalb von Energiesystemen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### „Low Carbon Hydrogen Systems“

Das Institut befasst sich in Hinblick auf Mobilität mit den Themen Elektrolyse und Wasserstoffanwendungen seit über 15 Jahren. Die Arbeitsgruppe „Low Carbon Hydrogen Systems“ ist in deutsche, französische und europäische Projekte involviert. Diese Forschungs- und Demonstrationsprojekte umfassen die Entwicklung und die Charakterisierung innovativer Materialien insbesondere für Hochtemperaturelektrolyse und Brennstoffzellen sowie die Systemintegration von marktnahen Bauteilen für die Wasserstoffinfrastruktur in enger Zusammenarbeit mit den Schlüsselakteuren des Sektors. Das Verhalten unter realen Bedingungen der in Betrieb genommenen Systeme wird dazu mittels Anlagen-Monitoring systematisch analysiert und bewertet.

### Ausstattung/Einrichtungen

- ENERMAT PLATTFORM (Materialien und Zellen für Energie – Synthese, Verarbeitung, Herstellung, Charakterisierung)
- EIFER/ICT LAB (Hochtemperatur-Elektrochemie, Labor für Brennstoffzellen und Elektrolyseanwendungen)
- FCTESTLAB (brennstoffbasierte individuelle Heiz- und/oder Energiesysteme)

### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände

## 096 Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie (fem)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Katharinenstraße 17<br>73525 Schwäbisch Gmünd                      |
| Telefon  | +49 7171 1006-0  |
| Fax      | +49 7171 1006-900  |
| Homepage | <a href="http://www.fem-online.de">www.fem-online.de</a>           |
| Leitung  | Dr. Andreas Zielonka   |
| Kontakt  | Dr. Andreas Zielonka   |
| Telefon  | +49 7171 1006-100  |
| Mail     | <a href="mailto:zielonka@fem-online.de">zielonka@fem-online.de</a> |

### Kurzinfo

Das Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie (fem) ist seit 1922 das weltweit einzige unabhängige Institut für Edelmetallforschung. Das Institut forscht in den Gebieten der Materialwissenschaft und Oberflächentechnik an der Entwicklung zukunftsweisender Lösungen für die industrielle Anwendung. Im Bereich der Mobilität konzentriert sich die Entwicklung auf die Materialien und Oberflächen für Batterie- und Brennstoffzellensysteme, Kontaktwerkstoffe für die Energieübertragung sowie das Thema Leichtmetalloberflächen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Batteriesysteme und Brennstoffzellen

Energiespeicherung und Energiewandlung gehören seit vielen Jahren zu den Forschungsfeldern am fem. Die Forschung konzentriert sich auf Komponenten wie z. B. Elektroden- und Katalysatoroberflächen für neuartige Batterie- und Brennstoffzellensysteme. Aktuell wird an Lithium-Schwefel-Akkumulatoren als mögliche Nachfolger für Lithium-Ionen-Batterien und an neuen Konzepten für Brennstoffzellen geforscht. Im Fokus stehen neue Katalysatorlegierungen, elektrochemische und PVD-Beschichtungen für Stromverteiler und Bipolarplatten.

#### Kontaktwerkstoffe für die Energieübertragung

Kontaktwerkstoffe spielen im Rahmen der erneuerbaren Energien eine wichtige Rolle bei der Übertragung und Regelung von Energie. Am fem werden neue Werkstoffe wie z. B. höherfeste und hochleitfähige Cu-Legierungen entwickelt und ihre mechanischen Eigenschaften charakterisiert.

### Leichtbau

Die Oberflächenbehandlung von Leichtmetallen wird am fem seit mehr als vier Jahrzehnten erforscht. Entwickelt werden innovative Prozesse für die Herstellung von neuartigen dekorativen, funktionellen und/oder intelligenten Oberflächen für zukünftige Leichtbauanwendungen.

### Ausstattung/Einrichtungen

- Metallographische Untersuchungen
- Mechanisch-technologische Werkstoff- und Beschichtungsprüfungen
- Elektrochemische Prozess- und Materialcharakterisierung
- Charakterisierungs- und Analysemethoden zur Untersuchung von metallischen Überzügen bis hin zu organischen Beschichtungen
- Technikum für die nasschemische Vorbehandlung, Anodisation und organische Beschichtung von Leichtmetallen
- Bewitterungs-, Korrosions-, Korrosionsklimawechsel- und Klimawechselprüfgeräte
- Teststände für Batterie- und Brennstoffzellensysteme
- Inertgastechnik für die Entwicklung und Charakterisierung von Batteriekomponenten und galvanischen Lithium-Oberflächen
- 3D-Röntgen-Computertomographie (CT)
- Hochauflösende Feldemissions-Rasterelektronenmikroskopie (FE-REM) mit Focused Ion Beam (FIB)

### Zielgruppen

Alle Branchen im Bereich der Material- und Oberflächentechnik

Automobil- und Automobilzulieferindustrie

Maschinenbau

Elektrotechnik, Elektronik

Luft- und Raumfahrt

## 097 Forschungsinstitut für Krafffahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Pfaffenwaldring 12<br>70569 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-65888   |
| Fax      | +49 711 685-65710   |
| Homepage | <a href="http://www.fkfs.de">www.fkfs.de</a>  |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. M. Bargende<br>(Fahrzeugantriebe)<br>Prof. Dr.-Ing. H.-C. Reuss<br>(Kraftfahrzeugmechatronik)<br>Prof. Dr.-Ing. J. Wiedemann<br>(Krafffahrwesen) |
| Kontakt  | Susanne Jenisch   |
| Telefon  | +49 711 685-65612   |
| Mail     | <a href="mailto:susanne.jenisch@fkfs.de">susanne.jenisch@fkfs.de</a>  |

### Kurzinfo

Das Forschungsinstitut für Krafffahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart FKFS ist eine Stiftung bürgerlichen Rechts und wurde 1930 gegründet. Mit etwa 180 Mitarbeitern erbringt das unabhängige, nicht grundfinanzierte Institut Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen auf Systemebene für die internationale Automobilindustrie. Gleichzeitig arbeitet das FKFS auf der Grundlage eines Kooperationsvertrages eng mit dem Institut für Verbrennungsmotoren und Krafffahrwesen IVK der Universität Stuttgart zusammen. Damit nimmt es eine Brückenfunktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ein und agiert als Träger des Technologietransfers. Mit seiner herausragenden Infrastruktur und seiner Interdisziplinarität ist das Institut bestens gerüstet für die Herausforderungen zukünftiger Mobilität.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Schwerpunkt Krafffahrwesen

Die Entwicklung der Mobilität von morgen ist geprägt durch interdisziplinäre Arbeits- und Denkweisen. Das Krafffahrwesen begegnet den vielfältigen Zukunftsthemen durch Fachexpertise und Gesamtsystemverständnis, gesamtheitliche Lösungsansätze sowie der Fusion des digitalen Entwicklungsprozesses mit innovativen Testmethoden.

Im Bereich Fahrzeugaerodynamik und Thermomanagement steht die Quantifizierung und Optimierung der aerodynamischen Eigenschaften in Wechselwirkung mit den

thermischen, gesamtenergetischen, funktionalen und optischen Eigenschaften des Fahrzeugs im Vordergrund. Themen der Um- und Durchströmung von Fahrzeugen und Komponenten werden u. a. ergänzt durch Untersuchungen zur Verschmutzung, zur Kühlsystemauslegung, zur thermischen Bauteilabsicherung und zum Innenraumkomfort.

Detaillierte Untersuchungen zur akustischen Optimierung werden im Bereich Fahrzeugakustik und -schwingungen durchgeführt. Die Analyse sowohl der Geräusche der Umströmung, des Antriebsstrangs und der Nebenaggregate als auch derjenigen resultierend aus dem Reifen-Fahrbahn-Kontakt ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung der akustischen Eigenschaften. Hierzu finden auch Prüfstands- und Methodenentwicklung sowie die Untersuchung des Schwingungskomforts statt.

Im Bereich Fahrzeugtechnik und Fahrdynamik werden Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Fahrzeugdynamik, Fahrsicherheit und Energieeffizienz des Gesamtfahrzeugs vorgenommen. Neben der detaillierten Betrachtung der dynamischen Wechselwirkungen von Reifen- und Gesamtfahrzeugeigenschaften steht die Eigenschaftsgestaltung und –bewertung unter Einbeziehung aktiver Systeme und des menschlichen Empfindens und Verhaltens im Vordergrund.

#### Schwerpunkt Kraftfahrzeugmechatronik

Die Komplexität der Elektronik in modernen Kraftfahrzeugen verlangt es, Fahrzeuge als ganzheitlich vernetztes System mechatronischer Aggregate zu betrachten, die Informationen und Energie übertragen und umwandeln. Das Arbeitsgebiet Elektronik befasst sich mit Themen rund um die Elektromobilität, der On- und Off-Board-Diagnose sowie der Architektur und Kommunikation in Theorie und Praxis. Schwerpunkte der Expertengruppe Software liegen auf der Simulation und prototypischen Umsetzung von Softwarefunktionen für mechatronische Kfz-Systeme. Im Fokus stehen die Steuerung und Regelung konventioneller, hybrider und elektrischer Antriebssysteme sowie vorausschauende Fahrerassistenzsysteme. Hinzu

kommen neue Testverfahren für mechatronische Systeme im kundenrelevanten Fahrbetrieb, im Fahrsimulator und am Prüfstand. Im Bereich Mobilität wird das automatisierte und vernetzte Fahren thematisiert, mit den Schwerpunkten Fahrzeugsicherheit und –architekturen. Weiten Raum nehmen die intermodale Mobilität sowie das Verhalten von Verbrauchs- und Schadstoffemissionen bei verschiedenen Verkehrsszenarien und -flüssen ein.

#### Schwerpunkt Fahrzeugantriebe

Der Bereich Fahrzeugantriebe ist spezialisiert auf die Verbrauchsminderung, die Schadstoffreduzierung, die Motorakustik, die Entwicklung von Motorkomponenten und das Zusammenspiel verbrennungsmotorischer und elektrischer Antriebe. Neben experimentellen Untersuchungen werden modernste Berechnungsverfahren für thermodynamische und mehrdimensionale strömungstechnische Vorgänge eingesetzt. Darüber hinaus beschäftigt sich dieser Bereich mit zukünftigen alternativen Antriebskonzepten, wobei hier der Fokus besonders auf der Steuerung und Regelung sowie der Betriebsstrategieauslegung von konventionellen, hybriden und Brennstoffzellenantrieben liegt. Von Auslegungsrechnungen künftiger auch elektrifizierter Antriebskonzepte über die experimentelle Untersuchung an 1-Zylinder-Aggregaten, die Durchführung von Basis-Applikationen auf Vollmotorenprüfständen und der Hardware-in-the-Loop-Optimierung auf einem Hybridprüfstand bis hin zu Fahrbarkeitsabstimmungen in Fahrzeugen erstreckt sich das Dienstleistungsspektrum des Bereiches. Vorrangiges Ziel des Arbeitsbereiches Thermodynamik und Brennverfahren ist sowohl die Weiterentwicklung konventioneller Brennverfahren für Otto- und Dieselmotoren als auch die Darstellung alternativer Brennverfahren (HCCI, CAI, Mehrtaktverfahren), einschließlich der effizienten Nutzung der Elektrifizierung. Einen besonderen Schwerpunkt stellt hierbei auch die Verbrennung alternativer Kraftstoffe (synthetische Kraftstoffe, BTL, CNG, CHG, LPG) dar. Im Arbeitsgebiet Abgasanalytik und Entwicklungstools werden sowohl vielfältige Dienstleistungen zur Entwicklung verbrauchs- und emissionsarmer Motoren für Pkw und Nutzfahrzeuge als auch die Erforschung neuer Abgasnachbehandlungsverfahren angeboten. Zudem wird im Bereich der Simulation, durch die intelligente Verknüpfung von 1D- und 3D-

CFD-Tools, wertvolle Unterstützung bei der virtuellen Entwicklung und Analyse unterschiedlichster Motorkonzepte für Serien- und Motorsport-Applikationen sowie für die Forschung erreicht. Das Gebiet Motorakustik und -mechanik legt seinen Schwerpunkt auf die innermotorischen Vorgänge (Verbrennung und Mechanik) im Hinblick auf Geräusch- und Schwingungsverhalten sowie Tribologie. Aber auch die Optimierung des Geräusch- sowie des mechanischen und thermischen Verhaltens von Elektromotoren nimmt immer größeren Raum ein. Das Arbeitsgebiet 0D/1D-Simulation konzentriert sich z. B. auf die Visualisierung von Verbrennungsentwicklung und -analyse oder Emissionsprognosen. Beispielhaft ist auch die lizenzierte FKFS-Entwicklung des UserCylinder. Er bietet detailliertere und schnellere Vorhersagen zu den Vorgängen im Brennraum.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

Die Auflistung der Prüfstände umfasst auch universitäre Prüfstände, die das FKFS im Auftrag der Universität Stuttgart betreibt sowie im Rahmen von Kooperationsabkommen nutzen kann.

### Antriebsstrang

- Motorenprüfstände

Das Motorenprüffeld umfasst zurzeit 19 Motorenprüfstände, einen Prüfstand ausschließlich für Schleppebetrieb sowie einige Komponentenprüfstände.

Das Leistungsspektrum reicht von einem Kleinmotorenprüfstand mit 12 kW und 30.000 min<sup>-1</sup> bis zu einem Nfz-Motorenprüfstand mit 700 kW und 3.700 min<sup>-1</sup>.

- Hybridprüfstand mit CVS-Anlage und 350-kW-Batteriesimulator (im Aufbau) (IVK)
- Applikationshalle für RDE-Messungen
- Antriebsstrangprüfstand (im Aufbau)
- Prüfstand für elektrische Antriebe (im Aufbau)

### Kraftfahrwesen

- 1:1 Fahrzeugwindkanal (IVK)
- Modellwindkanal (IVK)
- Thermowindkanal
- Cluster für High-Performance-Computing
- Schallmessraum, Reifengeräuschemessanhänger
- Servohydraulischer 4-Stempel-Prüfstand (IVK)
- Forschungs- und Versuchsfahrzeuge
- System- und Komponentenprüfstände, u. a. Batterielabor, Strömungslabor, Thermolabor
- Rapid-Prototyping-Labor
- Fahrzeugdynamikprüfstand (im Aufbau) (IVK)

### Kraftfahrzeugmechatronik/Elektromobilität

- Fahrsimulatoren, u. a. Stuttgarter Fahrsimulator (IVK)
- Multikonfigurationsprüfstand (IVK)
- Forschungs- und Versuchsfahrzeuge
- Forschungsstation

## **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschulen, Verbände

## 098 Forschungszentrum Informatik (FZI)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Haid-und-Neu-Straße 5a<br>76131 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 9654-0   |
| Fax      |  |
| Homepage | <a href="http://www.fzi.de">www.fzi.de</a>   |
| Leitung  | Jan Wiesenberger<br>Prof. Dr. Andreas Oberweis<br>Prof. Dr.-Ing. J. Marius Zöllner |
| Kontakt  | Jan Wiesenberger<br>Prof. Dr. Andreas Oberweis<br>Prof. Dr.-Ing. J. Marius Zöllner |
| Telefon  | +49 721 9654-0   |
| Mail     | <a href="mailto:fzi@fzi.de">fzi@fzi.de</a>   |

### Kurzinfo

Das FZI Forschungszentrum Informatik ist eine gemeinnützige Einrichtung für Informatik-Anwendungsforschung und Technologietransfer. Es bringt die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse der Informationstechnologie in Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen und qualifiziert junge Menschen für eine akademische und wirtschaftliche Karriere oder den Sprung in die Selbstständigkeit.

Geführt von Professoren verschiedener Fakultäten entwickeln die Forschungsgruppen an der gemeinnützigen Stiftung des bürgerlichen Rechts interdisziplinär für ihre Auftraggeber Konzepte, Software-, Hardware- und Systemlösungen und setzen die gefundenen Lösungen prototypisch um.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Am FZI widmen sich in ihren Forschungsbereichen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler insgesamt sieben Anwendungsfeldern:

- Mobilität
- Automation und Robotik
- Energie
- Gesundheitswesen
- Produktion und Logistik
- Software-Entwicklung
- Wissen und Informationsdienste

Die Mobilitätsforschung am FZI adressiert ein umfassendes Portfolio: von Mobilitätsdiensten über Technologien zum sicheren automatisierten Fahren bis hin zu rechtlichen Aspekten. Dabei werden neue Handlungsfelder wie die Mobilität im ländlichen Raum und der Einsatz und die Absicherung von lernenden Verfahren

und KI-basierten Mobilitätssystemen erschlossen. Auch ressourcen- sowie energieeffiziente Mobilitätskonzepte, Ladeinfrastrukturen und neue Lösungen im Bereich des Energiemanagements werden am FZI erforscht.

Im Forschungsfeld „Sichere und Intelligente Fahrzeuge“ werden Konzepte und Funktionen für intelligente Fahrzeuge und deren funktionale Sicherheit erforscht, entwickelt und evaluiert. Hierzu gehören auch autonome Fahrfunktionen im Überland- und Innenstadtbereich.

Durch den Aufbau des Testfelds Autonomes Fahren Baden-Württemberg unterstützt das FZI Partner, um zukunftsorientierte Technologien und Dienstleistungen rund um das vernetzte und automatisierte Fahren im alltäglichen Straßenverkehr zu erproben.

Durch den erfolgreichen Betrieb automatisierter Fahrzeuge im Mischverkehr rückt am FZI die Betrachtung der Kooperation zwischen automatisierten und nicht automatisierten Verkehrsteilnehmern, zum Beispiel Fußgängern, immer stärker in den Fokus der Forschung. In den letzten Jahren nutzte das FZI lernende Verfahren verstärkt im Bereich des automatisierten Fahrens. Neben dem Einsatz zur Wahrnehmung finden sie erste Anwendung bei der probabilistischen Trajektorienplanung. Dabei wurden am FZI Verfahren zur Kompensation einer unvollständigen und teilweise fehlerhaften Wahrnehmung erforscht. Die Sensorfusion und damit die Zusammenführung von Informationen unterschiedlicher Sensoren bei der Anwendung lernender Algorithmen zur Umfelderkennung und Situationsprädiktion stellt die Entwicklung zukünftiger Systeme vor neue Herausforderungen.

Im Bereich der Elektromobilität werden Konzepte und Funktionen für Mobilität im Bereich elektrisch betriebener Fahrzeuge erforscht, entwickelt und evaluiert, wie beispielsweise Verfahren zur Reichweitenoptimierung, Zukunftskonzepte vernetzter Mobilität sowie die Einbindung zukünftiger Elektromobilitätskonzepte in die Verkehrs- und Energieinfrastruktur.

Als Vorreiter bei Elektromobilität und automatisiertem Fahren sucht das FZI durch Aktivitäten im Spitzencluster Elektromobilität Süd-West,

die Teilnahme an der AG Intelligent Move der Landesregierung und an der Ideenschmiede Digitale Mobilität des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg sowie in zahlreichen bilateralen Projekten den Schulterschluss mit Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft, um politische Programme mitzugestalten und die Forschung an den sich abzeichnenden Bedarfen auszurichten.

Im Forschungsfeld „Eingebettete Systeme und Embedded Security“ beziehen sich die Aktivitäten auf die Weiterentwicklung von Werkzeugen zur Modellierung und Bewertung von Elektrik/Elektronik-Architekturen sowie auf den Umgang und die Bewertung der funktionalen Sicherheit in frühen Phasen des Entwicklungslebenszyklus mit Modellierungs- und Analysemethoden.

Es werden große Mengen von im Fahrzeug aufgezeichneten Sensordaten benötigt, die mit zusätzlichen Informationen wie Szenarienbeschreibungen, Objektklassen und -positionen sowie Fahrverhalten angereichert werden. Die dabei anfallenden Datenmengen führen die klassischen Verfahren zur Funktionsentwicklung und -absicherung an ihre Grenzen. Das FZI passt Analyseverfahren aus dem Bereich Data Analytics für dieses neue Anwendungsfeld an.

Auch die Validierung und Verifikation automatisierter Mobilitätssysteme, die auf künstlicher Intelligenz beruhen, ist zunehmend von großem Interesse. Es wird nicht mehr möglich sein, dass bei einem selbstlernenden System gegen die klassischen Freigabeanforderungen getestet wird. Diesem Paradigmenwechsel zollt die Forschung am FZI dadurch Tribut, dass Verfahren des Wissensmanagements, der Anomalie-Erkennung und des Selbstlernens zunehmend in die Fahrzeug-Forschung übertragen werden. Am FZI werden zudem neue Ansätze zum unterstützten Entwurf und zur Qualifikation dieser Systeme erforscht. Dies wird ergänzt durch Arbeiten zur automatisierten Generierung benötigter Zusatzinformationen und zur strukturierten, indizierten und datenschutzkonformen Speicherung und Weitergabe der Daten. Langfristig will das FZI neben den technischen Herausforderungen aufzeigen, welche rechtlichen Hürden in Zusammenhang mit der Car-to-X-Kommunikation auftreten. Darüber hinaus wird

das FZI evaluieren, wie die fahrzeugbezogene Innenraumüberwachung datenschutzkonform gestaltet werden kann.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Mit dem FZI House of Living Labs steht branchen- und anwendungsfeldübergreifend mit über 2.000 m<sup>2</sup> eine einzigartige Forschungsumgebung zur Verfügung. Hier integriert das FZI Forschungszentrum Informatik mitten in der IT-Region Karlsruhe alle FZI Living Labs unter einem Dach und bietet eine moderne Infrastruktur zur Entwicklung, Evaluation und Präsentation zukunftsweisender Technologien.

Das FZI House of Living Labs umfasst:

- FZI Living Lab Automotive
- FZI Living Lab smartAutomation
- FZI Living Lab smartEnergy
- FZI Living Lab smartHome/Ambient Assisted Living (AAL)
- FZI Living Lab Software Innovations
- FZI Living Lab smartMobility
- FZI Living Lab Service Robotics
- FZI Living Lab smartSecurity

Darüber hinaus geben circa 200 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vor allem aus Informatik, Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftswissenschaften gemeinsam ihr Know-how weiter und unterstützen unsere Projektpartner methodisch, pragmatisch und mit den neuesten wissenschaftlichen Aspekten ihrer Fachrichtungen.

Das FZI ist außerdem akkreditiertes Kompetenzzentrum und Testlabor für den Kommunikationsstandard PROFIBUS und bietet mit dem Kompetenzzentrum IT-Sicherheit Lösungskompetenz in Fragen der IT-Sicherheit für den Mittelstand in Baden-Württemberg. Am Kompetenzzentrum IT-Sicherheit werden Sicherheitstechnologien erforscht, die einfach verständlich, leicht anwendbar und vermittelbar sind.

Alle Bereiche des FZI sind nach DIN EN ISO 9001:2015 zertifiziert.

### **Zielgruppen**

Kleine und mittelständische Unternehmen, Konzerne, Forschungseinrichtungen und Hochschulen, Einrichtungen des Bundes und der Länder, Verbände

## 099 Forschungszentrum Informatik (FZI), Living Lab Automotive

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Haid-und-Neu-Straße 5a<br>76131 Karlsruhe                   |
| Telefon  | +49 721 9654-0  |
| Fax      |   |
| Homepage | <a href="https://url.fzi.de/lla">https://url.fzi.de/lla</a> |
| Leitung  | Marc Zofka  |
| Kontakt  | Marc Zofka  |
| Telefon  | +49 721 9654-366  |
| Mail     | <a href="mailto:zofka@fzi.de">zofka@fzi.de</a>              |

### Kurzinfo

Im FZI Living Lab Automotive werden in Kooperation mit FZI-Partnern Hardware- und Software-Komponenten für Fahrzeuge kommender Generationen erforscht, entwickelt und evaluiert. Mit der vielseitigen Ausstattung des Labors kann sich das FZI Living Lab Automotive wirkungsvoll an der weiter fortschreitenden technischen Entwicklung im Automobilbereich für die passive und aktive Unterstützung des Fahrers beteiligen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Am FZI Living Lab Automotive stehen die Entwicklung geeigneter Methoden, Architekturen und Algorithmen zur Analyse und Prädiktion von Benutzerintention, Fahrzeugumfeld und Fahrsituation, zur Planung von Manövern und Trajektorien sowie zum maschinellen Lernen von Umfeldwahrnehmung und Fahrverhalten im Vordergrund. Ziel ist auch die durchgängige Verifikation, Validierung und Erprobung der entwickelten Algorithmen und Methoden mittels Simulationen sowie die prototypische Umsetzung von Anwendungen in Testfahrzeugen gemeinsam mit Partnern.

Anwendungsfelder liegen nicht nur im Bereich des Individualverkehrs, sondern auch im Car-Sharing, als Zubringer zum ÖPNV, im Logistikbereich sowie bei kommunalen Nutzfahrzeugen wie Mäh- und Kehrmaschinen. Dabei erstrecken sich die Szenarien vom automatischen Parken und Laden z. B. für Elektrofahrzeuge über Anwendungen im städtischen Umfeld bis hin zu Fahrten auf Landstraßen und Autobahnen.

Forschungsthemen im FZI Living Lab

Automotive sind u. a.:

- durchgängige Verifikation, Validierung und Erprobung entwickelter Algorithmen und Methoden mittels realistischer Simulationen bis hin zur prototypischen Umsetzung gemeinsam mit Partnern in instrumentierten Testfahrzeugen
- Entwicklung komplexer Anwendungen zur Unterstützung von energieeffizientem Fahren sowie flexibler und sicherer Kontrollabgabe/-übernahme zwischen Fahrer und Fahrzeug, um z. B. dem Fahrzeug die Steuerung zu übergeben, vergleichbar mit einem Autopiloten im Flugzeug
- Fahreradaptation, Reichweitenprognose sowie Funktionen und Architekturen für Fahr- und Betriebsstrategien
- Portierung entwickelter Funktionen auf Elektrofahrzeuge, um das autonome Fahren für den Bereich der Elektromobilität umzusetzen, wodurch zum Beispiel Manöver für autonomes Parken und Laden ermöglicht werden

### Ausstattung/Einrichtungen

Im FZI Living Lab Automotive stehen Entwurfs- und Verifikations-Software sowie Hardware für eine durchgängige Erprobung von Algorithmen zur Verfügung. Es ist ausgestattet mit verschiedenen Simulationsumgebungen von der Verkehrs- bis hin zur Fahrdynamiksimulation sowie einem Fahrsimulator mit integriertem Cockpit und einer 240°-Panoramaprojektion. Hier werden im virtuellen Fahrversuch neue Algorithmen und Hardware sicher und frühzeitig getestet und evaluiert.

Auf drei Testfahrzeugen mit unterschiedlichen flexiblen und teils redundanten Sensor-Setups werden nach erfolgreichem Testverlauf im Simulationsstand die entwickelten Verfahren in der Praxis evaluiert.

### Zielgruppen

Kleine und mittelständische Unternehmen, Konzerne, Forschungseinrichtungen und Hochschulen, Einrichtungen des Bundes und der Länder, Verbände

## 100 Forschungszentrum Informatik (FZI), Living Lab smartEnergy

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Haid-und-Neu-Straße 5a<br>76131 Karlsruhe                     |
| Telefon  | +49 721 9654-0  |
| Fax      |   |
| Homepage | <a href="https://url.fzi.de/LLsE">https://url.fzi.de/LLsE</a> |
| Leitung  | Manuel Lösch  |
| Kontakt  | Manuel Lösch  |
| Telefon  | +49 721 9654-564  |
| Mail     | <a href="mailto:loesch@fzi.de">loesch@fzi.de</a>              |

### Kurzinfo

Das FZI Living Lab smartEnergy stellt eine interdisziplinäre Forschungsumgebung zur Entwicklung von Lösungen für das Energiesystem der Zukunft zur Verfügung. Das gesamte FZI House of Living Labs wurde mit moderner Technologie zur Bereitstellung, Speicherung sowie zur flexibilisierten Nutzung von thermischer und elektrischer Energie ausgestattet. Dadurch können die entwickelten Verfahren im FZI Living Lab smartEnergy praxisnah evaluiert und demonstriert werden.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Im FZI Living Lab smartEnergy erarbeitet das FZI IKT-basierte Lösungen für die effiziente Steuerung von Energieflüssen innerhalb von Gebäuden basierend auf Freiheitsgraden von Energieverbrauchern und -erzeugern. Dazu werden praxisnah Methoden, Verfahren sowie infrastrukturelle Komponenten für Energiemanagementsysteme in Gebäuden evaluiert und entwickelt. Weiterer Fokus ist die Integration geeigneter Schnittstellen innerhalb von Gebäuden und zwischen Gebäuden und dem zukünftigen Smart Grid, um einen essentiellen Beitrag für die Stabilität und die Zuverlässigkeit des zukünftigen Energiesystems zu leisten.

An der Schnittstelle zwischen Informatik und Energie forscht das FZI u. a. zu:

- intelligenter Vernetzung verschiedener Komponenten in einem Gebäude durch Informations- und Kommunikationstechnologien mit dem Ziel eines effizienten Energiemanagements.
- Erfassung und Aggregation von Informationen über den aktuellen Bedarf an elektrischer und thermischer Energie im Gebäude, über die Verfügbarkeit regenerativer Energien im Stromnetz, über die dezentrale Bereitstellung sowie über zeit-

und lastvariable Tarife zur effizienten Steuerung der Energieflüsse.

- Konzeption und Entwicklung von Energiemanagementsystemen zur Steuerung von Gebäudeinfrastruktur, die interaktiv und ohne wesentliche Beeinträchtigung des Anwenders auf verschiedene Signale bzw. Zustände reagieren kann. Auf diese Weise können Energiebedarf und -bereitstellung durch intelligente Mess- und Steuerungsmechanismen an die Situation im Stromnetz angepasst werden.
- Standardisierung von Geräte- und Netzschnittstellen, Entwicklung von Technologien zur Automatisierung des Lastmanagements, Herleitung effizienter Optimierungsverfahren sowie Konzeption und Umsetzung geeigneter Interaktionschnittstellen zum Nutzer.

### Ausstattung/Einrichtungen

Das FZI Living Lab smartEnergy stellt eine interdisziplinäre Forschungsumgebung zur Entwicklung von Lösungen für das Energiesystem der Zukunft zur Verfügung. Das gesamte FZI House of Living Labs wurde mit moderner Technologie zur dezentralen Bereitstellung, Speicherung und flexibilisierten Nutzung von elektrischer und thermischer Energie ausgestattet.

Die Stromerzeugung im FZI House of Living Labs erfolgt durch dezentrale Erzeuger. Dazu wurde eine Photovoltaikanlage mit Speichersystem sowie moderner Wechselrichtertechnologie installiert. Ein Blockheizkraftwerk stellt zusätzlich zum erzeugten Strom thermische Energie bereit, die im Winter zum Heizen genutzt wird und im Sommer eine Adsorptionskältemaschine antreibt. Über thermische Pufferspeicher lässt sich die Erzeugung vom Verbrauch teilweise entkoppeln. Zur Vernetzung der Systeme werden unter anderem verschiedene Gebäudeautomationssysteme (z. B. KNX, HabiTEQ, wEnergy) eingesetzt.

Haushaltsgeräte, Smart Plugs und Gateways werden auch im FZI Living Lab smart-Home/AAL eingesetzt und um Kommunikationsschnittstellen zur Integration in das Energiemanagement erweitert. Das Energy Management Panel dient zur Visualisierung der Energieflüsse im Gebäude sowie als Interaktionsschnittstelle zwischen dem Energiemanagement und dem Benutzer.

### **Zielgruppen**

Wirtschaft/Industrie, Forschungseinrichtungen und Hochschulen, Einrichtungen des Bundes und der Länder, Verbände

## 101 Forschungszentrum Informatik (FZI), Living Lab smartMobility

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Haid-und-Neu-Straße 5a<br>76131 Karlsruhe                     |
| Telefon  | +49 721 9654-0  |
| Fax      |   |
| Homepage | <a href="https://url.fzi.de/lism">https://url.fzi.de/lism</a> |
| Leitung  | Dr. Alexander Viehl   |
| Kontakt  | Dr. Alexander Viehl   |
| Telefon  | +49 721 9654-414  |
| Mail     | <a href="mailto:viehl@fzi.de">viehl@fzi.de</a>                |

### Kurzinfo

Im FZI Living Lab smartMobility wird an neuen Formen der vernetzten, nachhaltigen und intermodalen Mobilität geforscht, um den Transport von Menschen und Gütern wirtschaftlicher und umweltverträglicher zu gestalten und die Kapazitäten aller Verkehrsträger intelligent zu verbinden. Im Fokus stehen neue Fahrzeuge und effiziente Antriebe sowie Mobilitätskonzepte und -dienstleistungen, die auf eine einfache, durchgängige und intelligente Bereitstellung von Mobilität einerseits und Unterstützung durch mobile Systeme andererseits abzielen. Weiterer Schwerpunkt ist die Integration und Vernetzung unterschiedlicher Verkehrsmittel, insbesondere im Hinblick auf die Einbindung zukünftiger Elektromobilitätskonzepte.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Forschungsarbeiten im FZI Living Lab smartMobility konzentrieren sich auf folgende Themen:

- Erforschung, Erprobung und Demonstration neuartiger Mobilitätslösungen, um die Menschen nahtlos im Alltag zu unterstützen und nachhaltige Mobilität zu gewährleisten. Unter anderem werden am FZI für die Unterstützung der Nutzer von multi- und intermodalen Mobilitätsdienstleistungen intelligente vernetzte Systeme und Plattformen erforscht, die basierend auf individuellen Präferenzen persönliche Empfehlungen aussprechen. Der Schwerpunkt liegt darauf, aus dem Nutzerverhalten individuelle Präferenzen abzuleiten und optimale intermodale Wegeketten und Mobilitätsdienstleistungen zu ermitteln.
- Erforschung, wie künftige Mobilitätssysteme den Menschen als persönliche Navigationshilfe von Tür zu Tür begleiten beziehungsweise transportieren.

- Untersuchungen, wie durch intelligente Ladestrategien unter Berücksichtigung des Netz- und Ladezustands Elektroautos netz- und ressourcenschonend geladen werden können. Ebenso entwickelt das FZI unter Einsatz des FZI Living Lab smartMobility integrierte Mobilitätsdienste, mit denen die Effizienz der verfügbaren Ladeinfrastruktur durch eine Steigerung der Verfügbarkeit und der Auslastung verbessert werden soll.
- Gestaltung des Elektrofahrzeugs der Zukunft durch Einsatz intelligenter IT, so dass sich Komfort und Reichweite nicht von heutigen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren unterscheiden. Dazu werden im Bereich der Elektromobilität Konzepte und Funktionen im Bereich elektrisch betriebener Fahrzeuge erforscht, entwickelt und evaluiert. Hierzu gehören Verfahren zur Reichweitenoptimierung, Zukunftskonzepte vernetzter Mobilität sowie die Einbindung zukünftiger Elektromobilitätskonzepte in die Verkehrs- und Energieinfrastruktur.

### Ausstattung/Einrichtungen

Das FZI Living Lab smartMobility verfügt über ein speziell umgebautes Elektrofahrzeug zu Forschungszwecken am Fahrzeug der nächsten Generation. Es verfügt über innovative Antriebskomponenten, ein umfangreiches, voll zugängliches Energiemanagement der integrierten Energiekreisläufe und erlaubt neuartige Fahr-, Betriebs- und Rekuperationsstrategien.

Weiterhin gibt es im FZI Living Lab smartMobility mehrere Plattformen, wie zum Beispiel kleine und flexible Fahrzeuge, mit denen die Verwirklichung von Elektromobilität im Nahbereich für die persönliche Mobilitätsassistenz untersucht wird. Dadurch ist es möglich, durchgängige Mobilitätsketten bis in den Innenbereich eines Gebäudes zu realisieren.

Zur Ausstattung gehören auch Technologien der Vernetzung und energetischen Einbindung der Fahrzeuge in ein integriertes Smart-Energy-Konzept.

### Zielgruppen

Wirtschaft/Industrie, Forschungseinrichtungen und Hochschulen, Einrichtungen des Bundes und der Länder, Verbände

## 102 Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Mensch und Mobilität/Mensch und Stadt

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Nobelstraße 12<br>70569 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 970-01   |
| Fax      | +49 711 970-01   |
| Homepage | <a href="http://www.iao.fraunhofer.de">www.iao.fraunhofer.de</a>                     |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Prof. e. h. Wilhelm Bauer   |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Prof. e. h. Wilhelm Bauer   |
| Telefon  | +49 711 970-2090   |
| Mail     | <a href="mailto:wilhelm.bauer@iao.fraunhofer.de">wilhelm.bauer@iao.fraunhofer.de</a> |

### Kurzinfo

Nachhaltige Stadtentwicklung, Digitalisierung und Energiewende verändern in den nächsten Jahren nicht nur unsere Städte und unsere Mobilität tiefgreifend, sondern auch die Nutzungsgewohnheiten und Erwartungen der Menschen. Im Bereich der Mobilitäts- und Stadtsystem-Gestaltung am Fraunhofer IAO forschen über 55 Mitarbeiter in interdisziplinären Teams an nutzerspezifischen Bedarfs-, Wertschöpfungs- und Technologiefragestellungen im Rahmen öffentlicher FuE-Projekte und industrieller Auftragsforschung. Die Bandbreite der Forschungsarbeiten reicht von der Konzeption, Entwicklung sowie Pilotierung innovativer Ansätze inklusive Geschäftsmodelle für nachhaltige, lebenswerte und wandlungsfähige Städte, Mobilität, Logistik und Sicherheit von morgen bis hin zur Erforschung von Innovationssystemfragestellungen. Dies umfasst u. a. die Forschungsschwerpunkte Elektromobilität, Fahrzeugdigitalisierung, nachhaltige Mobilitätskonzepte und -infrastrukturen, aber auch Modellierung des Nutzerverhaltens, urbane Entwicklung und Logistik und resiliente Infrastrukturen.

Das Fraunhofer IAO kooperiert eng mit dem Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Fahrzeugelektrifizierung und -digitalisierung

Im Mittelpunkt stehen Markt-, Technologie- und Wertschöpfungsanalysen der zentralen automobilen Innovationsfelder wie Fahrzeugautomatisierung, -vernetzung, -elektrifizierung und das Sharing von Mobilitätsressourcen. Aktuelle Vorhaben umfassen beispielsweise

die Einführung von Elektrofahrzeugen in Fahrzeugflotten, die Identifikation und Bewertung von Servicepotenzialen im Bereich des automatisierten Fahrens und die Entwicklung neuartiger Interaktionsprinzipien zwischen automatisierten Fahrzeugen und weiteren Verkehrsteilnehmern.

#### Nachhaltige Mobilitätskonzepte

Eine nutzerorientierte, nachhaltige Mobilität sowie eine gute Erreichbarkeit gelten für Kommunen und Regionen als wichtiger Standortfaktor im Wettbewerb um Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen und deren Beschäftigte sowie Touristen. Um eine Entwicklung im Sinne des Nachhaltigkeitsleitbildes im Handlungsfeld Mobilität voranzutreiben, gilt eine strategische, integrierte Herangehensweise als geeigneter Ansatz.

In diesem Bereich entwickelt das Institut Konzepte und Strategien für eine Transformation der Mobilität durch die Einbeziehung von Elektromobilität, autonomem Fahren, Digitalisierung, dem Trend zu Fahrzeug-Sharing und Intermodalität. Dies umfasst neben Analysen der ökonomischen und ökologischen Potenziale und der Analyse von Märkten und Trends auch die Entwicklung belastbarer Geschäftsmodelle und Handlungsempfehlungen für die Akteure wie Städte und Gemeinden.

#### Energie und Ladeinfrastruktur

Es werden Konzepte für den Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur und übergeordneten Energiesystemen entwickelt und unter realen Testbedingungen erprobt. Am Institutszentrum Stuttgart wurde hierzu ein Micro Smart Grid aufgebaut, mit dem Ziel, lokale erneuerbare Energiequellen für das Laden von Elektrofahrzeugen zu nutzen und gleichzeitig ein lokales Energiemanagement aufzubauen und zu optimieren. Hier können Einzelkomponenten von Projektpartnern im Gesamtsystem getestet und optimale Betriebsstrategien für Erzeuger, Speicher und Verbraucher entwickelt, simuliert und implementiert werden. Ein weiterer Themenschwerpunkt des Instituts ist die Entwicklung zukunftsweisender Energiekonzepte für die Planung von Gebäuden, Stadtquartieren und für die Stadtentwicklung.

### Datenbasierte Geschäftsmodelle räumlicher Infrastrukturen

Durch die zunehmende Digitalisierung und die damit einhergehende Vernetzung von Personen und Produkten (Internet of Things) stehen neue Datenquellen in nie dagewesener Vielfalt zur Verfügung. Hieraus können neue Einblicke in den Sektor Mobilität gewonnen werden, die das Potenzial haben, bestehende Probleme wie z. B. verkehrsbedingte Emissionen und die zunehmende Verkehrsbelastung zu mindern. Im Mittelpunkt stehen dabei neue Datenquellen, wie z. B. Mobilfunkdaten, Sensordaten und Daten aus sozialen Netzwerken. Über innovative Analysemethoden können diese genutzt werden, um aktuelle Probleme des Mobilitätssektors zu lösen und neue Möglichkeiten zu nutzen. Auf dieser Basis können auch Geschäftsmodelle für neue Services im Mobilitätssektor entwickelt werden.

### Modellierung von Nutzerverhalten und -präferenzen

Unter Verwendung quantitativer und qualitativer Methoden wird das Verhalten unterschiedlicher Nutzergruppen analysiert und darauf aufbauend werden zielgruppenspezifische Lösungen für das Angebot von Mobilitätslösungen und -infrastrukturen entwickelt. Im Fokus steht die Nutzung von Produkten und Dienstleistungen im Kontext städtischer Lebens- und Arbeitswelten. Dabei beschäftigt sich das Institut vor allem auch mit der Fragestellung, wie neue Trends erkannt, Veränderungen gezielt angestoßen und große Transformationsprozesse begleitet werden können.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Zentrum für Virtuelles Engineering ZVE: Mittels virtueller Realität und über die 3D-Visualisierung können digitalisierte Planungs- und Bauprozesse erleichtert werden. Mit dem ZVE wurde eine Forschungsstätte mit Laboren und Bürowelten als Plattform für die Erforschung, Entwicklung und Erprobung verschiedener Innovationen, z. B. von Virtual-Reality-Technologien und neuen Arbeitsweltkonzepten, errichtet. Dies umfasst u. a. Labore wie das „Digital Engineering Lab“ (integrierte Entwicklung von Produkten und Produktionssystemen), das „Urban Living Lab“ (Einsatzszenarien und Anwendungsbeispiele für innovative Services in der Zukunftsstadt) oder das Mobility Innovation Lab (s. u.).

- Mobility Innovation Lab: In diesem Labor werden Themen zur Mobilität der Zukunft untersucht. Dies betrifft das Themenfeld der Elektromobilität, z. B. mit der Konzeption von Mikromobilitätslösungen sowie deren Einbindung in intermodale Wegekettensysteme oder das automatisierte Fahren mit Lösungskonzepten für die Interaktion von selbstfahrenden Fahrzeugen mit herkömmlichen Verkehrsteilnehmern im urbanen Mischverkehr. Die Lösungen können in einer Virtual-Reality-Umgebung erprobt und anhand von im Rapid-Prototyping-Verfahren erstellten Prototypen demonstriert werden. Damit können Lösungsansätze für neue Mobilitätskonzepte und Services für die Automobilbranche in den Bereichen Connectivity, Automation, Sharing und Electrification entwickelt werden.
- „Living Lab“ Micro Smart Grid: Um zukünftig eine klimafreundliche, sichere und effiziente Energieversorgung zu gewährleisten, wird auf eine zunehmende Dezentralisierung des Energiesystems in Form von Micro Smart Grids gesetzt. Das „lebende Labor“ Micro Smart Grid des IAO im Parkhaus des Institutszentrums demonstriert und testet neueste Technologien unter wissenschaftlicher Begleitung im Alltagsbetrieb. Die Anlage umfasst z. B. über 30 Ladestationen für Elektrofahrzeuge, eine Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung und den europaweit ersten LOHC-Wasserstoffspeicher als Hochenergie- und Langzeitspeicher, der über eine Brennstoffzelle an die Stromversorgung angebunden ist.
- Vehicle Interaction Lab/Immersiver Fahr-simulator: Im Bereich „Vehicle Interaction“ steht die Gestaltung der Benutzerschnittstelle zwischen Fahrer und Fahrzeug im Mittelpunkt. Erfolgreiche Bedienkonzepte für Fahrzeuge, insbesondere für moderne Fahrerinformations- und Fahrerassistenzsysteme, werden durch konsequentes Usability Engineering entwickelt und im Labor mit verschiedenen Formen der Fahr-simulation (sowie in realen Fahrzeugen) getestet.
- Elektromobiler Fuhrpark.

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Kommunen, Forschung, Verbände

## 103 Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7<br>76327 Pfinztal   |
| Telefon  | +49 721 4640-0   |
| Fax      | +49 721 4640-111   |
| Homepage | <a href="http://www.ict.fraunhofer.de">www.ict.fraunhofer.de</a>                         |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner  |
| Kontakt  | Dr. Stefan Tröster   |
| Telefon  | +49 721 4640-0   |
| Mail     | <a href="mailto:stefan.troester@ict.fraunhofer.de">stefan.troester@ict.fraunhofer.de</a> |

### Kurzinfo

Am Fraunhofer ICT forschen und entwickeln aktuell etwa 540 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an energetischen Materialien, energetischen Systemen, angewandter Elektrochemie, Polymer-Engineering und Umwelt-Engineering. Es stehen eine Vielzahl Laboratorien, Technika, Werkstätten, Prüfstände und zum Teil großserienfähige Anlagen im Technikums- und Industriemaßstab zur Verfügung. Besonderer Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung und Umsetzung von neuen Materialien, Verfahren und Produkten bis zur vorserienreifen Anwendung.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Elektrochemische Energiespeicher

Die Arbeiten am Fraunhofer ICT reichen von der Batterietestung über die Materialentwicklung und Charakterisierung bis hin zum Bau von Prototypen und Batteriemodulen. Entwickelt werden Materialien für Festkörperbatterien, wie zum Beispiel Feststoffelektrolyte, und Elektroden- und Elektrolytmaterialien für Lithium-Schwefel- oder Natrium-basierte Batterien. Ein besonderer Fokus liegt auf dem sicheren Betrieb von Lithium-Ionen-Batterien. Dafür sind eine Reihe von Testmethoden bis zum „Abuse“ entwickelt worden, mit dem Druckverhältnisse beim Versagen, thermische Auswirkungen und die Gasentwicklung charakterisiert werden können.

Zudem werden Materialien für Redox-Flow-Batterien (RFB) entwickelt und untersucht. Die Arbeiten umfassen die Charakterisierung von Batteriematerialien, Untersuchungen zur Langzeitstabilität sowie die Entwicklung korrosionsstabiler Bipolarplatten. Im Bereich Redoxchemie werden Elektrolytformulierungen für all-Vanadium Redox-Flow-Batterien

entwickelt und optimiert. Darüber hinaus werden Formulierungen für andere Flow-Batteriesysteme entwickelt, elektrochemisch getestet und im Zelltest charakterisiert. Hervorzuheben sind hierbei Elektrolyte für brombasierte und organische Redox-Flow-Batterien. Beginnend bei der Konstruktion von Prototypen-Batterien bis hin zur Entwicklung von industriellen Produktionsverfahren für Batteriestacks werden alle Schritte für die Batterieproduktion ausgelegt. Es stehen Testkapazitäten zur Verfügung, um Flow-Batterien vom Stack bis hin zu ganzen Batteriesystemen zu zertifizieren.

#### Brennstoffzellen, Elektrolyse

Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten sind Untersuchungen zur Elektrokatalyse an Elektrodenmaterialien für unterschiedliche Brennstoffzellenanwendungen und zur Elektrolyse. Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung geeigneter Katalysatoren für die Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle (DEFC) und die alkalische Methanol-Brennstoffzelle. Die Membran-Elektrodeninheit (MEA) ist das Herzstück jeder Brennstoffzelle. Das Fraunhofer ICT verfügt über langjährige Erfahrung sowie das Equipment zur Herstellung und Charakterisierung unterschiedlichster MEA-Typen. Brennstoffzellensysteme können einen verlässlichen, je nach Typ emissionsfreien, Strom- und Wärmelieferanten für eine mobile (z. B. Range Extender) oder stationäre (z. B. Backup-Power) Anwendung darstellen. Das ICT entwickelt und konzipiert Systeme bis zu 5 kWel und baut diese auch auf.

Ein weiteres Thema stellt Sicherheit von Brennstoffzellen-Systemen dar, mit der Entwicklung geeigneter Sicherheitsmaßnahmen und einer Risikoabschätzung z. B. für die Wasserstoff-Sicherheit oder H<sub>2</sub>-Leckage.

#### Neue Antriebssysteme

Hybride und elektrifizierte Antriebssysteme werden in Hinblick auf Reichweitenerhöhung, Verbesserung der funktionalen Sicherheit sowie Effizienzsteigerung des Gesamtsystems untersucht. Daneben werden Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung von verbrennungsmotorischen Antriebskonzepten und leicht elektrifizierten Antriebsstrangtopologien entwickelt.

## Fahrzeugleichtbau

Im Bereich des Fahrzeugleichtbaus stehen aktuell thermoplastische und duroplastische Faserverbundwerkstoffe in den Verfahren Direkt-LFT, SMC und RTM sowie in neuesten Spritzgießprozessen im Mittelpunkt. Als Faserverstärkung werden überwiegend Glas- und Carbonfasern eingesetzt, z. B. als Endlosverstärkung, Tape oder Textil verfahrensintegriert bauteilspezifisch appliziert. Seit einigen Jahren wird auch Leichtbau im Antriebsstrang betrachtet, also die Entwicklung von Lösungen zur Gewichtsreduktion im Bereich bewegter und nicht bewegter Massen im Antriebsstrang. Hierfür werden Leichtmetalle und Faserverbundwerkstoffe eingesetzt und in Hybridbauweise kombiniert, um die gegebenen Bauteilanforderungen bei möglichst geringem Bauteilgewicht zu erfüllen. Hierbei werden auch Simulationen eingesetzt und die Bereiche Recycling der Werkstoffe und Life Cycle Assessment einbezogen.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

#### Batterien

- Testeinrichtung für Sicherheits- und Abusetests an elektrochemischen Speichern mit umfangreichen thermischen und gasanalytischen Untersuchungsmethoden
- Application Center Redox Flow: Test und Charakterisierung von RFB-Modulen im Leistungsbereich bis zu mehreren hundert Kilowatt. Durch getrennte Tanksysteme können auch neuartige Elektrolyte im großen Maßstab getestet werden.

Verschiedene Prüfeinrichtungen, u. a.

- Motorenprüfstand: Am Motorprüfstand sind vollständige Vermessungen von Vollmotoren der kleineren Pkw-Größe und 1-Zylinder-Forschungsmotoren umsetzbar. Der Prüfstand ist in einem modernen Prüffeld mit Ansaugluftkonditionierung und Druckluftversorgung untergebracht, so dass der Betrieb von extern aufgeladenen 1-Zylinder-Forschungsmotoren bis zu einem Ladedruck von 5 bar möglich ist.
- hybrider Prüfstand: Am Hybridprüfstand wird der gesamte elektrische Teil des Antriebsstrangs erfasst. Dieser besteht aus einem DC/DC-Wandler, einem Wechselrichter und einer elektrischen Maschine. Durch den DC/DC-Wandler kann der Verlauf der Batteriespannung über dem Ladezustand (SOC) der Batterie dargestellt werden. Für den Wechselrichter stehen verschiedene Regelverfahren zur wirkungsgradoptimalen Ansteuerung der elektrischen Maschine zur Verfügung.
- Heißgasprüfstand: Am Heißgasprüfstand werden Systeme zur Restwärmenutzung, thermoelektrische Generatoren, Turbogeneratoren, Abgasturbolader und Abgasanlagen untersucht. Die hohe Reproduzierbarkeit der Betriebszustände bildet die perfekte Grundlage, um verlässliche Messungen einzufahren und somit belastbare und verlässliche Aussagen über das untersuchte Aggregat oder System treffen zu können.

#### Leichtbau

- Verschiedene Technika zur Herstellung von Leichtbauteilen, auch für großflächige Bauteile wie z. B. Motorhauben.

### **Zielgruppen**

Industrie, insbesondere auch kleine und mittelständische Unternehmen, Forschungspartner, Hochschulen, Verbände, Projektträger

## 104 Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut (EMI)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Ernst-Zermelo-Straße 4<br>79104 Freiburg im Breisgau                    |
| Telefon  | +49 761 2714-0  |
| Fax      | +49 761 2714-316  |
| Homepage | <a href="http://www.emi.fraunhofer.de">http://www.emi.fraunhofer.de</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan<br>Hiermaier                               |
| Kontakt  | Birgit Bindnagel  |
| Telefon  | +49 761 2714-0  |
| Mail     | <a href="mailto:info@emi.fraunhofer.de">info@emi.fraunhofer.de</a>      |

### Kurzinfo

Das Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut EMI, in Freiburg untersucht die Physik schnell ablaufender Prozesse und leitet daraus Lösungen für industrielle Anwendungen ab. Das EMI behandelt fach- und werkstoffübergreifend Crash-, Impact- und Stoßwellenphänomene in Experiment und Simulation.

Die am EMI mit experimentellen, computer-gestützten und analytischen Methoden erarbeiteten Lösungen zielen auf eine verbesserte Sicherheit und Zuverlässigkeit von Bauteilen und Strukturen unter dynamischen Belastungen ab. Durch die Nutzbarmachung neuester Forschungsergebnisse für technische Anwendungen wird deren Wirtschaftlichkeit bei gleichzeitiger Ressourcenschonung gesteigert. Für die Gesellschaft erwachsen daraus optimierte Systeme in den Bereichen Verteidigung, Sicherheit, Raumfahrt, Verkehr, Luftfahrt und Nachhaltigkeit.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das Ernst-Mach-Institut hat sich auf die Untersuchung von physikalisch-technischen Vorgängen in Werkstoffen, Strukturen und Komponenten spezialisiert, wie sie sich etwa bei Crash oder Impact ereignen. Wichtiges Kriterium für den Einsatz von neuen, modernen Werkstoffen im Automobilbau ist ihr Verhalten unter Crashbelastung – dies gilt für die neuen Komponenten an sich, aber auch im Zusammenspiel mit anderen Strukturen im Gesamtfahrzeug. Die Crashsicherheit muss stets gewährleistet sein.

Die zentralen Themengebiete des Geschäftsfelds Automotive des Ernst-Mach-Instituts liegen dabei in der vorwiegend mechanischen Charakterisierung und der numerischen Modellierung von modernen Werkstoffen, Werkstoffverbänden und Bauteilen unter statischen, dynamischen und Impactbelastungen.

### Werkstoffcharakterisierung und Prüftechnik

Im Bereich Werkstoffcharakterisierung werden neben standardisierten, zerstörungsfreien und zerstörenden Prüftechniken zunehmend Verfahren zur Mikro- und Nanostrukturanalyse angewendet. Insbesondere der Einsatz der akustischen Mikroskopie und der Mikro-Computertomografie ermöglicht die Erforschung der Materialeigenschaften relevanter Werkstoffe bis hin zu kleinsten Längenskalen. Dies ist nötig, da viele entscheidende Vorgänge im Mikro- und Nanometerbereich in den Werkstoffen ablaufen, die maßgeblich das makroskopische Verhalten, beispielsweise bei der Crashbelastung eines Autos, beeinflussen.

Abgerundet wird das experimentelle Portfolio durch spezielle Anlagen zur Charakterisierung im weiten Bereich von Verformungsgeschwindigkeiten. Ein Prüfstand zur Untersuchung der Crashsicherheit von Batterien für Elektrofahrzeuge, eine Komponenten-Crashanlage und eine Gesamtfahrzeug-Crashanlage liefern wichtige Erkenntnisse zur Strukturauslegung moderner Fahrzeuge.

### Numerische Modellierung

Den zweiten Schwerpunkt bildet die numerische Modellierung. Die aus experimentellen Untersuchungen abgeleiteten Erkenntnisse über Werkstoffe und Bauteilstrukturen werden dabei im Fahrzeugmodell numerisch getestet, um prognosefähige Aussagen über die auftretenden Belastungen im Crashfall herzuleiten. Insbesondere die rasche Entwicklung neuer Werkstoffe, deren Materialverhalten bei komplexer Belastung auch ohne aufwendige Versuche erfasst werden muss, verdeutlicht die Bedeutung der Materialmodellierung. Berechnet wird mit kommerzieller Berechnungssoftware wie LS-DYNA, PAM-CRASH, ANSYS Autodyn oder ABAQUS, aber auch mit am EMI entwickelter Software wie SOPHIA.

### Sicherheit elektronischer Systeme

Auch die technische Zuverlässigkeit und Sicherheit von im Auto betriebenen elektronischen Systemen, insbesondere im Hinblick auf (voll)automatisiertes Fahren, wird im Geschäftsfeld untersucht. Hard- und Softwaresysteme werden auf ihre Zuverlässigkeit geprüft, Diagnosetools für Hochvolt-Komponenten entwickelt und das technische System Fahrzeug modelliert.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

- Eine in Europa einzigartige Ausstattung an Laborbeschleunigern
- Crashzentrum der Fraunhofer-Gesellschaft mit Möglichkeiten zum Komponenten- sowie zum Gesamtfahrzeugcrash zu Forschungszwecken
- Prüflabore mit Split Hopkinson Pressure Bar, Universal- und servohydraulischen Prüfanlagen
- Fallgewichtsanlagen, Multiaxialprüfstand
- Stoßrohranlage für die Untersuchung von Gebäudeelementen (Fenster, Türen, Wände) bei Druckstoßbelastungen
- Freifeld-Explosionsplatz und Innenraum-Detonationskammer
- 3D-Drucklabor Metall und Strukturwerkstoffe für Additive Manufacturing
- Lasertechnologielabor zur Untersuchung der Wirkung intensiver, gepulster Laserstrahlung auf Materialien
- Satellite Lab zur Entwicklung von Hardware und Software für Nanosatelliten und wissenschaftliche Nutzlasten
- Sensor Lab zur Forschung an energieautarken Sensoren und Systemlösungen zum Schutz kritischer Infrastrukturen
- Exzellente Technik zur Messung, Diagnostik und Visualisierung von Hochgeschwindigkeitsprozessen
- Kommerzielle und Inhouse-Simulationssoftware
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren
- Klimakammern

### **Zielgruppen**

Industrie und öffentliche Hand in den Bereichen Verteidigung, Sicherheit, Automotive, Luftfahrt und Raumfahrt

## 105 Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Fraunhoferstraße 1<br>76131 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 6091-210   |
| Fax      | +49 721 6091-556   |
| Homepage | <a href="http://www.iosb.fraunhofer.de">www.iosb.fraunhofer.de</a>               |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer  |
| Kontakt  | Dipl.-Ing. Miriam Ruf  |
| Telefon  | +49 721 6091-210   |
| Mail     | <a href="mailto:miriam.ruf@iosb.fraunhofer.de">miriam.ruf@iosb.fraunhofer.de</a> |

### Kurzinfo

Das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB forscht an neuen Mobilitätssystemen, die sich im Automotive-Kontext von Fahrerassistenzsystemen bis hin zu vollautomatischem und kooperativem Fahren erstrecken. Dabei hat das IOSB nicht nur die Umgebung des Fahrzeugs, sondern auch den Fahrzeuginnenraum im Blick und entwickelt neuartige Assistenzsysteme mit Einbezug des Fahrers und der Fahrzeuginsassen. Daneben forscht das IOSB an neuen Mobilitätsformen für Arbeitsmaschinen in unstrukturierten Bereichen und beschäftigt sich mit Energiemanagementkonzepten der Elektromobilität, der Qualitätssicherung in der Automotive-Produktion und dem Themenfeld des Datenschutzes im Automotive-Bereich.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Neuartige Mobilitätskonzepte

Zu den Schwerpunkten zählen Verfahren und Konzepte zur Automatisierung von Fahrzeugen und Robotersystemen, die die Sensorauswertung, Lokalisierung, Situationsinterpretation, Modellierung und Manöverplanung sowohl in strukturierten Straßenumgebungen als auch in unstrukturiertem Gelände umfassen. Darüber hinaus liegt ein Fokus auf neuartigen Kommunikationskanälen für kooperative Fahrzeuge, der Energieoptimierung von Fahrentscheidungen und Studien zum menschlichen Verhalten im Kontext der zukünftigen Mobilität. Aktuelle Themen sind

- Situation Prediction and Reaction Control: Der patentierte Ansatz „SPARC“ stellt ein geschlossenes und abgestimmtes Gesamtkonzept zur Situationsinterpretation und multikriteriellen Manöverplanung dar.
- Scheinwerfer-Kommunikation: Die in Versuchsfahrzeugen bereits eingesetzte Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Funkkommunikation nutzt als zweiten Übertragungskanal binärcodiertes, hochfrequentes – für den Menschen unsichtbares – Lichtflackern, das mit einer handelsüblichen Rolling-Shutter-Kamera mit niedriger Bildrate empfangen wird. Damit kann Information ebenso wie die Ortsinformation des Senders fälschungssicher übertragen werden.
- Algorithmen-Toolbox: Für die autonome Navigation in unwegsamen oder unstrukturierten Umgebungen wird am Fraunhofer IOSB eine „Algorithmen-Toolbox für autonome Robotersysteme“ entwickelt. Komponenten reichen von Umgebungswahrnehmung über die Aufgaben- und Bewegungsplanung bis hin zur konkreten Nutzfunktionsdurchführung.

#### Prüf- und Absicherbarkeit von Fahrerassistenzsystemen

In diesem Arbeitsgebiet werden Fragestellungen zur Prüf- und Absicherbarkeit von Fahrerassistenzsystemen beleuchtet, die sich sowohl auf reale Evaluationen als auch auf Simulationen und Nutzerstudien erstrecken. Beispiele sind

- Simulation: Entwicklung einer flexiblen Simulationsplattform für Automotive-Anwendungen „OCTANE“ zur simulativen Prüfung und Absicherung von Fahrerassistenzsystemen.

- Schaffung von Absicherbarkeit: Viele Verfahren wie iterative Optimierungen oder neuronale Netze, die im Bereich des automatisierten Fahrens experimentell eingesetzt werden, sind einerseits sehr erfolgreich, andererseits aber nicht formal z. B. über Gütekriterien beweisbar. Hier werden Methoden entwickelt, solche Verfahren in absicherbare Varianten zu transformieren, die Ergebnisse mit definierter Güte produzieren.
- Modellierung von menschlichem Verkehrsverhalten: Risiken in Zusammenhang von automatisierten Fahrzeugsystemen im Verkehr gemeinsam mit menschlichen Verkehrsteilnehmern werden über die Erfassung, Analyse und Modellierung von menschlichem Verkehrsverhalten analysiert.

Kooperatives Fahren (Koordination des IOSB, weitere Institute des KIT und FZI)

In diesem Arbeitsgebiet liegt der Schwerpunkt neben Verfahren zur kooperativen Manöverplanung auf Fragestellungen zur Gruppen- und Allianzbildung kooperativer Fahrzeuge. Dies umfasst u. a. Einführungskonzepte für kooperative und kommunizierende Kraftfahrzeuge. Ziel ist es, die Einführungshürden zu senken und für eine zeitnahe Durchsetzung des Verkehrs mit kooperationsfähigen, niedrig automatisierten Fahrzeugen zu sorgen.

#### Automatisierung von Arbeitsmaschinen

Schwere Arbeitsmaschinen werden häufig in Umgebungen eingesetzt, die für den Menschen erhebliche Gesundheitsrisiken bergen. Ziel aktueller Forschungsaktivitäten ist es, Baumaschinen mit Autonomiefähigkeiten auszustatten, so dass diese selbstständig in der Gefahrenzone agieren können. Die oben genannte „Algorithmen-Toolbox für autonome Robotersysteme“ ermöglicht dabei die autonome Durchführung typischer Arbeiten. Der Forschungsbereich erstreckt sich von der Sensorauswertung über die Umweltmodellierung bis hin zur Bewegungsplanung und -regelung.

#### Innenraumüberwachung

Im Mittelpunkt dieses Arbeitsgebiets stehen neue Fahrerassistenzsysteme, die über Innenraumüberwachung und Intentionserkennung der Insassen neuartige Assistenzfunktionen ermöglichen. Über 2D- oder 3D-Kameras im Fahrzeuginnenraum werden

Fahrer und Beifahrer beobachtet. Auf Basis einer Körperposenerfassung und einem Skelettmodell der Personen werden Körperhaltung, Ausrichtung und Gliedmaßen hinsichtlich einer Interaktion mit Gegenständen oder dem Interieur im Fahrzeuginnenraum klassifiziert.

#### Privacy im Automotive-Bereich

Im Mittelpunkt stehen Fragestellungen, wie Videodaten des Fahrzeugumfeldes oder aus dem Fahrzeuginnenraum vor dem Hintergrund der Europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) erfasst und verarbeitet werden dürfen. Beispielsweise werden im „Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg“ mittels Kameras auf der Strecke Videobilder von Passanten, Fahrrädern, Autos und Lkw erfasst. Ein entsprechendes Systemdesign stellt sicher, dass die Aufnahmen für die Forschung geeignet sind, und dass durch die Installation keine Risiken für die Freiheiten und Rechte der Betroffenen entstehen.

#### Qualitätssicherung in der Automotive-Produktion

Im Bereich der Digitalisierung der Automotive-Produktion liegt der Schwerpunkt auf der Unterstützung der Arbeiter durch intuitive Mensch-Maschine-Schnittstellen z. B. in Form von Zeigegesten und Augmented Reality und auf der automatischen Dokumentation von Werkzeugpositionen:

- Augmented Reality wird zum einen durch das Tragen echter AR-Brillen, aber auch durch den Einsatz von Projektoren und Projection Mapping erreicht.
- Mit dem ARQAS®-System können Bauteile, die z. B. auf Fehlerstellen überprüft werden sollen, mit der Anzeige beleuchtet und mit einer Nutzerschnittstelle versehen werden, um die Dokumentation zu vereinfachen.

#### Energiemanagement der Elektromobilität

Die Schwerpunkte liegen auf Konzepten zur Integration von Elektrofahrzeugen in die Betreibernetzstruktur, dem Umgang mit Unsicherheiten in der Betriebsführung, Untersuchungen von Referenznetzstrukturen zur Abbildung unterschiedlicher Niederspannungsnetze und der koordinierten Markt-Netz-Betriebsführung unter Berücksichtigung von physikalischen Netzaspekten wie beispielsweise der Übertragungskapazität in den ökonomischen Marktmodellen. Ebenso stehen die Vermarktung von Flexibilitäten und die

Entwicklung von Modellen zur lokalen Prognose bei der Verwendung von erneuerbaren Energielieferanten (Photovoltaik und Windanlagen), dem Energieverbrauch sowie der Prognose von Lastverteilungen (Strom, Wärme, Gas) im Fokus. Projekte befassen sich u. a. mit den Themen:

- gesteuertes Laden von mobilen Energiespeichern unter Berücksichtigung von Ladeort, Ladezeit und technischer Restriktion des Verteilernetzes. Hierzu wird ein Simulationssystem für die Beladung der Fahrzeuge im Verteilernetz sowie ein Steuerungskonzept nach dem Prinzip der BDEW-Netzampel für Elektrofahrzeuge entworfen.
- Erarbeitung der Anforderungen und Entwicklung von Methoden für die Säule „Smart Grid“ im Rahmen einer ganzheitlichen cloudbasierten IKT-Lösung für E-Mobilität sowie Umsetzung des BDEW-Ampelkonzepts.
- Betrachtung des Energieversorgungssystems zur elektrischen Nachladung von Elektrobussen ohne elektrische Heizung oder Konzepte für den wirtschaftlichen Einsatz von Elektromobilität und eine intelligente Laststeuerung z. B. für Pflegedienste.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Das IOSB verfügt (teilweise gemeinsam mit dem IES am KIT, Profil 006) über folgende Ausstattungen/Einrichtungen.

- Testfahrzeuge VW E-Golf und VW Golf Variant mit entsprechender Ausrüstung zur Entwicklung und Erprobung von Fahrerassistenzfunktion bis hin zu vollautomatischem Fahren: VERTEX-Fahrzeuge mit einer Vielzahl redundanter Sensorik (Radar, Lidar, Kamera) und CAN-Zugriff auf die Bordelektronik zur Ansteuerung der Aktuatorik.
- Fahrsimulator mit Leinwänden und Monitoren zur Simulation einer vollständigen Rundumsicht inklusive der Seiten- und Rückspiegel (ISAB Labor): Umrüstung eines serienmäßigen Audi A3 zur Innenraumüberwachung mit zusätzlicher Sensorik sowie Bildschirmen.
- Mehrere automatisierte Roboter zur Erprobung neuer Mobilitätskonzepte für unstrukturierte Bereiche: neben Kleinstrobotern auch ein automatisierter Bagger.
- Verschiedene Experimentalplattformen für die assistierte manuelle Montage mit Zeigegesten, Augmented Reality und unterstützendem Roboterarm.
- Batteriebetriebenen Versuchsträger (BMW i3) mitsamt Ladesäuleninfrastruktur, Leittechnikstand und unterschiedliche Photovoltaikanlagen zur Entwicklung neuartiger Energiemanagementkonzepte im Kontext der Elektromobilität.

### **Zielgruppen**

Industrie, Forschung, Hochschulen, Prüfeinrichtungen, Gesetzgebung

## 106 Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Nobelstraße 12<br>70569 Stuttgart  |
| Telefon  | +49 711 970-1800   |
| Fax      | +49 711 970-1008   |
| Homepage | <a href="http://www.ipa.fraunhofer.de">www.ipa.fraunhofer.de</a>                   |
| Leitung  | Prof. Thomas Bauernhansl   |
| Kontakt  | Thomas Dietz   |
| Telefon  | +49 711 970-1152   |
| Mail     | <a href="mailto:thomas.dietz@ipa.fraunhofer.de">thomas.dietz@ipa.fraunhofer.de</a> |

### Kurzinfo

Das Fraunhofer IPA ist eines der größten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft, wurde 1959 gegründet und beschäftigt annähernd 1.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Strategische Eckpfeiler der Aktivitäten sind „Mass Sustainability“ und „Mass Personalization“.

„Mass Sustainability“ soll einen möglichst niedrigen Ressourcenverbrauch mit möglichst hohem Wohlstand verbinden. In Leuchtturmprojekten wie der Ultraeffizienzfabrik, Fast Storage BW, dem Zentrum für Leichtbau sowie dem Zentrum für smarte Materialien wird diese Idee gemeinsam mit Partnern aus der Industrie, der universitären Forschung und der Politik umgesetzt.

„Mass Personalization“ verbindet darüber hinaus die Vorteile der „Economies of Scale and Scope“. Das IPA ist hier beispielsweise an der ARENA2036, dem Forschungscampus für funktionsintegrierten Automobil-Leichtbau, und am Campus für personalisierte Produktion beteiligt, um individualisierte Produkte in Losgröße eins zu Kosten der Massenfertigung zu ermöglichen.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Im Bereich der Mobilität befasst sich das Fraunhofer IPA insbesondere mit der Produktionstechnik um die zukünftige Mobilität. Dies umfasst Produktion hinsichtlich der digitalen Transformation und Industrie 4.0, Energiespeicher und Leichtbau, aber auch Ressourceneffizienz-Themen.

### Digitale Transformation/Industrie 4.0

Seit mehr als zwei Jahrzehnten beschäftigt sich das Fraunhofer IPA mit flexiblen, sich selbst organisierenden und besser interagierenden Produktionsstrukturen. Intelligente Maschinen, Werkzeuge, Werkstücke oder auch Aufträge erfassen physikalische Daten mittels Sensoren und wirken mit Aktoren auf physikalische Vorgänge ein. Sie sind in digitalen Netzen untereinander verbunden, nutzen weltweit verfügbare Daten und Dienste. Sie verfügen über multimodale Mensch-Maschine-Schnittstellen und ermöglichen die Nutzung neuartiger Funktionen, Dienste und Eigenschaften.

Das IPA bietet hier vielfältige Expertise bezüglich der Evaluierung der Produktions-IT-Struktur, Strukturen für die Produktion hochpersonalisierter Fahrzeuge ohne Band und Takt, Geschäftsmodelle und Use Cases für produzierende Unternehmen, smarte Objekte oder Human Machine Interfaces. Beispielsweise bieten Sense & Act und Virtual Fort Knox Plattformen für die Regelung und Softwarelösungen für Industrie 4.0.

### Energiespeicher

Im Bereich Energiespeicher bietet das IPA Expertise unter anderem in der Entwicklung von Elektrodenherstellung und -beschichtung sowie Batterie-Management-Systemen, in der Zellherstellung und -montage für Batterien oder auch von Recycling-Konzepten und Marktanalysen zu Energiespeichern.

Im Verbundprojekt „FastStorageBW“ beispielsweise wird ein Stromspeicher entwickelt, der die Vorteile von Batterien und Kondensatoren vereint. Die PowerCaps sollen eine vergleichbare Leistungsdichte und Schnellladefähigkeit aufweisen wie Superkondensatoren sowie eine Energiedichte, die an die herkömmlicher Batterien heranreicht.

## Leichtbau

Leichtbau ist eine Schlüsseltechnologie für die Mobilität der Zukunft, um den Herausforderungen der Energie- und Materialeffizienz zu begegnen und gleichzeitig Anforderungen nach hoher Stabilität und Sicherheit der Bauteile zu erfüllen. Kompetenzen des IPA betreffen für Materialien und Bauteilherstellung u. a.

- Modifikation konventioneller Werkstoffe mit nanoskaligen Füllstoffen
- Hochleistungslegierungen und galvanische oder funktionale Beschichtungen
- Optimierung von Bearbeitungstechnologien und -prozessen für Leichtbauwerkstoffe

## **Ausstattung/Einrichtungen**

Technische Labore umfassen:

- Robotiklabor
- Lackiertechnikum
- lacktechnische und chemisch-physikalische Stoffprüfung
- Reinraum
- galvanotechnisches Labor

Darüber hinaus können folgende Einrichtungen/Angebote genutzt werden.

- Anwendungszentrum Industrie 4.0: Innovationsumgebung, in der Unternehmen und Wissenschaftler gemeinsam Industrie-4.0-Anwendungen erforschen und weiterentwickeln.
- Bewegungs- und Ergonomielabor: Das Labor bietet neueste biomechatronische Messgeräte und ein interdisziplinäres Team aus den Arbeitsgebieten Medizin, Physiotherapie, Sportwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Biologie und Design und erlaubt die ergonomische Analyse und Gestaltung von Produkten und Produktionsprozessen.

- Virtual Orthopedic Lab: Labor zur virtuellen Produktentstehung und -simulation im Bereich der Orthopädie.
- Virtual Fort Knox (VFK): VFK ist eine cloudbasierte IT-Plattform für produzierende Unternehmen. Die Plattform verfolgt ein förderatives Modell, das eine Beteiligung der nutzenden Unternehmen vorsieht, um die Abhängigkeit der Nutzer vom Plattformbetreiber zu minimieren.
- Future Work Lab: Labor mit dem Ziel, die Auswirkungen von Industrie 4.0 und Digitalisierung auf die Industriearbeit zu erforschen und zu gestalten. Das Future Work Lab ist offen für Unternehmen, Mitarbeiter, Betriebsräte, Politik, Forscher und alle Interessierten.
- Modellfabrik für funktionale Beschichtungen: Intelligente Oberflächen, aktive Beschichtungen und „Smart Textiles“ finden zunehmend Verbreitung. In der Modellfabrik werden Innovationsprozesse im Bereich funktionale Beschichtungen durch die Vernetzung von Endanwendern, Materialherstellern und Anlagenherstellern schneller und flexibler.

## **Zielgruppen**

Großunternehmen und kleine bzw. mittlere Unternehmen, Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 107 Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Heidenhofstraße 2<br>79110 Freiburg  |
| Telefon  | +49 761 4588-5202  |
| Fax      | +49 761 4588-9202  |
| Homepage | <a href="http://www.ise.fraunhofer.de">www.ise.fraunhofer.de</a>             |
| Leitung  | Prof. Dr. Hans-Martin Henning  |
| Kontakt  | Ulf Groos, Abteilungsleiter<br>Brennstoffzellensysteme                       |
| Telefon  | +49 761 4588-5202  |
| Mail     | <a href="mailto:ulf.groos@ise.fraunhofer.de">ulf.groos@ise.fraunhofer.de</a> |

### Kurzinfo

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE schafft technische Voraussetzungen für eine effiziente und umweltfreundliche Energieversorgung sowohl in Industrie- als auch in Schwellen- und Entwicklungsländern. Mit seinen Forschungsschwerpunkten Energiegewinnung, Energieeffizienz, Energieverteilung und Energiespeicherung trägt es zur breiten Anwendung neuer Technologien für die Transformation unseres Energiesystems hin zu nachhaltigen und erneuerbaren Quellen bei. Das Fraunhofer ISE entwickelt Materialien, Komponenten, Systeme und Verfahren. In Ergänzung zu Forschung und Entwicklung bietet das Institut seinen Kunden Prüf- und Zertifizierungsverfahren an. Es zeichnet sich durch eine hervorragende Laborinfrastruktur aus. Mit 1.200 Mitarbeitenden ist das Fraunhofer ISE das größte Solarforschungsinstitut in Europa.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Ziele des Fraunhofer ISE hinsichtlich der nachhaltigen Mobilität sind

- Ankopplung des Sektors Mobilität an die Sektoren Energiewirtschaft, Gebäude und Industrie,
- On-Board-Stromerzeugung für Fahrzeuge durch Photovoltaik,
- eine Effizienzsteigerung der Antriebe und Fahrzeuge und
- eine ganzheitliche Bewertung von Mobilitätsformen über Well-to-Wheel-Analysen.

Schwerpunkte des Fraunhofer ISE in Zusammenhang mit der Mobilität der Zukunft betreffen Photovoltaik, Brennstoffzellentechnologie sowie Energiesystemtechnik.

### Photovoltaik

Im Bereich Photovoltaik werden neue PV-Technologien und Module entwickelt. Themen bezüglich Mobilität betreffen z. B.

- Fahrzeugintegration von Photovoltaik zur Unterstützung der Antriebsbatterie, für die Bordelektronik oder für Kühlfahrzeuge/-container
- Integration von Photovoltaik in die Verkehrsinfrastruktur, insbesondere Straßen, Wege, Schienen und deren Peripherie (z. B. Schallschutzwände, Grünstreifen)

### Wasserstofftechnologien

Die Untersuchung thermochemischer Prozesse und der Elektrolyse für die Erzeugung von Wasserstoff sowie von Brennstoffzellensystemen stehen hier im Fokus. Neben Charakterisierung und Entwicklung werden hier auch Simulationen eingebunden. Für den Einsatz in Brennstoffzellenfahrzeugen betrifft dies z. B.

- Zell-, Modul- und Systemtechnik für Brennstoffzellen (und auch Batterien)
- Produktionstechnologien für Brennstoffzellen und Batterien

### Energiesystemtechnik

Energiesystemtechnik umfasst die Optimierung des Zusammenspiels von Erzeugern und Verbrauchern, deren Steuerung und Regelung sowie das Management von Energieverteilung und -speicherung. Dies reicht von einer Energiesystemanalyse über die Optimierung von Energiesystemen bis zur Entwicklung von Batteriesystemen, leistungselektronischen Komponenten oder IKT-Lösungen:

- Integration von Speichersystemen in die jeweiligen (Fahrzeug-)Anwendungen
- Einbindung der nachhaltigen Mobilität inklusive Infrastruktur in die Modellierung von intersektoralen Energiesystemen
- Infrastruktur für die batterieelektrische Mobilität unter Betrachtung der Netzintegration und Steuerung der Ladevorgänge; Wasserstoff-Infrastruktur für die brennstoffzellenelektrische Mobilität und Infrastruktur zur Erzeugung synthetischer Kraftstoffe

- Leistungselektronik in elektromobilen Fahrzeugen sowie für die Ladeinfrastruktur
- Thermomanagement in Elektrofahrzeugen inklusive Wärme-/Kälteerzeugung sowie Isolation
- Effizienzsteigerung und Schadstoffreduktion bei Verbrennungsmotoren, insbesondere im Zusammenhang mit der Erzeugung und Nutzung synthetischer Kraftstoffe (Power-to-Liquid, PtL)
- Untersuchung der Auswirkungen der Digitalisierung auf die Mobilität
- Analyse von Betreiber- und Geschäftsmodellen im Zusammenhang mit der nachhaltigen Mobilität unter Berücksichtigung der Intermodalität
- Well-to-Wheel-Analysen zur Bewertung der Umweltauswirkungen unterschiedlicher Mobilitätsformen sowie ihrer Total Cost of Ownership

Insgesamt wird das Fraunhofer ISE aufzeigen, wie eine nachhaltige Mobilität in ein erneuerbares Energiesystem integriert werden kann, und hierzu entsprechende Studien zur technischen und wirtschaftlichen Entwicklung des Energiesystems sowie zur Umweltbewertung der Mobilität vorlegen. Diese Studien werden durch die Entwicklung einzelner Technologien begleitet.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Zahlreiche Teststände und Messeinrichtungen zur Charakterisierung von Materialien, Komponenten und Systemen zur Forschung in den o. g. Themen stehen in verschiedenen Testlaboren zur Verfügung.

- Zentrum für höchsteffiziente Solarzellen: Technologien für höchste PV-Wirkungsgrade
- Zentrum für Energiespeichertechnologien und -systeme: neuartige Materialien und innovative Produktionsverfahren für die Batterietechnologie
- Zentrum für Materialcharakterisierung und Gebrauchsdaueranalyse: Analyse von Materialien für den Einsatz in erneuerbaren Energiesystemen
- Zentrum für Leistungselektronik und Nachhaltige Netze: Leistungselektronik und Netztechnologien im Multi-Megawatt-Bereich
- Zentrum für Elektrolyse, Brennstoffzellen und Synthetische Kraftstoffe: In-situ-Charakterisierung von Komponenten der Wasserstofftechnologie
- Zentrum für Optik und Oberflächenforschung: optisch-funktionale Oberflächen für eine Vielzahl von Anwendungen
- Zentrum für Neuartige PV-Technologien

### **Zielgruppen**

Automobilindustrie, Zulieferindustrie, Energieversorger, Maschinenbauer, Anlagenbauer, Kommunen, Behörden etc.

## 108 Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Breslauer Straße 48<br>76139 Karlsruhe  |
| Telefon  | +49 721 6809-0  |
| Fax      | +49 721 689152  |
| Homepage | <a href="http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/index.php">http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/index.php</a> |
| Leitung  | Univ.-Prof. Dr. Marion A. Weissenberger-Eibl  |
| Kontakt  | Prof. Dr. Martin Wietschel  |
| Telefon  | +49 721 6809-254  |
| Mail     | <a href="mailto:martin.wietschel@isi.fraunhofer.de">martin.wietschel@isi.fraunhofer.de</a>                |

### Kurzinfo

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI forscht in sechs „Competence Centern“ für die Praxis und versteht sich als unabhängiger Vordenker für Gesellschaft, Politik und Wirtschaft. Die Kompetenz im Bereich der Innovationsforschung stützt sich auf die Synergie aus technischem, wirtschafts- und sozialwissenschaftlichem Wissen. Es wird nicht nur ein breites Spektrum fortgeschrittener wissenschaftlicher Theorien, Modelle, Methoden und sozialwissenschaftlicher Messinstrumente angewendet, sondern diese werden auch unter Nutzung der empirischen Erkenntnisse aus den durchgeführten Forschungsprojekten kontinuierlich weiterentwickelt.

Dies umfasst vergleichende Analysen von Innovationssystemen auf nationaler, sektoraler und technologischer Ebene und die Erarbeitung von Szenarien und Roadmaps künftiger technologischer Entwicklungen. Daneben werden der institutionelle und regulative Kontext von Innovationen untersucht und deren Potenziale in ökonomischer, gesellschaftlicher und ökologischer Hinsicht bewertet, um Erfolgsaussichten und Akzeptanz im Markt und in der Gesellschaft abzuschätzen sowie hieraus Handlungsoptionen abzuleiten. Schwerpunkte sind Elektromobilität, nachhaltige Verkehrskonzepte sowie Energiespeichertechnologien.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Elektromobilität

Das Fraunhofer ISI untersucht unterschiedliche Aspekte der Elektromobilität und hat über die Jahre ein umfangreiches Know-how in diesem Bereich aufgebaut. Zu den Schwerpunkten gehören Markthochlaufszenarien, neue Mobilitätskonzepte und Geschäftsmodelle,

Nutzerakzeptanz im privaten und gewerblichen Bereich, Aufbau der Infrastruktur, Roadmaps für Energiespeicher, Antriebskonzepte mit Schwerpunkt auf Lithium-Ionen-Batterien sowie die Bedeutung der Elektromobilität für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt.

#### Verkehrskonzepte und verkehrspolitische Instrumente

Leistungsfähige Verkehrssysteme sind unentbehrlich für Wirtschaft und Gesellschaft, doch steigende Nachfrage nach Mobilität birgt Risiken für Klima und Umwelt. Die Entwicklung innovativer Verkehrskonzepte und die Untersuchung der Folgewirkungen verkehrspolitischer Instrumente ist ein Forschungsschwerpunkt des Instituts. In diesem Themenkontext leitet das Fraunhofer ISI die wissenschaftliche Begleitforschung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung.

#### Verkehr, Wirtschaft und Nachhaltigkeit

Mobilität und Logistik sind als intermediäre Sektoren eng mit primären Wirtschaftsaktivitäten durch gegenseitige Abhängigkeiten verknüpft. Bedingt durch den Energiebedarf physischer Transportvorgänge spielt dabei die Nachhaltigkeit eine bedeutende Rolle. In beiden Fällen analysiert das Fraunhofer ISI komplexe Zusammenhänge mit techno-ökonomischen Modellen und sozialwissenschaftlichen Methoden zur Unterstützung verkehrspolitischer Strategien.

#### Speichertechnologien

Energiespeichertechnologien im Verkehr werden hinsichtlich technischer Potenzialanalysen und wirtschaftlicher Analysen bis hin zu Untersuchungen gesellschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen untersucht.

#### Innovations- und Wettbewerbsstrategien

Die Erforschung betrieblicher Innovations- und Wettbewerbsstrategien von OEM und Zulieferfirmen sowie deren gesamtwirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen werden in einer Vielzahl von Forschungsprojekten untersucht.

#### Ausstattung/Einrichtungen

Keine Laborausstattung vorhanden.

#### Zielgruppen

Politik, Industrie, Verbände, NGO, Forschung

## 109 Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Wöhlerstraße 11<br>79108 Freiburg im Breisgau                                      |
| Telefon  | +49 761 5142-0   |
| Fax      | +49 761 5142-510   |
| Homepage | <a href="http://www.iwm.fraunhofer.de">www.iwm.fraunhofer.de</a>                   |
| Leitung  | Prof. Dr. Peter Gumbsch  |
| Kontakt  | Thomas Götz  |
| Telefon  | +49 761 5142-153   |
| Mail     | <a href="mailto:thomas.goetz@iwm.fraunhofer.de">thomas.goetz@iwm.fraunhofer.de</a> |

### Kurzinfo

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM ist Forschungs- und Entwicklungspartner für Automobilhersteller und ihre Zulieferer zu Themen der Sicherheit, Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Funktionalität von Werkstoffen in Bauteilen und Fertigungsverfahren. Die FuE-Projekte zielen darauf ab, die Leistungsgrenzen von Werkstoffen und Bauteilen vorherzusagen und zu verschieben, Veränderungen von Werkstoffen in der Fertigung und im Einsatz zu beschreiben oder Funktionen und Eigenschaften gezielt einzustellen. Besonders wirkungsvoll ist die Expertise des Fraunhofer IWM dort, wo Werkstoffe in Bauteilen und Fertigungsverfahren extremen und komplexen Belastungsbedingungen ausgesetzt sind und wo Verbesserungen in Leistungsfähigkeit und Funktionen daher nur durch ein tiefgreifendes und ganzheitliches Verständnis realisiert werden können.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Wesentlich für das Fraunhofer IWM ist die Kombination von Experiment und Simulation. Das Institut beherrscht die experimentelle Aufklärung und numerische Modellierung und Simulation des Werkstoffverhaltens unter verschiedensten Belastungen. Darauf aufbauend werden Bauteile und Systeme umfassend bewertet und Maßnahmen zur Einsatzsicherung und zur Verbesserung der Gebrauchseignung abgeleitet.

Dabei werden Entwicklung, Fertigung und Einsatz von Werkstoffen und Bauteilen integral betrachtet und die relevanten Parameter für ihr Verhalten und für neue Bauteilfunktionen identifiziert. Auf dieser Grundlage werden innovative Fertigungsschritte, Verfahren und Prüfkonzepte entwickelt.

Inhaltliche Schwerpunkte betreffen Materialdesign, Fertigungsprozesse, Tribologie, Bauteilsicherheit und Leichtbau sowie die Werkstoffbewertung.

### Materialdesign

Mit simulatorischen und experimentellen Methoden, basierend auf Festkörperphysik und Werkstoffmechanik, werden das Materialverhalten aufgeklärt und Materialeigenschaften vorhergesagt. Dadurch können Materialstrukturen und -funktionen gestaltet werden. Einflüsse von Kristalldefekten und Gefügestrukturen auf das Materialverhalten im Großen werden aufgedeckt. Damit können Werkstoffe ressourcen- und energieeffizient kombiniert und technische Systeme nachhaltig verbessert werden.

Projektbeispiele aus dem Mobilitätssektor:

- Design von hartmagnetischen Phasen für Elektroantriebe
- Substitution von kritischen Elementen in piezoelektrischen Funktionsbauteilen
- mikromechanische Eigenschafts- und Lebensdauerbestimmung an Mikrosystemen

### Fertigungsprozesse

Es werden innovative Fertigungsprozesse für konturgenaue und funktionale Bauteile mit definiertem Eigenschaftsprofil untersucht und entwickelt. Im Vordergrund stehen pulvertechnologische Prozesse inklusive komplexer Fluidsysteme bis hin zur Mikrofluidik, das Umformen und Bearbeiten von duktilen Werkstoffen sowie Bearbeitungsverfahren für spröde Werkstoffe und die Glasformgebung.

Projektbeispiele aus dem Mobilitätssektor:

- Simulation und Optimierung von Umformprozessen zur Herstellung von Fahrzeugkomponenten
- Optimierung der pulvertechnologischen Herstellung von Antriebsselementen
- Schadensanalysen an Glasbauteilen der Karosserie

### Tribologie

Tribologische Systeme werden optimiert und Lösungen für Reibungsminderung und Verschleißschutz für Lager, Dichtungen und Antriebssysteme durch technische Keramik,

neuartige Schmierstoffe, tribologische Schichtsysteme sowie durch fertigungstechnisch konditionierte Tribowerkstoffe entwickelt. Dazu werden Reibungs-, Abrieb-, Einlauf- und Verschleißmechanismen ebenso wie die Tribochemie von Maschinenelementen wie Wälz- und Gleitlager, Schneid- und Umformwerkzeuge und Motor- und Getriebeelemente experimentell, analytisch und numerisch untersucht.

Projektbeispiele aus dem Mobilitätssektor:

- Lösungen zur Reduzierung von Reibung und Verschleiß an Motorenkomponenten
- Entwicklung und Qualifizierung neuer Schmierstoffe
- Entwicklung von DLC-Verschleißschutzschichten für Antriebselemente

#### Bauteilsicherheit und Leichtbau

Zur Bewertung der Sicherheit und der Gebrauchseignung von Bauteilen mit hohen sicherheitstechnischen Anforderungen unter betriebsrelevanten Beanspruchungen werden bruchmechanische Bewertungskonzepte unter Berücksichtigung der bauteilrelevanten Beanspruchungssituation und der Streuung der Werkstoffeigenschaften und Fehlergrößen eingesetzt und weiterentwickelt. Zur Beschreibung des Verformungs- und Versagensverhaltens von Bauteilen unter thermischer und mechanischer Beanspruchung kommen auf neuen und angepassten Mechanismen basierte Werkstoffmodelle zur Anwendung.

Projektbeispiele aus dem Mobilitätssektor:

- Ableitung von Inspektionsintervallen für Fahrwerkskomponenten
- Entwicklung von Werkstoffmodellen und Crashsimulation
- Simulation und Bewertung von Schweiß-, Füge- und Klebverbindungen im Fahrzeugbau

#### Werkstoffbewertung und Lebensdauerkonzepte

Der Einfluss von Mikrostruktur, Eigenspannungen und Schädigung auf Funktionalität und Lebensdauer von Bauteilen wird bewertet. Schwerpunkte der Arbeiten sind die Modellierung zyklischer thermomechanischer Beanspruchungen und die Aufklärung von Degradationsmechanismen der Korrosion, Spannungsrisskorrosion und Wasserstoffversprödung. Für akute Schadensfälle werden Gutachten erstellt.

Projektbeispiele aus dem Mobilitätssektor:

- Lebensdauervorhersagen für thermisch-mechanisch beanspruchte Motorenkomponenten
- Risikobewertung von Bauteilen im Kontakt mit Wasserstoff
- Optimierung von Schweißprozessen hinsichtlich Kaltrissentstehung

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

Mess- und Analysemöglichkeiten für

- statische und zyklische Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen
- thermomechanische Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen
- mikromechanische Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen
- thermophysikalische Werkstoffeigenschaften
- chemomechanische Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen – Hochvakuum
- Metallographie (Mikrostrukturaufklärung)
- Ermittlung von Eigenspannungen
- Charakterisierung von Pulvern und deren Verhalten bei der Verarbeitung

Methoden und Modelle für

- multiskalige Simulationen zu Werkstoffeigenschaften und Werkstoffentwicklung
- Simulation des Bauteilverhaltens
- Fertigungs- und Prozesssimulationen

Mess- und Analysemöglichkeiten sowie Verfahren zur Oberflächenbehandlung

- Charakterisierung und Steuerung von Verschleiß, Benetzungsverhalten, optischer Anmutung, Glanzgrad oder Haptik von Bauteiloberflächen
- Bewertung, Anpassung und Optimierung der Korrosionsstabilität, Adhäsion, Katalyse, Materialverträglichkeit, Diffusivität von Bauteiloberflächen
- Optimierung von Tribopaarungen, Bestimmung von Reibwert, Verschleißbeständigkeit, Notlaufeigenschaften, Schmierstoffstabilität, Frettingverhalten von Bauteilen im Einsatz

#### **Zielgruppen**

Unternehmen, Forschungseinrichtungen, öffentliche Auftraggeber

## 110 Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V., Freiburg, Hahn-Schickard-Institut für Mikroanalyzesysteme

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Georges-Koehler-Allee 103<br>79110 Freiburg   |
| Telefon  | +49 761 203-73200   |
| Fax      | +49 761 203-73299   |
| Homepage | <a href="https://www.hahn-schickard.de/anwendungen/nachhaltigkeit-energie-umwelt/elektrochemische-systeme/">https://www.hahn-schickard.de/anwendungen/nachhaltigkeit-energie-umwelt/elektrochemische-systeme/</a> |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle  |
| Kontakt  | Dr. Matthias Breitwieser  |
| Telefon  | +49 761 203-54063   |
| Mail     | <a href="mailto:matthias.breitwieser@hahn-schickard.de">matthias.breitwieser@hahn-schickard.de</a>  |

### Kurzinfo

Hahn-Schickard steht für industriennahe, anwendungsorientierte Forschung, Entwicklung und Fertigung in der Mikrosystemtechnik. An den Standorten Stuttgart, Villingen-Schwenningen und Freiburg werden Lösungen in der Mikrosystemtechnik entwickelt – von der ersten Idee bis hin zur Produktion. Entwicklungen - auch in regionalen und globalen Kooperationen mit der Industrie - umfassen innovative Produkte und Technologien in den Bereichen Sensorik und Aktorik, Systemintegration, cyber-physische Systeme, Kommunikationstechnik, Softwareentwicklung, Lab-on-a-Chip und Analytik, Mikroelektronik, Aufbau- und Verbindungstechnik, Mikromontage und Zuverlässigkeit.

Hauptanwendungsgebiete sind Industrie und Prozesstechnik (Industrie 4.0), Bioanalytik, Medizintechnik, Energie- und Umwelttechnik, Positionserfassung und Tracking sowie Smart Home.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

In der Gruppe „Elektrochemische Energiesysteme“ bei Hahn-Schickard in Freiburg werden innovative Herstellungsmethoden für Membran-Elektroden-Einheiten für elektrochemische Energiewandler und -speicher entwickelt. Hierzu gehören neue Ansätze in der additiven Fertigung von Brennstoffzell- oder Redox-Flow-Membranen und -Elektroden. Hinzu kommen intensive Aktivitäten im Bereich der Mikrocharakterisierung von nanoporösen Elektrodenschichten von Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzellen.

### Neue Herstellungskonzepte für Membran-Elektroden-Einheiten (MEA)

Bei Hahn-Schickard wurde in Kooperation mit der Universität Freiburg eine Methode zur Herstellung von Membran-Elektroden-Einheiten entwickelt. Hauptfokus liegt auf der additiven Herstellung von MEA durch Herstellungsmethoden wie Sprühbeschichtung und Elektrospinning. Hierbei wird auf die übliche Verwendung einer Membranfolie verzichtet – sie wird durch die direkte Ionomer-Beschichtung der Gasdiffusionselektroden ersetzt.

Die MEA können in Wasserstoffbrennstoffzellen (PEMFC, AEMFC), Elektrolysezellen oder Redox-Flow-Batterien eingesetzt werden. Für die Brennstoffzelle für automobilen Anwendung ist der Prozess bei Hahn-Schickard etabliert und wird derzeit auf Elektrolyse und Redox-Flow-Batterien übertragen.

### Mikrocharakterisierung von nanoporösen Elektroden für Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzellen

Die Mikrostruktur der Elektroden von Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzellen bestimmt entscheidend die Leistung der Zellen in der späteren Anwendung. Durch die Kombination von Rasterelektronenmikroskopie und Schnittfolgen mit einem fokussierten Ionenstrahl können Nanotomographien von porösen Elektroden hergestellt werden („FIB/SEM Tomographie“). An den Datensätzen dieser rekonstruierten Volumina können im Anschluss wichtige Transport- und Strukturparameter wie die Diffusivität oder die Tortuosität im Porenraum berechnet werden. Die aus der echten Mikrostruktur errechneten Parameter können dann direkt in die Herstellung fließen und so die Prozessentwicklung erheblich beschleunigen. Besonders bei hohen Leistungsdichten, die in automobilen Anwendungen gefordert sind, ist die Optimierung der Elektroden besonders relevant.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Herstellungslabor:

- Ultraschall-Sprühbeschichter
- Multimaterial-Inkjet-Drucker
- Heißpresse
- Elektrospinning-Geräte
- Equipment zur Membranherstellung  
(Casting-Tisch, Vakuum-Ofen ...)

Charakterisierungslabor:

- SEM
- Brennstoffzell-Tester
- Potentiostaten

### **Zielgruppen**

Forschung, Hochschulen, Industrie, Verbände

## 111 Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V., Stuttgart, Hahn-Schickard-Institut für Mikroaufbautechnik

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Allmandring 9 b<br>70569 Stuttgart   |
| Telefon  | +49 711 685-83712  |
| Fax      | +49 711 685-83705  |
| Homepage | <a href="http://www.hahn-schickard.de">www.hahn-schickard.de</a>                         |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. André Zimmermann  |
| Kontakt  | Carmen Bellezer  |
| Telefon  | +49 711 685-83712  |
| Mail     | <a href="mailto:carmen.bellezer@hahn-schickard.de">carmen.bellezer@hahn-schickard.de</a> |

### Kurzinfo

Hahn-Schickard steht für industriennahe, anwendungsorientierte Forschung, Entwicklung und Fertigung in der Mikrosystemtechnik. An den Standorten Stuttgart, Villingen-Schwenningen und Freiburg werden Lösungen in der Mikrosystemtechnik entwickelt – von der ersten Idee bis hin zur Produktion. Entwicklungen - auch in regionalen und globalen Kooperationen mit der Industrie - umfassen innovative Produkte und Technologien in den Bereichen Sensorik und Aktorik, Systemintegration, cyber-physische Systeme, Kommunikationstechnik, Softwareentwicklung, Lab-on-a-Chip und Analytik, Mikroelektronik, Aufbau- und Verbindungstechnik, Mikromontage und Zuverlässigkeit.

Hauptanwendungsgebiete sind Industrie und Prozesstechnik (Industrie 4.0), Bioanalytik, Medizintechnik, Energie- und Umwelttechnik, Positionserfassung und Tracking sowie Smart Home.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Das Hahn-Schickard-Institut für Mikroaufbautechnik bietet seinen Kunden umfassende Unterstützung während des gesamten Produktentwicklungszyklus auf sechs strategischen Themenfeldern.

#### Sensoren und Sensorsysteme

Das Institut entwickelt Sensoren und Sensorsysteme auf Basis unterschiedlicher physikalischer Wirkprinzipien und Technologien. Durch das Einbringen der hohen Kompetenz in der Mikroaufbautechnik können Sensoren so nah wie möglich an den Einsatzort gebracht werden.

Dies erfordert Miniaturisierung, eine Anpassung an den Bauraum sowie eine hohe Zuverlässigkeit unter rauen Umgebungsbedingungen.

#### Optische Mikrosysteme – optische Komponenten und Systemintegration

Das Portfolio an mikrooptischen Komponenten umfasst u.a. Mikrolinsen, diffraktive Elemente, hybride optische Elemente, Mikrospiegel und Wellenleiter. Zudem stehen Entwicklungen optischer Sensoren, des Active Alignment und der hochpräzisen Montage von Optiken im Mittelpunkt.

#### Rapid Manufacturing

Dies umfasst die Erschließung digitaler Prozessketten auf Basis additiver und subtraktiver 2D- und 3D-Prozesse unter Einsatz von Direktbelichtung, Drucktechnologien und Lasertechnologien sowie den Nachweis von deren Zuverlässigkeit. Der Fokus liegt auf der Erhöhung des Reifegrads vom Rapid Prototyping hin zum Rapid Manufacturing.

#### Ultradünne flexible Mikrosysteme

Im diesem Bereich befasst sich das Institut mit der kompletten Technologiekette und der Absicherung der Zuverlässigkeit unter relevanten Lastfällen. Beispiele sind die Strukturierung von Foliensubstraten, Montage und Kontaktierung ultradünner Komponenten und der Aufbau mehrlagiger Systeme.

#### Räumliche Elektronik

Die Erhöhung des Reifegrads von MID-Technologien umfasst unter anderem die Standardisierung, z. B. für die Laserdirektstrukturierung, ein tiefgehendes Verständnis der Zuverlässigkeit und die Verbesserung der Fine-Pitch-Fähigkeit.

Die Werkstoffpalette von Thermoplasten wird dabei um Keramiken und Duroplaste für den Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen erweitert.

### Mikrostrukturierung

Das Institut verwendet und kombiniert unterschiedliche Prozesse zur direkten Fertigung von Bauteilen, z.B. Laserprozesse, nass-chemische Metallisierung, Druckprozesse, Hoch- und Ultrapräzisionsbearbeitung, MEMS-Strukturierungsverfahren und Galvanokopier-techniken. Mikrostrukturierte Komponenten werden in Spritzgieß- und Moldingwerkzeuge zur Replikation mittels Kunststofftechnik integriert.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Digital Light Processing

Drucktechniken:

- Aerosoljet, Inkjet, Siebdruck, Flash Curing

Aufbau- und Verbindungstechnik:

- SMD-Bestückung, 3D-Präzisionsbestückung, Dampfphasenlöten, Reflowlöten, Konvektionslöten, Drahtbonden (Al und Au), Flipchipbonden, Bondtester, Widerstandsschweißen, Plasmabehandlung, CO<sub>2</sub>-Schneestrahlnreinigung

Lasertechnik:

- 1.064 nm, Spot Size 60 µm und 85 µm
- 355 nm, Spot Size 20 µm
- Picosekundenlaser, 532 nm, Spot Size 10 µm und 23 µm

Selektive Beschichtungsprozesse:

- Außenstromlos chemische Abscheidung (Cu/Ni/Au; Cu/Ag; Cu/Sn; Cu/Pd/Au)

PVD:

- Pilotline für System-in-foil
- Conformal Coater, Direktbelichter, Ätztechnik, Mikrogalvanik (Cu, Ni, Au, Pd), Laminierpresse

Analysetechnik:

- REM, EDX, Röntgenfluoreszenzmessung, CT, IR-Spektrometrie
- WLI, optischer Profilometer, Tastschnitt, 3D-Koordinatenmessung, LaserScanning Mikroskopie, optische Mikroskopie
- DSC, thermomechanische Analyse, Thermokamera, thermische Leitfähigkeit
- Zugprüfmaschine mit Klimakammer, Schlifftechnik
- Umweltprüfung (Temperaturschock, Feuchte-Wärme, Vibration)
- elektrische Messtechnik

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, KMU, öffentliche Geldgeber, Hochschule

## 112 Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V., Villingen-Schwenningen, Hahn-Schickard-Institut für Mikro- und Informationstechnik

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Wilhelm-Schickard-Straße 10<br>78052 Villingen-Schwenningen                          |
| Telefon  | +49 7721 943-0   |
| Fax      | +49 7721 943-210   |
| Homepage | <a href="http://www.hahn-schickard.de">www.hahn-schickard.de</a>                     |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Alfons Dehé   |
| Kontakt  | Moritz Faller  |
| Telefon  | +49 7721 943-221   |
| Mail     | <a href="mailto:moritz.faller@hahn-schickard.de">moritz.faller@hahn-schickard.de</a> |

### Kurzinfo

Hahn-Schickard steht für industriennahe, anwendungsorientierte Forschung, Entwicklung und Fertigung in der Mikrosystemtechnik. An den Standorten Stuttgart, Villingen-Schwenningen und Freiburg werden Lösungen in der Mikrosystemtechnik entwickelt – von der ersten Idee bis hin zur Produktion. Entwicklungen - auch in regionalen und globalen Kooperationen mit der Industrie - umfassen innovative Produkte und Technologien in den Bereichen Sensorik und Aktorik, Systemintegration, cyber-physische Systeme, Kommunikationstechnik, Softwareentwicklung, Lab-on-a-Chip und Analytik, Mikroelektronik, Aufbau- und Verbindungstechnik, Mikro-montage und Zuverlässigkeit.

Hauptanwendungsgebiete sind Industrie und Prozesstechnik (Industrie 4.0), Bioanalytik, Medizintechnik, Energie- und Umwelttechnik, Positionserfassung und Tracking sowie Smart Home.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Die Kompetenz des Instituts ist die kundenspezifische Entwicklung von Sensoren und mobilen, autonomen Sensorsystemen sowie deren maßgeschneiderte Integration in spezifische Anwendungen.

Beispiele für Messgrößen sind Beschleunigung, Drehrate, Drehwinkel, Neigung, Druck und Differenzdruck, Strömung, Taupunkt sowie Position. Zu den wichtigsten Einsatzfeldern der

entwickelten Sensoren gehören die Erfassung, Analyse und Regelung komplexer Bewegungsabläufe und die Überwachung von Umgebungsbedingungen.

In unserer MEMS-Fertigungslinie werden kunden- und bauteilspezifische Prozessketten zur Herstellung mikromechanischer Komponenten sowie deren Integration im Gesamtsystem entwickelt und diese in die Produktion überführt. Um die Produktionsfähigkeit der entwickelten Verfahren zu gewährleisten, steht schon zu Beginn der Bauteilentwicklung die enge Zusammenarbeit mit den Kunden an erster Stelle. Der enge Kontakt zu Produzenten großer Stückzahlen wird kontinuierlich gepflegt, damit am Ende der Entwicklungsphase auch die Möglichkeit der Massenerzeugung sichergestellt ist. Dies gilt sowohl für die Fertigung der Siliziumchips wie auch für die Aufbau- und Verbindungstechnik, die für die Mehrzahl mikromechanischer Bauteile erst die Adaption zur Umgebung schafft.

### Ausstattung/Einrichtungen

Das Institut verfügt über eine umfangreiche Ausstattung an Mess- und Prüftechniken und baut maßgeschneiderte Labor-Prüfstände für spezielle Messaufgaben auf. Darüber hinaus stehen Messmittel des Instituts für spezielle Einzelprüfungen zur Verfügung: Rasterelektronenmikroskopie mit EDX-Materialanalyse, Thermographie, Klimamesstechnik, Laser-vibrometer u. v. m.

Im eigenen Reinraum betreibt Hahn-Schickard eine komplette Silizium-Fertigungslinie für 100-mm- und 150-mm-Wafer mit einem Back-End-Bereich für die Aufbau- und Verbindungstechnik. Die anlagentechnische Ausstattung stellt dabei sämtliche Prozesse der Silizium-Mikromechanik als stabile und qualifizierte Standardprozesse zur Verfügung.

### Zielgruppen

Wirtschaft, Industrie, KMU, öffentliche Geldgeber, Hochschule

## 113 Helmholtz-Institut Ulm (HIU)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Helmholtzstraße 11<br>89081 Ulm                                      |
| Telefon  | +49 731 50-34001   |
| Fax      | +49 731 50-34009   |
| Homepage | <a href="http://www.hiu-batteries.de">www.hiu-batteries.de</a>       |
| Leitung  | Prof. Maximilian Fichtner  |
| Kontakt  | Daniel Messling  |
| Telefon  | +49 731 50-34013   |
| Mail     | <a href="mailto:daniel.messling@kit.edu">daniel.messling@kit.edu</a> |

### Kurzinfo

Das Helmholtz-Institut Ulm (HIU) beschäftigt sich mit der Erforschung und Entwicklung von elektrochemischen Batteriekonzepten der nächsten und übernächsten Generation. Effiziente Batterien sind der wichtigste Schlüssel für das Gelingen der Energiewende und der Elektromobilität. Das internationale Team aus rund 120 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern forscht am HIU an der Weiterentwicklung der Grundlagen von zukunftsfähigen Energiespeichern für den stationären und mobilen Einsatz.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Lithium-Ionen-Batterien

Der aktuell wichtigste Batterietyp unter den wiederaufladbaren Hochleistungsbatterien ist die Lithium-Ionen-Batterie. Lithium-Ionen-Batterien werden bereits kommerziell in Unterhaltungselektronik, Elektrowerkzeugen, Hybridfahrzeugen und in Elektroautos genutzt, während der kommerzielle Einsatz von stationären Energiespeichern noch eher in den Anfängen steckt. Unabhängig vom Anwendungsbereich ist bei herkömmlichen Lithium-Ionen-Batterien die maximale Speicherkapazität nahezu erreicht, daher stehen im Mittelpunkt der Forschung die Erhöhung der Leistungsfähigkeit und die Optimierung der Batterien. Um hier signifikante Fortschritte zu erreichen, muss die Entwicklung neuer

Speichermaterialien und Konzepte vorangetrieben werden. Um die Energiedichte von Batteriezellen weiter signifikant zu erhöhen, werden zudem neue elektrochemische Paarungen und Möglichkeiten für eine noch kompaktere Bauweise untersucht.

#### Neuartige Batterietypen

Das Institut erforscht zudem auf Basis experimenteller Untersuchungen und theoretischer Modellierung neuartige Batterietypen, um Verbesserungen sowohl bei der Entwicklung der Materialien als auch bei der Batteriearchitektur zu erreichen. Bei den alternativen Materialsystemen werden wiederum zwei Gruppen unterschieden. Ein Schwerpunkt der Forschung liegt auf der Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Batterie in Richtung sogenannter „Post-Lithium-Ionen“-Systeme: Sie weisen zwar weiterhin Lithiumverbindungen als Bestandteil auf, jedoch können durch neue Materialkonzepte deutlich höhere Packungsdichten und damit höhere Speicherkapazitäten erzielt werden. Aus dieser Gruppe stehen Lithium-Schwefel-Batterien und Lithium-Luft-Batterien im Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten.

Die zweite Gruppe bilden Systeme mit neuartigen Aktivmaterialien, deren Elementzusammensetzung nachhaltig verfügbar ist und für deren Funktion kein Lithium mehr benötigt wird wie Natrium-, Magnesium-, oder Chlorid-Ionen-Batterien.

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

Hochtechnologisierte Chemie- und Physiklabore sowie ein 25 m<sup>2</sup> großer Trockenraum, u. a. Mikroskopie, Transmissionselektronenmikroskopie, Spektroskopie, Röntgenbeugungsuntersuchung

#### **Zielgruppen**

Politik, Industrie, Wirtschaft, Forschung, Hochschule

## 114 Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS CHIPS)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Allmandring 30a<br>70569 Stuttgart                       |
| Telefon  | +49 711 21855-0  |
| Fax      | +49 711 21855-111  |
| Homepage | <a href="http://www.ims-chips.de">www.ims-chips.de</a>   |
| Leitung  | Prof. Dr.-Ing. Joachim<br>Burghartz                      |
| Kontakt  | Prof. Dr.-Ing. Joachim<br>Burghartz                      |
| Telefon  | +49 711 21855-0  |
| Mail     | <a href="mailto:info@ims-chips.de">info@ims-chips.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS CHIPS) ist eine eigenständige Stiftung nach bürgerlichem Recht und betreibt wirtschaftsnahe Forschung auf den Gebieten Halbleiterintegration, Integrierte Schaltungen und Systeme, M(E)MS-Technologien, Nanostrukturierung und Bildgebende Sensorik.

Das Institut ist Partner für zahlreiche kleine und mittlere Unternehmen insbesondere in Baden-Württemberg und arbeitet mit internationalen Halbleiterunternehmen und Zulieferern zusammen. IMS CHIPS ist eine von 13 Vertragsforschungseinrichtungen der Innovationsallianz Baden-Württemberg, kooperiert mit der Universität Stuttgart und ist in die Lehre der Fakultäten Elektrotechnik und Maschinenbau eingebunden.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Integrierte Schaltungen und Systeme

Anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs) für verschiedenste Anwendungen in der Industrie, im Konsumgüterbereich sowie in der Luft- und Raumfahrt bilden das Rückgrat des Geschäftsfelds Integrierte Schaltungen und Systeme. Wichtige Arbeitsgebiete sind außerdem mikroelektronische Lösungen für die Bio-Medizinelektronik und für Anwendungen in der vernetzten Automatisierungstechnik/Industrie 4.0 sowie komplexe Mikrosysteme, die Mikroelektronik mit -mechanik und -optik verbinden.

#### Bildgebende Sensorik

Das Geschäftsfeld Bildgebende Sensorik entwickelt maßgeschneiderte Bildsensoren-systeme und Kameras auf der Basis eigener CMOS-Bildsensoren, die sich durch eine extrem hohe Helligkeitsdynamik und Verarbeitungsgeschwindigkeit auszeichnen und für Anwendungen mit hohen Anforderungen an Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit prädestiniert sind. Ein weiteres Arbeitsgebiet ist die berührungslose bildgebende Temperaturmessung mit Hilfe speziell angepasster Bildsensoren.

#### Halbleiterintegration

Silizium-Prozesse, die alle notwendigen Schritte zur Herstellung von CMOS-Schaltungen, aber auch zur Realisierung von integrierten Sensoriklösungen abdecken, werden vom Geschäftsfeld Halbleiterintegration ebenso angeboten wie die nachträgliche Bearbeitung von CMOS-Wafern mit Add-on-Prozessen, etwa zur Beschichtung von Sensor-Arrays mit Filterstrukturen. Ein besonderes Arbeitsgebiet stellt die Entwicklung und Herstellung sogenannter hybrider Systeme-in-Folie dar, mit der Möglichkeit, ultradünne Mikrochips anzufertigen oder bereits fertig prozessierte Wafer auf eine Restdicke von wenigen zehn Mikrometern abzutragen. Ein junges und sehr vielversprechendes Arbeitsgebiet stellt die GaN-Technologie dar, die als Pilotlinie betrieben wird und die Möglichkeiten der direkten Verbindung von CMOS-Silizium-Chips mit eigenen GaN-Komponenten erforscht.

#### M(E)MS-Technologien

Im Geschäftsfeld M(E)MS-Technologien liegt ein Schwerpunkt auf dem Arbeitsgebiet der sogenannten großflächigen M(E)MS: Hochpräzise Membranen aus Silizium, elektrisch steuerbare Ablenkeinheiten und mikromechanische Bauteile werden hier entwickelt und produziert. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Pilotlinie für Silizium-Photonik, in der die Integration von optischen Komponenten auf Siliziumchips erforscht wird.

### Nanostrukturierung

Das Geschäftsfeld Nanostrukturierung befasst sich mit der Entwicklung und Anfertigung von Photomasken für unterschiedlichste Anforderungen. Weitere Arbeitsgebiete sind diffraktive Optiken, die mittels Elektronenstrahl-Direktschreibverfahren auch auf großen Substraten nanometergenau hergestellt werden können, und Replikationsmaster, die beispielsweise für extrem präzise Stempel- und Abformprozesse benötigt werden.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Das Institut für Mikroelektronik Stuttgart bietet Design- und Technologiekompetenz in Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik und Nanostrukturierung. Es betreibt Forschung, Entwicklung und Fertigung für KMU und Großunternehmen und engagiert sich in Wissenschaftskooperationen mit Universitäten und Instituten:

- Zertifizierung sowohl für Entwicklung als auch für Herstellung nach IECQ und ISO 9001 (Auszeichnung als einer der „100 Orte für Industrie 4.0“ in Baden-Württemberg)
- Werkzeuge zur Schaltungs- und Systementwicklung in eigener zertifizierter CMOS-Fertigung sowie in Foundry-Technologien mit Add-on-Prozessen
- Plattform für Nanostrukturierung auf Wafer- und Masken-Substraten mittels E-Beam-, Laser- und optischer Lithographie
- Pilotlinien für Sondertechnologien wie CMOS-kompatible GaN-Leistungselektronik, integrierte Photonik und großflächige M(E)MS
- Reinraumfläche von 1.200 m<sup>2</sup> der Klasse ISO4
- Aufbau- und Verbindungstechniken zur qualifizierten Montage von Mikrochips bis hin zu Raumfahrtanwendungen sowie Labore für Test und Qualität

### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

## 115 Institut Stadt|Mobilität|Energie (ISME)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Rotenwaldstraße 18<br>70197 Stuttgart                                |
| Telefon  | +49 711 65699014   |
| Fax      |  |
| Homepage | <a href="http://www.i-sme.de">www.i-sme.de</a>                       |
| Leitung  | Prof. Dr. Wolfgang Rid   |
| Kontakt  | Manfred Schmid   |
| Telefon  | +49 711 65699014   |
| Mail     | <a href="mailto:manfred.schmid@i-sme.de">manfred.schmid@i-sme.de</a> |

### Kurzinfo

Das Institut Stadt|Mobilität|Energie (ISME) ist eine Beratungs- und Planungsgesellschaft und wurde zum Jahreswechsel 2015/2016 aus der gleichnamigen Forschungsgruppe an der Universität Stuttgart gegründet. ISME berät und erarbeitet Konzepte zur Lösung kommunaler und betrieblicher Fragestellungen im Bereich nachhaltiger Mobilitäts- und Stadtplanung. ISME entwirft und begleitet Transformationsprozesse mit Hilfe praxiserprobter Analyseverfahren, Nutzeraktivierung und Moderation. Zentrale Aspekte sind stets die räumlich adäquate Integration neuer Mobilitätsformen (bspw. angepasster Sharing- bzw. Pooling-Konzepte) und neuer Technologien (bspw. Elektromobilität).

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

#### Erarbeitung kommunaler und betrieblicher (Elektro-)Mobilitätskonzepte

Zu den Schwerpunkten zählt die Erstellung bedarfsgerechter Ladeinfrastrukturkonzepte (bspw. Stadt Schwäbisch Gmünd und Stadt Göppingen), die Fuhrparkanalyse und Elektrifizierung von Flotten (bspw. Landkreis Ilm-Kreis), der Aufbau von Sharing-Systemen (bspw. Elektromobilitätskonzept Jenaer Nahverkehr) sowie stadtplanerische und interdisziplinäre Umsetzungskonzepte bei Bauvorhaben, z. B. nachhaltige Mobilitätskonzepte für Gewerbegebiete (bspw. Elektromobilitätskonzept Gemeinde Gärtringen), im Wohnungsbau und bei Nachverdichtungen (bspw. Stadt Augsburg), u. a. zur Reduzierung von Stellplatzanforderungen (bspw. Mobilitätskonzept Stadt Schwäbisch Gmünd, Am Hardt) oder zur Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Belastung (bspw. Green-City-Masterplan Stadt Backnang).

#### Aktivierungs- und Kommunikationsstrategien

ISME bietet in diesem Zusammenhang alle Leistungen von der Planung und Beratung (städtebaulich, ökonomisch, ökologisch und prozessual) über die Ausgestaltung kollaborativer Beteiligungsprozesse (Beteiligungsdesign und Durchführung von Veranstaltungen, Workshops etc.) bis hin zur wissenschaftlichen Evaluation an.

#### Begleitforschungen

Im Rahmen von Begleitforschungsprojekten (bspw. BMVI Förderprogramm Elektromobilität) ist ISME in den Themenfeldern „Stadt-, Raum- und Verkehrsplanung“, „Flottenmanagement“ und „Car-Sharing“ aktiv. Darin wurden zahlreiche Vernetzungsveranstaltungen, Themenfeldtreffen, Workshops, Umfragen und Interviews durchgeführt. Die Erkenntnisse hieraus werden in praxisgerechten Handlungsleitfäden gebündelt, bspw. „Elektromobilität in Kommunen“ (2014), „Elektromobilität in Flotten“ (2014), „Carsharing & Elektromobilität“ (2016). Auch aktuell ist das ISME mit der Begleitforschung im Themenfeld „Vernetzte Mobilität“ des BMVI betraut.

#### Ausstattung/Einrichtungen

Elektromobilität:

- Standort-Tool zur Verortung und Dimensionierung öffentlicher Ladeinfrastruktur („Elektromobile Quartiertypologie“)
- Fuhrparkanalyse-Tool und Elektrifizierung und Diversifizierung kommunaler/betrieblicher Flotten
- Ladebedarfsprognose-Tools Elektromobilität mit Zeithorizont 2040
- Konzeptionierungen und Machbarkeitsuntersuchungen zur Integration erneuerbarer Energien

Mobilität in der Stadtplanung:

- Analyse-Tool Integrierte Stadt- und Mobilitätsentwicklung: geoinformationsbasierte Analyse Wohnflächenpotenziale und Mobilitätsansprüche
- Radweganpassung an erhöhte Durchschnittsgeschwindigkeiten durch Pedelecs

Aktivierung, Kommunikation, Beteiligung:

- unterschiedliche Beteiligungsformate zur Gestaltung von Transformationsprozessen – Workshop-Techniken, Szenario-Technik, Participatory Back-casting, Dynamischer Masterplan, Roadmapping, Experten-Delphi etc.
- Instrumente und Methoden zur Aktivierung von Nutzern und Nutzergruppen für innovative Mobilitätssysteme

**Zielgruppen**

Kommunen, Landkreise, Unternehmen, Verbände, Forschung

## 116 Labornetzwerk Baden-Württemberg für Elektromobilität XiL-BW-e

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Karlsruher Institut für Technologie (KIT)<br>IPEK – Institut für Produktentwicklung<br>Kaiserstraße 10<br>76131 Karlsruhe |
| Telefon  | +49 721 608-46470   |
| Fax      | +49 721 608-45487   |
| Homepage | <a href="http://www.xil-bw-e.de/">http://www.xil-bw-e.de/</a>   |
| Leitung  | Dr.-Ing. Matthias Behrendt  |
| Kontakt  | Dr.-Ing. Matthias Behrendt  |
| Telefon  | +49 721 608-46470   |
| Mail     | <a href="mailto:matthias.behrendt@kit.edu">matthias.behrendt@kit.edu</a>  |

### Kurzinfo

Das komplexe Zusammenwirken von mechanischen, elektrischen und informationstechnischen Komponenten in modernen Fahrzeugen erfordert interdisziplinäre und systemisch hoch integrative Entwicklungs-umgebungen. Möglichst früh im Produktentstehungsprozess müssen einzelne Komponenten trotz fehlender Gesamtsystemprototypen in einer gesamtsystemnahen Umgebung untersucht werden.

In XiL-BW-e haben sich deshalb Forschungsstellen aus Baden-Württemberg – das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), die Universität Ulm, die Universität Stuttgart, die Hochschule Aalen und die Hochschule Esslingen – zu einem neuartigen Forschungs- und Laborverbund zusammengeschlossen, um Expertisen und Testing-Infrastrukturen zum Thema Elektromobilität zu vernetzen. Das gesamte Labornetzwerk, an dem derzeit über 30 Forscher beteiligt sind, besteht aus zwei Bestandteilen – dem Systemerprobungsnetzwerk und dem Batterieanalysenetzwerk.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Durch die fachbereichsübergreifende Verknüpfung aller Projektpartner wird die Untersuchung verschiedener System- und Antriebsstrangkomponenten im Wechselspiel mit neuartigen Batterien unter realen Bedingungen ermöglicht. Unterschiedlich kombinierte Systeme und Antriebslösungen, wie beispielsweise in hybriden Fahrzeugen eingesetzt, können so schnell und flexibel getestet werden, ohne dass diese am selben Standort aufgebaut werden müssen. Zu den geplanten Forschungsfeldern zählen unter

anderem Entwicklung und Bewertung intelligenter Betriebsstrategien, Verhalten und Alterung von Batteriezellen im Systemverbund, induktive Ladetechniken für Fahrzeuge und Analyse von Real-Driving-Emissions.

### Systemerprobungsnetzwerk

Das Systemerprobungsnetzwerk konzentriert sich auf die systemischen Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten. Es ermöglicht die Vernetzung von Fachwissen für die Systemanalyse bis hin zur Erstellung von räumlich verteilten X-in-the-Loop-Testumgebungen. Dabei wird für die Forschungslandschaft in Baden-Württemberg ein deutlicher Mehrwert geschaffen. Durch die Kombination unterschiedlicher Kompetenzen der einzelnen Partner wird eine tiefere und breitere interdisziplinäre Sichtweise ermöglicht, so dass Synergiepotenziale in den übergreifenden Forschungsfeldern gehoben werden.

### Batterieanalysenetzwerk

Das Batterieanalysenetzwerk (BAN) hat seinen thematischen Schwerpunkt auf der detaillierten Untersuchung von Wechselwirkungen in Batteriezellen und deren Einfluss auf ihre Leistung. Die Koordination von Analyseaktivitäten und die gezielte Erweiterung der Batterieanalyse-Infrastruktur ermöglichen über alle Längenskalen hinweg ein besseres Verständnis der Batteriestrukturen.

### Angebot des XiL-BW-e

Das Netzwerk bietet Entwicklungsumgebungen für unterschiedliche Bedarfe, neben Beratung zu Entwicklung und Vernetzung u. a.

- bedarfsgerechte Auswahl und Kombination von Modellen und Prüfinfrastruktur
- Entwicklung und Validierung von Produkten und Prototypen unter realistischen Bedingungen
- Alterungsuntersuchungen auf Zell- und Systemebene, Elektroden- und Zellentwicklung
- Multiskalenanalytik und Qualitätsbewertung von Batterien unterschiedlicher Formate

Dabei können sowohl Gesamtfahrzeug als auch E-Maschine, Verbrennungskraftmaschine, Powertrain (konventionell, hybrid, rein elektrisch) sowie Batterie und Ladeinfrastruktur abgebildet und integriert werden.

## Ausstattung/Einrichtungen

Die Partner verfügen u. a. über folgende Infrastruktur.

KIT – Institut für Produktentwicklung (IPEK)

- Powertrain-in-the-Loop-Prüfstand (PLP): Aufbau eines kompletten Triebstrangs mit zwei angetriebenen Rädern
- eDrive-in-the-Loop-Prüfstand (eDrIL): hochdynamische Untersuchung konventioneller, teil- oder vollelektrifizierter Antriebsstränge
- Akustikrollenprüfstand (ARP): Untersuchung des akustischen und schwingungstechnischen Verhaltens

KIT – Institut für Kolbenmaschinen (IFKM)

- Engine-in-the-Loop: Untersuchung des Verbrennungsmotors in einer XiL-Umgebung unter transienten Bedingungen

KIT – Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST)

- Vehicle Efficiency Laboratory: Untersuchungen zur Energieeffizienz

Universität Ulm – Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik (MRM)

- Batteriezellprüfstand (MRM BZP): Prüfung von Batteriezellen inkl. direkter Steuerung durch Echtzeithardware
- Antriebsstrangprüfstand (MRM ASP): Prüfstand für einen elektrischen Pkw-Antriebsstrang (Umrichter, Motor, Getriebe)

Universität Stuttgart – Institut für Elektrische Energiewandlung (IEW)

- Prüfstand für elektrische Antriebsmaschinen: zur Anwendung in Elektro- und Hybridfahrzeugen
- Prüfstand für induktive Ladesysteme: zur Anwendung in Elektro- und Hybridfahrzeugen

Universität Stuttgart – Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen (IVK)

- Engine-in-the-Loop-Prüfstand: Verbrennungsmotorenprüfstand mit hochinstationärer Abgasmesstechnik für die Entwicklung hybrider Antriebsstränge in vernetzter Umgebung

Hochschule Aalen – Institut für Materialforschung (IMFAA)

- FE-Rasterelektronenmikroskop: mit hoch-effizienten FIB-Einheiten und umfassender Analytik
- Forschungsauflichtmikroskop: Qualitätsbewertung von Batterien inklusive Kontrastierkammer zum reaktiven Sputtern von größeren Proben
- Computertomograph/Hochleistungs-PC-Cluster

## Zielgruppen

Vorwiegend Wirtschaft und Industrie, aber auch Forschung und Hochschulen

## 117 NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Markwiesenstraße 55<br>72770 Reutlingen                              |
| Telefon  | +49 7121 51530-0   |
| Fax      | +49 7121 51530-16  |
| Homepage | <a href="http://www.nmi.de/oberflaechen">www.nmi.de/oberflaechen</a> |
| Leitung  | Prof. Dr. Katja Schenke-Layland                                      |
| Kontakt  | Dipl.-Ing. Sebastian Wagner  |
| Telefon  | +49 7121 51530-523   |
| Mail     | <a href="mailto:sebastian.wagner@nmi.de">sebastian.wagner@nmi.de</a> |

### **Kurzinfo**

Das NMI, ein Forschungsinstitut der Innovationsallianz Baden-Württemberg, betreibt anwendungsorientierte Forschung an der Schnittstelle von Bio- und Materialwissenschaften. Ein interdisziplinäres Team von Wissenschaftlern erschließt und entwickelt neue Technologien für Unternehmen und öffentliche Forschungsförderer in den Geschäftsfeldern Pharma und Biotechnologie, Biomedizintechnik und Oberflächen- und Werkstofftechnologie.

### **Schwerpunkte/Arbeitsgebiete**

In der Werkstofftechnik liegen die Arbeitsschwerpunkte in den Bereichen Beschichtungstechnik, Kleb- und Prüftechnik, Tribologie sowie in der Schicht-, Grenzflächen- und Nanoanalytik.

### Industrielle Klebtechnologien

Das NMI unterstützt Kunden aus den Bereichen Fahrzeug- und Maschinenbau, Leichtbau, Medizintechnik sowie Elektronik, Feinwerktechnik und Bauwesen bei der systematischen Auswahl, Handhabung, Prüfung und Bewertung von Klebstoffen und Klebverbindungen sowie der anwendungsspezifischen Oberflächenvorbehandlung. Grundlage sind langjährige Erfahrungen in der Kleb- und Oberflächentechnik, anwendungsgerechte Festigkeits- und Beständigkeitsprüfungen sowie die fachgerechte Beurteilung der Prüfergebnisse. Zum Leistungsangebot zählen neben Kleben und Prüfen für industrielle wie medizintechnische Anwendungen auch Beratung und Schulung.

### Werkstoff- und Oberflächenanalytik

Das NMI klärt Prozesse an Grenz- und Oberflächen sowie in Mikro- und Nanostrukturen bis zu atomaren Dimensionen auf. Neben der analytischen Begleitung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten bietet das NMI ein breites Leistungsspektrum in der reinen Auftragsanalytik.

In den Laboren stehen dem NMI eine diversifizierte Geräteausstattung sowie ein breites Spektrum an präparativen, bildgebenden und spektroskopischen Methoden zur Verfügung.

### Tribologie

Das NMI hat eine ausgezeichnete Expertise bei der Charakterisierung und Analyse von tribologisch belasteten Oberflächen und Werkstoffen, die im Bereich der Elektromobilität eingesetzt werden. Neben den Untersuchungen zum Reib- und Verschleißverhalten von Werkstoffen und Beschichtungen wird auch die Wechselwirkung der Schmierstoffe mit den oberflächennahen Bereichen analysiert.

## **Ausstattung/Einrichtungen**

### Klebtechnologien

Polymeranalytik (dynamisch-mechanische Analyse (DMA)), dynamische Differenzkalorimetrie (DSC), Rheologie, Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FTIR); Bestimmung der Oberflächenenergie mittels Kontaktwinkel (Drop Shape Analyzer) und Testtinten; beschleunigte Alterung (Klimalagerung, Klimawechseltest, Medienbeständigkeit, Immersionsprüfung, Temperaturalterung ...); Prüftechnik (quasistatische und dynamische Prüfung (Zug-, Zugscher-, Druck-, Druckscher-, Schälprüfungen) an Proben, Bauteilen und am Gesamtprodukt); Oberflächenvorbehandlung (Druckluftstrahlverfahren (Korund, DELO-SACO®, Glasperlen), Corona, Laserstrahlvorbehandlung, Schleifverfahren, Atmosphären (AD-) und Niederdruckplasma (ND-Plasma), Beflammung/Pyrosil, ...); Schadensanalyse (Lichtmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie (REM/SEM/FIB/EDX), Photoelektronenspektroskopie (XPS));

Normprüfungen nach zahlreichen DIN- und ISO-Vorschriften.

### Werkstoff- und Oberflächenanalytik/Tribologie

SEM mit EDX (Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy); FIB/SEM Imaging (Dual Beam und Single Beam); TEM mit EDX Transmission Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy); XPS/ESCA (X-Ray Photoelectron Spectroscopy/Electron Spectroscopy for Chemical Analysis); SNMS/SIMS (Secondary Ion Neutral Mass Spectrometry); Raman Spectroscopy auch in Kombination mit AFM; TERS (Tip Enhanced Raman); AFM (Atomic Force Microscopy); EBSD (Electron Backscatter Diffraction); FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy); Nanoindenter IIT (Instrumented Indentation Testing); Nanoscratch; Conscan (Weißlicht Confocal Microscopy)

## **Zielgruppen**

Fahrzeug- und Maschinenbau, Leichtbau, Medizintechnik, Elektronik, Feinwerktechnik, Luft- und Raumfahrt, Bauwesen, Marine

## 118 Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe

|          |   |
|----------|---|
| Adresse  | Rintheimer Querallee 2<br>76131 Karlsruhe   |
| Telefon  | +49 721 608-0   |
| Fax      | +49 721 608-44290   |
| Homepage | <a href="http://www.profilregion-ka.de">http://www.profilregion-ka.de</a>   |
| Leitung  | <u>Wissenschaftliche Sprecher:</u><br><br>Prof. Dr. rer. nat. Frank Gauterin,<br>Karlsruher Institut für Technologie<br><br>Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner,<br>Fraunhofer-Institut für Chemische<br>Technologie<br><br><u>Clustermanagement:</u><br><br>Dr.-Ing. Lars-Fredrik Berg,<br>Fraunhofer-Institut für Chemische<br>Technologie<br><br>Dipl.-Ing. Ivica Kraljevic, Fraunhofer-<br>Institut für Chemische Technologie<br><br>Dr.-Ing. Matthias Pfriem, Karlsruher<br>Institut für Technologie |
| Kontakt  | Dr.-Ing. Matthias Pfriem, Karlsruher<br>Institut für Technologie  |
| Telefon  | +49 721 608-45366   |
| Mail     | <a href="mailto:matthias.pfriem@kit.edu">matthias.pfriem@kit.edu</a>  |

### Kurzinfo

Die Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe ist der Zusammenschluss der Karlsruher Institutionen für Forschung und Lehre im Bereich der Mobilitätssysteme in einem Leistungszentrum:

- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT)
- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB)
- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)
- Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM)
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft (HsKA)
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Sie ist eine offene Innovationsplattform für den partnerschaftlichen Austausch mit Industrie, Wirtschaft, Politik und weiteren Netzwerken, die permanent um neue Partner wächst. Das Leistungszentrum bündelt und vernetzt disziplin- und organisationsübergreifend Kompetenzen und Personen zur gemeinsamen

Erforschung und Entwicklung von zukunftsweisenden Mobilitätslösungen. Es agiert darüber hinaus als zentrale Anlaufstelle für Netzwerkpartner und Kunden, ist Impulsgeber und Berater für die Transformation des Mobilitätssystems und fördert aktiv den Transfer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die wirtschaftliche und gesellschaftliche Umsetzung.

Die gemeinsamen Ziele sind dabei, einen bidirektionalen Wissensaustausch zwischen Forschungseinrichtungen und Industrie zu ermöglichen, Forschungsagenden zu erstellen, gemeinsame Projektvorhaben anzubahnen und Synergiepotenziale zu heben, um einen größtmöglichen Nutzen für alle Beteiligten zu generieren.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Ziel der Profilregion ist es, die Mobilität systemisch in ihrer ganzen Breite zu adressieren. In drei strategischen Forschungsfeldern wird in gemischten Teams aus Forscherinnen und Forschern der verschiedenen Einrichtungen an den Herausforderungen auf dem Weg zu einer nachhaltigen und modernen Mobilität gearbeitet:

- Verkehr und Gesellschaft
- Digitalisierung
- Fahrzeuge und Umwelt

Im Feld *Verkehr und Gesellschaft* werden Befragungen und Studien durchgeführt, um Änderungen im Mobilitätsverhalten und der Mobilitätsanforderungen sowie Potenziale im Blick auf neue Angebote wie Car-Sharing und alternative Antriebe zu untersuchen. Außerdem wird – gestützt durch Simulationsrechnungen, Verkehrsflussuntersuchungen und Marktszenarien – die zukünftige Verkehrsinfrastruktur für Personenverkehr und Logistik konzipiert.

Im Forschungsfeld *Digitalisierung* wird an der Einführung von sicherem vernetztem und automatisiertem Fahren geforscht. Dies reicht von der Untersuchung von Kommunikation und Allianzbildung zwischen Fahrzeugen über konkrete kooperative Manöver und Fahrsituationen mit hoher Eignung für zeitnahe Einführung der Automatisierung bis hin zur Entwicklung und Absicherung von autonomen

„Robotaxis“ für den 24/7-Fail-Safe-/Fail-Operational-Betrieb. Begleitet wird dies durch virtuelle und gemischt physisch-virtuelle Erprobung und Absicherung, wofür eigens geeignete Simulations- und Testumgebungen entwickelt werden.

Im Feld *Fahrzeuge und Umwelt* wird an umweltfreundlichen alternativen Antrieben und begleitenden werkstoffseitigen Verbesserungen geforscht. So soll die Effizienz hybrider Antriebe durch möglichst optimale, auf Realnutzung basierende Topologieauswahl gesteigert werden wie auch durch die Optimierung des Thermohaushalts im Fahrzeug. Begleitet wird dies durch intelligenten Systemleichtbau bei zentralen Fahrzeugkomponenten wie Batteriegehäusen. Darüber hinaus wird an maßgeschneiderten, regenerativen Kraftstoffen und hierfür notwendigen verbrennungsmotorischen Anpassungen geforscht, um CO<sub>2</sub>-neutrale und emissionsarme Antriebe für Anwendungsfelder mit Bedarf an hoher Energiedichte (z. B. Fern- oder Flugverkehr) zu ermöglichen.

In allen Themenfeldern wird der regelmäßige fachliche und strategische Austausch mit Industrie und Wirtschaft gesucht, der sich bis zur aktiven Mitarbeit als Konsortialpartner oder zur gemeinsamen Anbahnung neuer Vorhaben erstrecken kann.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Für ihre Aktivitäten greift die Profilregion auf die reichhaltige Infrastruktur und Vorarbeiten der darin gebündelten Forschungseinrichtungen zurück. Diese umfasst

- Prüfstände für Materialien, Komponenten und funktionale Gruppen wie Sensoren, Motoren oder Getriebe bis hin zu Gesamtfahrzeugprüfständen vom Pkw bis zum schweren Nutzfahrzeug
- Klimakammern
- Umfangreiche Sammlungen an Simulationsumgebungen, Forschungsdaten und Hochleistungs-Rechenclustern
- Leistungsfähige Fertigungs- und Produktionsanlagen mit Möglichkeiten vom Prototypenbau bis zur Kleinserie, beginnend bei einzelnen Komponenten und Bauteilen bis hin zu alternativen Kraftstoffen
- Laborumgebungen für die Untersuchung der Interaktion des Nutzers im Mobilitätssystem von Ergonomieprüfständen über Fahrsimulatoren bis zum Entscheidungslabor

Außerdem kann sich das Leistungszentrum für Felderproben auf zahlreiche Forschungsfahrzeuge und Prototypen wie eine kleine Flotte autonomer Pkw und Erprobungsplattformen sowie die umfangreiche Landschaft von Reallaboren am Standort stützen wie beispielsweise das Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg, efeuCampus oder eWayBW.

### **Zielgruppen**

Die Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe richtet sich an ein breites Feld möglicher Kooperationspartner aus Industrie und Wirtschaft zum strategischen Austausch und zur Anbahnung von gemeinsamen Forschungs- und Demonstrationsvorhaben. Sie dient als Impulsgeber und Berater für Politik, öffentliche Hand und weitere Netzwerke. Darüber hinaus wird in verschiedenen Formaten wie beispielsweise Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen auch der regelmäßige Austausch mit der breiten Bevölkerung gesucht, um aktuelle Ergebnisse aus der Forschung zu verbreiten, aber auch Bedarfe und Impulse für die zukünftige Forschung aufzunehmen. Der Austausch mit der wissenschaftlichen Community wird im Rahmen von Publikationen und Fachkonferenzen gepflegt.

## 119 Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Helmholtzstraße 8<br>89081 Ulm                                     |
| Telefon  | +49 731 9530-0   |
| Fax      | +49 731 9530-666   |
| Homepage | <a href="http://www.zsw-bw.de">www.zsw-bw.de</a>                   |
| Leitung  | Prof. Dr. Werner Tillmetz  |
| Kontakt  | Tiziana Bosa   |
| Telefon  | +49 731 9530-601   |
| Mail     | <a href="mailto:tiziana.bosa@zsw-bw.de">tiziana.bosa@zsw-bw.de</a> |

### Kurzinfo

Das ZSW ist ein führendes Institut für angewandte Forschung zu Photovoltaik sowie der Batterie- und Brennstoffzellentechnologie. Weitere Themen sind die Erzeugung von regenerativen Brennstoffen und Wasserstoff sowie energiewirtschaftliche Systemanalysen. Aus der engen Kooperation mit vielen – zunehmend internationalen – Partnern aus der Industrie resultiert die Anwendungsnähe der Aktivitäten. Partnerschaften mit Forschungsinstituten und internationalen Wissenschaftlern sichern den Zugang zu neuesten Forschungsergebnissen und wissenschaftlich-technischem Nachwuchs.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Zu den Schlüsseltechnologien der Elektromobilität gehören fahrzeugtaugliche Batterien und Hochleistungsbrennstoffzellen – beides traditionelle Forschungsthemen des ZSW in Ulm. Die 30-jährige Expertise umfasst die komplette Wertschöpfungskette: die Modellierung und Simulation elektrochemischer Vorgänge, die Synthese und Charakterisierung von Aktivmaterialien, die Optimierung von Komponenten und deren Herstellungsverfahren sowie die Qualifikation neuer Produkte in den Testfeldern. Zum Portfolio gehören auch Superkondensatoren als Hochleistungsspeicher sowie neue Elektrolysetechnologien.

### Batterien

Motivation der Batterieforschung sind die kontinuierliche Erhöhung der Energiedichte unter Einhaltung von Sicherheitsstandards, das Hoch- und Tieftemperaturverhalten sowie Fragen zur Verfügbarkeit kritischer Materialien und Kosten. Parallel zu diesen evolutionären Entwicklungen werden auch komplett neue Speichertechnologien, wie Natrium-Ionen-Zellen, Metall-Luft-Systeme, Redox-Flow-Technologien oder asymmetrische Doppelschichtkondensatoren entwickelt.

Mit einem europaweit einzigartigen Entwicklungs- und Testzentrum für Batterien (eLaB) kann vom Aktivmaterial über Zellfertigungstechnologie bis zum Sicherheitstest alles bearbeitet werden. Die Produktionsanlagen für Lithium-Ionen-Batterien sind auf unterschiedliche Zellformate im Labor-, Pilot- und industrienahen Maßstab ausgelegt.

### Brennstoffzellen

Mit seiner langjährigen Erfahrung mit Brennstoffzellen gilt das ZSW als richtungsweisend bei Fragen zu Komponenten, zur Fertigung von Prototypen von Stacks und kompletten Systemen bis zum Testprogramm.

Kernkompetenzen sind Konstruktion, Charakterisierung, Simulation, Entwicklung und Bau von Stack- und Systemprototypen sowie die Entwicklung von Fertigungs- und Prüftechnologien. Mit 25 Testständen betreibt das ZSW eines der größten unabhängigen Testfelder für Brennstoffzellenstacks und Systemkomponenten.

### Wasserstoff

Wasserstoff ist ideal zur langfristigen Speicherung von überschüssigem regenerativ erzeugtem Strom. Das ZSW erforscht hierzu fortschrittliche Elektrolysetechnologien.

Für den Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff sind Untersuchungen zur Sicherung der Wasserstoff- und Betankungsqualität vorhandener und in Planung befindlicher H<sub>2</sub>-Tankstellen nach internationalen Standards (DIN ISO 14687-2) Gegenstand aktueller Arbeiten.

### **Ausstattung/Einrichtungen**

Brennstoffzellen:

- umfangreicher Gerätepark für elektrochemische Grundlagenarbeiten, zur Brennstoffzellenfertigung und für Post-mortem-Analysen
- Versuchsanlagen zur automatisierten Fertigung von Brennstoffzellenstacks
- umfangreiche Simulations- und Modellierungssoftware (Monte-Carlo, CDF etc.)
- Betrieb eines der weltweit größten unabhängigen Testfelder mit 25 vollautomatisierten Testständen (24/7-Dauertests) für Brennstoffzellenstacks bis 160 kWel Leistung
- Test von Brennstoffzellenmodulen mit Wasserstoff oder Wasserstoffgemischen von 100 W bis 100 kWel
- Probennahme und Analytik zur Bestimmung der Wasserstoffqualität nach ISO-14687-2 an H<sub>2</sub>-Tankstellen (mit 70 MPa Wasserstoffdruck)

Batterien:

- Laborausstattung zur Synthese und Charakterisierung von Funktionsmaterialien für Energiespeicherung
- Zellfertigungstechnologie vom Labormaßstab bis zur industriellen Forschungsplattform (Pouch-, Rund- und PHEV1-Zellen)
- professionelles Testfeld zur Charakterisierung von Einzelzellen über Module bis zu kompletten Batteriesystemen
- Prüfeinrichtungen für elektrische Untersuchungen im Leistungsbereich von wenigen Milliwatt bis zu maximal 320 kW bei Spannungen bis 1.000 V.
- umfangreiche Ausstattung und 20 Jahre Know-how mit Batteriesicherheitstests mit allen Arten von Batterien (von Zellen bis zu kompletten Batteriesystemen bis 20 kWh)
- nasschemisches Labor für die Batterieanalytik

### **Zielgruppen**

Verschiedene Industriebranchen (u. a. Spezialchemie, Automobil- und Zulieferindustrie, Energieversorgung), Politik, Wissenschaft

## 120 Cyber Valley

|          |  |
|----------|--|
| Adresse  | Cyber Valley<br>c/o MPI für Intelligente Systeme<br><br>Heisenbergstr. 3<br>70569 Stuttgart<br><br>Max-Planck-Ring 4<br>72076 Tübingen |
| Homepage | <a href="http://www.cyber-valley.de">www.cyber-valley.de</a>   |
| Leitung  | Sprecher:<br>Dr. Michael Black<br>Prof. Dr. Matthias Bethge  |
| Kontakt  |  |
| Telefon  | +49 711 689-1844   |
| Mail     | <a href="mailto:contact@cyber-valley.de">contact@cyber-valley.de</a>   |

### Kurzinfo

In der Forschungsoffensive Cyber Valley haben sich, gefördert vom Land Baden-Württemberg, das Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme mit seinen beiden Standorten in Tübingen und Stuttgart, die Universität Stuttgart und die Universität Tübingen mit sieben Partnern aus der Industrie zusammengeschlossen: Amazon, der BMW AG, der Daimler AG, IAV GmbH, der Porsche AG, der Robert Bosch GmbH und der ZF Friedrichshafen AG. Diese Kernpartner finanzieren das Cyber Valley seit 2017 für fünf Jahre mit einem hohen zweistelligen Millionenbetrag.

Auch wenn die aktuellen Kernpartner aus der Wirtschaft mehrheitlich der baden-württembergischen Automobil- und Zuliefererindustrie angehören, versteht sich der Forschungsverbund als offenes Konsortium für Akteure und Firmen aus allen Bereichen von Wirtschaft und Industrie.

### Schwerpunkte/Arbeitsgebiete

Cyber Valley ist ein neues Zentrum für Künstliche Intelligenz, in dem Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft intelligente Systeme erforschen und entwickeln. Im Cyber Valley entstehen in der Region Stuttgart-Tübingen neue Forschungsgruppen und Lehrstühle auf den Gebieten Maschinelles Lernen, Robotik und Computer Vision sowie die International Max Planck Research School für Intelligente Systeme. Zudem wird künftig ein Ökosystem für den Technologietransfer entstehen und durch die enge Verzahnung von Wissenschaft und Wirtschaft zum idealen Nährboden für Startups im Bereich der Künstlichen Intelligenz werden. Zwar hat das Cyber Valley keinen

globalen Fokus auf Mobilität, doch die Grundlagenforschung kann auch in der Automobilbranche und dem Ingenieurwesen sowie im Maschinenbau zur Anwendung kommen.

Das Cyber Valley wird zu Beginn insgesamt zehn unabhängige Forschungsgruppen (FGr; 10/2018: acht besetzt) sowie zehn Cyber Valley Professuren (10/2018: zwei besetzt) vorweisen, die an der Weltspitze der Forschung im Bereich künstliche Intelligenz stehen.

Cyber Valley FGr „Intelligent Control Systems“ (Leiter: Dr. Sebastian Trimpe)

- Control, Machine Learning, Networked Systems, Intelligent Physical Systems

Cyber Valley FGr „Embodied Vision“ (Leiter: Dr. Jörg Stückler)

- Computer Vision, Robotik, Maschinelles Lernen und Autonome Intelligente Systeme

Cyber Valley FGr „Rationality Enhancement“ (Leiter: Dr. Falk Lieder)

- Human Learning, Decision Making, Augmented Cognition, Cognitive Training, Bounded Rationality, Goal Setting, Productivity, Goal Achieving

Cyber Valley FGr „Interdisciplinary Physics for Inference and Optimization Group“ (Leiterin: Dr. Caterina de Bacco)

- Machine Learning, Inference, Optimization, Interacting Systems

Cyber Valley FGr „Locomotion Biorobotics and Morphological Intelligence“ (Leiter: Dr. Ardian Jusufi)

- Motion Science, Biomechanics, BioRobotics, Biomimetics, Biologically-inspired Engineering, Soft Robotics

Cyber Valley FGr „Privacy-Preserving Machine Learning“ (Leiterin: Dr. Mijung Park)

- Machine Learning, Privacy, Statistical Inference

Cyber Valley FGr „Computational Epigenomics“

(Leiterin: Dr. Gabriele Schweikert)

- Bioinformatik, Maschinelles Lernen, Epigenetik

Cyber Valley FGr „Neuronale Intelligenz“

(Leiter: Dr. Fabian Sinz)

- Neurowissenschaften, Maschinelles Lernen

Cyber Valley Professur „Maschinelles Lernen“

(Prof. Dr. Matthias Hein)

- Maschinelles Lernen, Robustheit und Erklärbarkeit von Lernverfahren

Cyber Valley Professur „Methoden des Maschinellen Lernens“

(Prof. Dr. Philipp Hennig)

- Maschinelles Lernen, Numerische Algorithmen, Unsicherheit

#### **Ausstattung/Einrichtungen**

Die oben genannten Forschungsgruppen erhalten eine umfangreiche wissenschaftliche Ausstattung und werden von jungen Spitzenforscherinnen und Spitzenforschern geleitet, die in einem hoch selektiven Auswahlverfahren aus aller Welt rekrutiert wurden.

#### **Zielgruppen**

Wirtschaft, Wissenschaft, Industrie, Forschung, Hochschule, Verbände

### 3. Ausgewählte FuE-Projekte mit baden-württembergischer Beteiligung

Die hier dokumentierten aktuellen Projekte der Kernakteure der Forschungslandschaft Mobilität in Baden-Württemberg dienen zur Absicherung der Recherchen zu den in der Studie berücksichtigten Institutionen. Hierzu wurde eine Recherche im Förderkatalog der Bundesministerien<sup>1</sup> durchgeführt.

Die FuE-Einrichtungen und Hochschulen kooperieren in einer großen Bandbreite an Themenstellungen untereinander und mit Unternehmen. Die Unternehmen stammen in vielen Fällen aus Baden-Württemberg, kooperieren aber, wie einige Projektbeispiele zeigen, auch mit FuE-Einrichtungen außerhalb Baden-Württembergs. Die Fördersummen variieren von ca. 500.000 bis ca. 26 Mio. Euro.

Im Unterschied dazu ist die Landesförderung nahezu ausschließlich auf Kooperationen von Partnern aus Baden-Württemberg fokussiert, erlaubt daher keine Rückschlüsse darüber, wie stark und exklusiv die lokalen Verknüpfungen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sind.

Dabei engagieren sich auch global aufgestellte Unternehmen in längerfristig angelegten Forschungsk Kooperationen (vgl. dazu auch die Ausführungen zu ARENA2036), wie das Beispiel des Tech Center a-drive zeigt. Am 18.01.2016 startete das Tech Center a-drive mit sechs Partnern (Universität Ulm, FZI Forschungszentrum Informatik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Daimler AG – Vehicle Automation and Chassis Systems, ctc cartech company GmbH und Atlatec GmbH) mit dem übergeordneten Ziel, die robuste Wahrnehmung und Handlungsplanung automatisierter Fahrzeuge unter allen Witterungs- und Sichtbedingungen zu beforschen. Ansprechpartner ist Prof. Dr.-Ing. Klaus Dietmayer (Uni Ulm, Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik). Laufzeit: 01/2016 bis 12/2020. Das Gesamtvolumen beläuft sich auf ca. 8 Mio. Euro, wovon das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg und das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg jeweils 1,25 Mio. Euro tragen.

---

<sup>1</sup> <https://foerderportal.bund.de/foekat/>

### 3.1 Vorhaben forschungsgeführter Konsortien

#### 01 Disruptive modulare Architektur für agile, autonome Fahrzeugkonzepte – UNICARagil

Partner:

- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät 4 – Maschinenwesen – Institut für Kraftfahrzeuge
- Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig – Institut für Regelungstechnik
- Technische Universität Darmstadt – Fachbereich Maschinenbau – FG Fahrzeugtechnik
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Mess- und Regelungstechnik
- Technische Universität München – Fakultät für Maschinenwesen – Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik
- Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik (Maschinenbau) – Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen
- Universität Ulm – Fakultät für Ingenieurwissenschaften und Informatik – Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik
- Atlatec GmbH
- flyXdrive GmbH
- iMAR Navigation GmbH
- IPG Automotive GmbH
- VIRES Simulationstechnologie GmbH
- Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Laufzeit: 01.02.2018 bis 31.02.2022

Fördersumme: 26.043.643,00 Euro

#### 02 Energieeffiziente und flexibel industriell herstellbare Elektrofahrantriebe – EFFECT 360°

Partner:

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Produktionstechnik (wbk)
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Zentralbereich Forschung und Voraufwicklung – CR/AER
- Daimler AG – RD/RPT – G252
- Dürr Systems AG
- Universität Ulm – Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik – Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik

Laufzeit: 01.11.2014 bis 31.10.2017

Fördersumme: 3.408.476,00 Euro

#### 03 Gesamtfahrzeugintegration innovativer Konzepte für effizientes und performantes E-Fahrzeug – e-volution –

Partner:

- Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS)
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Fahrzeugsystemtechnik – Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik
- Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft – Entwicklungszentrum Weissach

Laufzeit: 01.01.2015 bis 30.09.2017

Fördersumme: 4.367.726,00 Euro

#### 04 MatHyP – Werkstofftechnik für Wasserstoff-Hochdruckkomponenten

Partner:

- Robert Bosch GmbH – Zentralbereich Forschung und Voraufwicklung – Oberflächen- und Wärmetechnik – Abt. CR/APM 4
- Universität Stuttgart – Otto-Graf-Institut – Materialprüfungsanstalt

Laufzeit: 01.01.2018 bis 31.12.2020

Fördersumme: 1.780.609,00 Euro

## 05 Speed4E – Hyper-Hochdrehzahl für den elektrifizierten automobilen Antriebsstrang zur Erzielung maximaler Reichweite

Partner:

- Technische Universität München – Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG)
- Leibniz Universität Hannover – Fakultät für Elektrotechnik und Informatik – Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik
- Technische Universität Darmstadt – Fachbereich Maschinenbau – Institut für Mechatronische Systeme im Maschinenbau
- AVL Deutschland GmbH

- Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
- FUCHS Schmierstoffe GmbH
- Lenze SE
- GETRAG B.V. & Co. KG
- Schaeffler Technologies AG & Co. KG
- ATE Antriebstechnik und Entwicklungs GmbH & Co. KG

Laufzeit: 01.01.2018 bis 30.06.2021

Fördersumme: 5.712.603,00 Euro

## 06 NIP II: AutoStack-Industrie (Verbundvorhaben): Entwicklung und Fertigungsvorbereitung eines Hochleistungsstacks und dessen Komponenten für automobiler Anwendungen

Partner:

- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Geschäftsbereich ECT
- Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
- Daimler AG – Abt. PT/EBZ – HPC H151
- REINZ-Dichtungs-GmbH
- Ford-Werke GmbH – Ford Research and Innovation Center Aachen
- Freudenberg Performance Materials SE & Co. KG – Fuel Cell Products

- Greenerity GmbH
- NuCellSys GmbH
- Powercell Sweden AB
- Umicore AG & Co. KG
- VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT – Standort Isenbüttel – Technologiezentrum, Elektrotraktion – Abteilung Brennstoffzelle – K-GERAF

Laufzeit: 01.05.2017 bis 30.09.2019

Fördersumme: 18.548.089,00 Euro

## 07 PSUMEA-3: Fluor-freie Membran-Elektroden-Einheiten (MEA) für PEM-Brennstoffzellen und Wasser-Elektrolyseure

Partner:

- Max-Planck-Institut für Festkörperforschung
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Standort Ulm

- Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V. – Institut für Mikroanalysesysteme
- FUMATECH BWT GmbH

Laufzeit: 01.01.2018 bis 31.12.2020

Fördersumme: 876.836,00 Euro

## 08 HIFI-PEFC – Hochtemperaturfeste Funktionalisierte Protonenleitende Ionische Flüssigkeiten für Mittel- bis Hochtemperatur-Polymerbrennstoffzellen

Partner:

- Forschungszentrum Jülich GmbH – Institut für Energie- und Klimaforschung – Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-3)

- Helmholtz-Institut Ulm (HIU)

Laufzeit: 01.11.2017 bis 28.02.2021

Fördersumme: 1.421.818,00 Euro

## 09 MALLi2: Modellbasierte Abschätzung der Lebensdauer von gealterten Li-Batterien für die 2nd-Life Anwendung als stationärer Stromspeicher

Partner:

- Universität Stuttgart – Fakultät 5 Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Parallele und Verteilte Systeme (IPVS)
- Universität Ulm – Fakultät für Mathematik und Wirtschaftswissenschaften – Institut für Stochastik

Laufzeit: 01.01.2018 bis 31.12.2020

Fördersumme: 447.996,00 Euro

## 10 HighSafe – Nachhaltige, umweltfreundliche, sichere Hochenergie-Lithium-Ionen-Batterien: Materialien, Zellen und Modellierungen

Partner:

- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Fachgebiet Akkumulatoren Materialforschung
- Technische Universität München – Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik – Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik (EES)
- Sondervermögen Großforschung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) – Helmholtz-Institut Ulm (HIU)

Laufzeit: 01.11.2017 bis 31.10.2020

Fördersumme: 895.657,00 Euro

## 11 HiCo-BiPEC: High Conductivity BiPolar-Electrode-Component – Hochleitfähige, graphitbasierte Bipolarelektrodeneinheit für Redox-Flow-Batterien

Partner:

- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT)
- Freie Universität Berlin, Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie, Institut für Chemie und Biochemie (Physikalische und Theoretische Chemie), AG Roth
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

Laufzeit: 01.10.2017 bis 30.09.2020

Fördersumme: 1.157.520,00 Euro

## 12 SeRoNet – eine Plattform zur arbeitsteiligen Entwicklung von Serviceroboter-Lösungen

Partner:

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Hochschule Ulm – Institut für Informatik
- Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik (Maschinenbau) – Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW)
- KUKA Deutschland GmbH
- Universität Paderborn – Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik – Fachgruppe Advanced Systems Engineering
- Klinikum Mannheim Dienstleistungsgesellschaft mbH
- MLR System GmbH für Materialfluss- und Logistiksysteme
- Ruhrbotics GmbH
- Daimler TSS GmbH
- Transpharm Logistik GmbH

Laufzeit: 01.03.2017 bis 28.02.2021

Fördersumme: 6.339.500,00 Euro

### 13 Li-EcoSafe – Entwicklung kostengünstiger und sicherer Lithium-Ionen-Batterien

Partner:

- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Fachgebiet Akkumulatoren Materialforschung
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) – Standort Stuttgart – Institut für Technische Thermodynamik

- Universität Ulm – Fakultät für Naturwissenschaften – Abt. Oberflächenchemie und Katalyse
- Sondervermögen Großforschung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) – Helmholtz-Institut Ulm (HIU)

Laufzeit: 01.06.2013 bis 30.11.2018

Fördersumme: 9.786.666,00 Euro

### 14 LiBaLu – Lithiumbatterien mit Lufterlektrode

Partner:

- Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn – Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät – Chemie – Institut für Physikalische und Theoretische Chemie – Abt. Elektrochemie
- VARTA Microbattery GmbH
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Standort Stuttgart – Institut für Technische Thermodynamik

- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
- Hochschule Offenburg – Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien
- Westfälische Wilhelms-Universität Münster – MEET Batterieforschungszentrum

Laufzeit: 01.01.2016 bis 31.12.2018

Fördersumme: 2.669.042,00 Euro

### 15 Bauweisen- und Prozessentwicklung für funktionalisierte Mehrkomponentenstrukturen mit komplex geformten Hohlprofilen (FuPro)

Partner:

- Technische Universität Dresden – Fakultät Maschinenwesen – Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik
- ARBURG GmbH + Co KG
- AUMO GmbH
- Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. Kommanditgesellschaft – Produktionstechnik Brose Gruppe, Neue Technologien

- Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF) – Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV)
- ElringKlinger AG – Werk Lenningen
- GK Concept GmbH
- gwk Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH
- Werkzeugbau Siegfried Hofmann GmbH
- PHP Fibers GmbH
- J. Schmalz GmbH

Laufzeit: 01.09.2015 bis 31.03.2019

Fördersumme: 3.670.072,00 Euro

### 16 Integrierte, hocheffiziente Leistungselektronik auf der Basis von Galliumnitrid – GaNIAL

Partner:

- Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik (IAF)
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Zentralbereich Forschung und Vorausentwicklung – Mikrosystemtechnik (CR/ARY)

- Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft – Abt. EA-440
- Finepower GmbH
- Universität Stuttgart – Institut für Robuste Leistungshalbleitersysteme

Laufzeit: 01.10.2016 bis 30.09.2019

Fördersumme: 2.745.338,00 Euro

## 17 Flexible Prozessketten für thermoplastische integral gefertigte FKV-Bauteile mit komplexer Geometrie (3DProCar)

Partner:

- Technische Universität Dresden – Fakultät Maschinenwesen – Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstoffe
- Daimler AG
- Lindauer DORNIER Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- Wagenfelder Spinnereien GmbH
- Oskar Dilo, Maschinenfabrik, Kommanditgesellschaft
- F.A. Kümpers GmbH & Co. KG
- DYNAMore Gesellschaft für FEM Ingenieurdienstleistungen mbH
- IBG Technology Hansestadt Lübeck GmbH
- MAGEBA International GmbH
- IDEA GmbH
- PHP Fibers GmbH

Laufzeit: 01.07.2015 bis 31.12.2018

Fördersumme: 3.853.089,00 Euro

## 18 Mensch-Roboter-Kollaborationen in der Montage kooperativ und ganzheitlich gestalten (Rokoko2)

Partner:

- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
- Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV
- MRK-Systeme GmbH
- ZF Friedrichshafen AG
- HandlingTech – Automations-Systeme GmbH
- Schnaittmann Maschinenbau GmbH
- Metabowerke GmbH
- SCHUNK GmbH & Co. KG Spann- und Greiftechnik

Laufzeit: 01.07.2017 bis 31.12.2019

Fördersumme: 2.637.134,00 Euro

## 19 Konsolidierung von Lebenszyklusinformationen für die kollaborative Montage variantenreicher Produkte (KoKoMo)

Partner:

- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Werkzeugmaschinenlabor – Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen
- Heinen Automation GmbH & Co. KG
- IPRI – International Performance Research Institute gGmbH
- ADIRO Automatisierungstechnik GmbH
- Universität Bremen – Fachbereich 04 Produktionstechnik – Maschinenbau & Verfahrenstechnik – Bremer Institut für Strukturmechanik und Produktionsanlagen (bime)
- EUCHNER GmbH + Co. KG
- iTAC Software AG
- Lenze Operations GmbH
- Seeburger AG
- machineering GmbH & Co. KG
- KSB SE & Co. KGaA

Laufzeit: 01.01.2017 bis 31.12.2019

Fördersumme: 2.922.547,00 Euro

## 20 Modell- und kontextbasierte Mobilitätsinformation auf Smart Public Displays und Mobilgeräten im öffentlichen Verkehr – SmartMMI

Partner:

- Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
- ANNAX GmbH
- USU Software AG
- Mentz GmbH
- Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH

Laufzeit: 01.10.2017 bis 30.09.2020

Fördersumme: 1.748.050,00 Euro

## 21 Verrichtungsbasierte, digitale Planung kollaborativer Montagesysteme und Integration in variable Produktionsszenarien (KoMPI)

Partner:

- Ruhr-Universität Bochum – Fakultät für Maschinenbau – Lehrstuhl für Produktionssysteme
- Boll Automation GmbH
- imk automotive GmbH
- Albrecht Jung GmbH & Co. KG – Werk Lünen
- Leopold Kostal GmbH & Co. KG – Automobil Elektrik – Abteilung Production Engineering Mechatronik

- COGNITAS Gesellschaft für Technik-Dokumentation mbH
- Technische Universität Dortmund – Fakultät Maschinenbau – Institut für Produktionssysteme
- Karl Dungs GmbH & Co. KG
- ISRA VISION AG

Laufzeit: 01.01.2017 bis 31.12.2019

Fördersumme: 3.018.695,00 Euro

## 22 Software Campus 2.0

Partner:

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Informatik – Institut für Telematik – Lehrstuhl für Pervasive Computing Systems
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH – Forschungsbereich Intelligente Benutzerschnittstellen
- Technische Universität Dresden – Fakultät Informatik – Institut für Systemarchitektur – Professur Datenschutz und Datensicherheit
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg – Technische Fakultät – Department Informatik – Professur für Open-Source-Software
- Universität Paderborn – Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik – Institut für Informatik – FG Rechnernetze

- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. – Fraunhofer-Verbund Informations- und Kommunikationstechnologie
- Ludwig-Maximilians-Universität München – Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik – Institut für Informatik – Lehr- und Forschungseinheit für Kommunikationssysteme und Systemprogrammierung
- Technische Universität München – Fakultät für Informatik – Lehrstuhl Informatik XVII – Wirtschaftsinformatik
- Technische Universität Darmstadt
- Universität Stuttgart – Fakultät 5 Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Parallele und Verteilte Systeme (IPVS)
- Technische Universität Berlin – Fakultät IV – Elektrotechnik und Informatik – Institut für Telekommunikationssysteme – Fachgebiet Kommunikations- und Betriebssysteme

Laufzeit: 01.11.2017 bis 31.10.2023

Fördersumme: 23.676.632,00 Euro

## 23 Lkw-Parken als europäischer Datendienst und Buchungsservice – Belegung, Datenfusion und Prognose – mFUND-ITP

Partner:

- Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) – Projektzentrum Prien
- Materna GmbH Information & Communications
- TraffGo Road GmbH

- Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen
- PRISMA solutions Deutschland GmbH
- Emons Transporte GmbH

Laufzeit: 01.09.2017 bis 31.08.2020

Fördersumme: 2.045.156,00 Euro

## 24 Personalisierte, adaptive kooperative Systeme für automatisierte Fahrzeuge – PAKoS

Partner:

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme
- Sondervermögen Großforschung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) – Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
- Technische Universität München – Fakultät für Maschinenwesen – Lehrstuhl für Ergonomie
- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB)
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – CC/ENA
- Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
- Spiegel Institut Mannheim GmbH & Co. KG
- Videmo Intelligente Videoanalyse GmbH & Co. KG
- mVISE AG
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- b.i.g. security service gmbh WERTTRANSPORT

Laufzeit: 01.01.2017 bis 31.12.2019

Fördersumme: 3.016.138,00 Euro

## 25 Frühzeitige Validierung von Safety- und Security-Anforderungen in autonomen Fahrzeugen – SATiSFy

Partner:

- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH – Forschungsbereich Cyber-Physical Systems
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Engineering Integrated Circuits – Core IP Design and Integration
- Kasper & Oswald GmbH
- Eberhard Karls Universität Tübingen – Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät – Fachbereich Informatik – Technische Informatik – Lehrstuhl für eingebettete Systeme
- concept engineering GmbH ASIC- und Softwaretechnologie
- Hood GmbH
- VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT – Konzernforschung Automatisches Fahren – Architektur – K-GERFA/A

Laufzeit: 01.05.2018 bis 30.04.2021

Fördersumme: 3.890.048,00 Euro

## 26 ASSUME: Affordable Safe & Secure Mobility Evolution

Partner:

- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- AbsInt Angewandte Informatik GmbH
- Assystem Germany GmbH
- BTC Embedded Systems AG
- Daimler AG – Group Research & Advanced Engineering – RD/EDF
- Model Engineering Solutions GmbH
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Corporate Sector Research and Advance Engineering, Communication Technology (CR/AEH4)
- OFFIS e. V.
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Informatik – Institut für Theoretische Informatik (ITI)
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel – Technische Fakultät – Institut für Informatik – Arbeitsgruppe Zuverlässige Systeme
- Technische Universität München – Fakultät für Informatik – Lehrstuhl Informatik II – Sprachen und Beschreibungsstrukturen in der Informatik

Laufzeit: 01.09.2015 bis 31.08.2018

Fördersumme: 4.724.927,00 Euro

## 27 Nachtsichtkamera für Automotiv-Anwendungen – NASIKA

Partner:

- Universität Stuttgart – Fakultät 5 Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Halbleitertechnik
- Universität Stuttgart – Fakultät 5 Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Nano- und Mikroelektronische Systeme
- Friedrich-Schiller-Universität Jena – Physikalisch-Astronomische Fakultät – Institut für Angewandte Physik

Laufzeit: 01.11.2016 bis 31.11.2019

Fördersumme: 1.073.381,00 Euro

## 28 Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Textil vernetzt

Partner:

- Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie e. V.
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät 4 – Maschinenwesen – Institut für Textiltechnik und Lehrstuhl für Textilmaschinenbau (ITA)
- Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF)
- Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V.
- Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. – Institut für Mikroaufbautechnik

Laufzeit: 01.11.2017 bis 31.10.2020

Fördersumme: 4.270.519,00 Euro

## 29 Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Usability

Partner:

- Hochschule der Medien Stuttgart – Institut für angewandte Forschung – Information Experience and Design Research Group
- Hochschule Bonn-Rhein-Sieg – Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
- Technische Universität Berlin – Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme – Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft – Fachgebiet Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie
- Universität Mannheim – Fakultät Betriebswirtschaftslehre – Institut für Mittelstandsforschung (ifm)
- Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)

Laufzeit: 01.12.2017 bis 30.11.2020

Fördersumme: 4.404.633,00 Euro

## 30 Smart Urban Services (SUS) – Evidenzbasierte Dienstleistungen für die urbane Wertschöpfung von morgen

Partner:

- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
- Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik – Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)
- INPUT Consulting – Gemeinnützige Gesellschaft für Innovationstransfer, Post und Telekommunikation mbH
- Stadt Reutlingen – Amt für Wirtschaft und Immobilien
- Stadt Chemnitz – Bereich Kommunikation, Marketing, Grundsatzfragen

Laufzeit: 01.11.2014 bis 31.12.2018

Fördersumme: 2.549.460,00 Euro

### 31 Migrationsunterstützung für die Umsetzung menschenzentrierter Cyber-Physical-Systems (MyCPS)

Partner:

- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
- Siemens Aktiengesellschaft – DF MC MF-WKC
- ifp Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg Institut für Produktion und Logistik GmbH & Co. KG
- Spindelfabrik Suessen GmbH
- BorgWarner Ludwigsburg GmbH
- Trebing & Himstedt Prozeßautomation GmbH & Co. Kommanditgesellschaft
- Ingenics AG
- BITZER Kühlmaschinenbau GmbH
- Universität Kassel – FB 7 Wirtschaftswissenschaften – Institut für Wirtschaftsrecht – Fachgebiet Öffentliches Recht, IT-Recht und Umweltrecht
- viastore SOFTWARE GmbH
- Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik – Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)
- Presspart GmbH & Co. KG
- WITTENSTEIN SE

Laufzeit: 01.01.2016 bis 31.12.2018

Fördersumme: 3.270.271,00 Euro

### 32 Methoden zur arbeitsteiligen räumlich verteilten Entwicklung von H2-Brennstoffzellen-Fahrzeugen in Kooperation mit China – MorEH2

Partner:

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Produktentwicklung (IPEK)

Laufzeit: 01.02.2018 bis 31.01.2021

Fördersumme: 687.515,00 Euro

### 33 DynaMo – Mobilitäts-Energie-Dynamiken in urbanen Räumen

Partner:

- Universität Stuttgart – Zentrum für Interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung (ZIRIUS)
- Westfälische Wilhelms-Universität Münster – Institut für Politikwissenschaften (IfPol)

- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)

Laufzeit: 01.08.2016 bis 31.07.2021

Fördersumme: 2.214.051,00 Euro

### 34 Befähigungs- und Einführungsstrategien für Industrie 4.0 (INTRO40)

Partner:

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Produktionstechnik (wbk)
- Leibniz Universität Hannover – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Fabrikanlagen und Logistik
- Arnold AG
- Andreas Stihl AG & Co. KG
- era-contact GmbH
- FESTO Didactic SE

- GTT Gesellschaft für Technologie Transfer mbH
- Infineon Technologies AG – IFAG OP FE PR AUT

- ITK Engineering GmbH
- Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG
- Sennheiser electronic GmbH & Co. KG

Laufzeit: 01.01.2016 bis 31.12.2018

Fördersumme: 2.981.734,00 Euro

## 35 Plattformorganisationen in der digitalen Sharing Economy – Ausgestaltungsformen, Wirkungen, sozial-ökologische Transformationsperspektiven

Partner:

- Universität Mannheim – Fakultät Betriebswirtschaftslehre – Institut für Mittelstandsforschung – Lehrstuhl für Mittelstandsforschung und Entrepreneurship

- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH
  - Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)
- Laufzeit: 01.06.2017 bis 31.05.2022  
Fördersumme: 2.406.744,00 Euro

## 3.2 Vorhaben industriegeführter Konsortien

### 36 @CITY – Automatisierte Fahrzeuge und Intelligenter Verkehr in der Stadt

Partner:

- Daimler AG – Abt. RD/FAU
- Technische Universität München – Fakultät für Maschinenwesen – Lehrstuhl für Ergonomie
- 3D Mapping Solutions GmbH
- Continental Safety Engineering International GmbH – Niederlassung Alzenau
- Delphi Deutschland GmbH
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- Continental Teves AG & Co. OHG – CTZB
- Valeo Schalter und Sensoren GmbH
- AUDI Aktiengesellschaft – Abt. I/EX-1 Architektur, Vor-/Konzeptentwicklung automatisiertes Fahren
- TRW Automotive GmbH – TRW Automotive Düsseldorf – Abt. TDC

Laufzeit: 01.09.2017 bis 31.08.2021

Fördersumme: 7.824.275,00 Euro

### 37 aFAS – automatisch fahrerlos fahrendes Absicherungsfahrzeug für Arbeitsstellen auf Autobahnen

Partner:

- MAN Truck & Bus AG – Abt. ERED
- Hochschule Karlsruhe, Institut für Angewandte Forschung
- WABCO Development GmbH – Product Engineering – VDC
- Robert Bosch Automotive Steering GmbH – Vorentwicklung
- TRW Automotive GmbH – TRW Automotive Düsseldorf – Abt. TDC
- Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement – Abt. Verkehr
- Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig – Institut für Regelungstechnik
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) – Referat F 4 – Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme

Laufzeit: 01.08.2014 bis 31.07.2018

Fördersumme: 3.296.360,00 Euro

### 38 PostBot-E

Partner:

- SEW-EURODRIVE GmbH & Co. KG
- Leuze electronic GmbH + Co. KG
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Transport-Betz GmbH

Laufzeit: 01.01.2018 bis 31.12.2020

Fördersumme: 2.161.703,00 Euro

### 39 Energieoptimale, intelligente Lenkkraftunterstützung für elektrische Fahrzeuge – e2-Lenk

Partner:

- Schaeffler Technologies AG & Co. KG – SHARE am KIT
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Fahrzeugsystemtechnik – Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik

Laufzeit: 01.01.2015 bis 31.03.2018

Fördersumme: 576.900,00 Euro

## 40 Offene Fusions Plattform – OFP

Partner:

- HELLA GmbH & Co. KGaA
- Infineon Technologies AG – IFAG OP F RD
- InnoSenT GmbH
- Elektrobit Automotive GmbH
- Hochschule Reutlingen – Reutlingen Research Institute (RRI)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) – Standort Braunschweig – Institut für Verkehrssystemtechnik
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät für Maschinenwesen – Lehrstuhl für Production Engineering of E-Mobility Components (PEM)
- TWT GmbH Science & Innovation
- Hella Aglaia Mobile Vision GmbH
- StreetScooter Research GmbH

Laufzeit: 01.01.2016 bis 31.12.2018

Fördersumme: 4.358.652,00 Euro

## 41 Technologie für automatisiertes Fahren nutzergerecht optimiert – TANGO

Partner:

- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – CC/ENA
- VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT – Konzernforschung Elektronik und Fahrzeug – Fahrerassistenz und integrierte Sicherheit
- MAN Truck & Bus AG
- Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik – Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD)
- Hochschule der Medien Stuttgart

Laufzeit: 01.12.2016 bis 31.05.2020

Fördersumme: 5.014.453,00 Euro

## 42 SmartBodySynergy – Smarte Rohbauzellen für einen synergetischen Hochlauf elektrifizierter Fahrzeuge

Partner:

- FFT Produktionssysteme GmbH & Co. KG
- flexis AG
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Produktionstechnik (wbk)
- ISRA VISION AG
- J. Schmalz GmbH
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg – Fakultät Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen – Lehrstuhl Automatisierungstechnik

Laufzeit: 01.01.2016 bis 31.12.2018

Fördersumme: 2.393.719,00 Euro

## 43 Elektronisches Längs- und Querführungssystem für automatisierte Fahrmanöver – OmniSteer

Partner:

- Schaeffler Technologies AG & Co. KG – SHARE am KIT
- Hella Aglaia Mobile Vision GmbH
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie – Technisch Kognitive Assistenzsysteme (TKS) Intelligent Systems and Production Engineering (ISPE)
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Fahrzeugsystemtechnik – Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik
- P A R A V A N GmbH

Laufzeit: 01.01.2016 bis 31.12.2018

Fördersumme: 1.883.042,00 Euro

#### 44 Intelligente (hybride) elektrische Antriebs-Plattform für Multifunktionsfahrzeuge

Partner:

- Groschopp Aktiengesellschaft Drives & More
- Max Holder GmbH
- REFU Elektronik GmbH
- Nantis GmbH
- Hochschule Düsseldorf
- Hochschule Aalen – Hochschule für Technik und Wirtschaft – Fakultät Maschinenbau und Werkstofftechnik
- Universität Stuttgart – Fakultät 5 Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Leistungselektronik und Elektrische Antriebe (ILEA)

Laufzeit: 01.08.2017 bis 31.01.2020

Fördersumme: 2.136.766,00 Euro

#### 45 Fab4LiB – Erforschung von Maßnahmen zur Steigerung der Material- und Prozesseffizienz in der Lithium-Ionen-Batteriezellproduktion über die gesamte Wertschöpfungskette

Partner:

- TerraE Engineering GmbH
- Westfälische Wilhelms-Universität Münster – MEET Batterieforschungszentrum
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät für Maschinenwesen – Lehrstuhl für Production Engineering of E-Mobility Components (PEM)
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Fachgebiet Akkumulatoren Materialforschung
- Öko-Institut. Institut für angewandte Ökologie e. V.
- BMZ Batterien-Montage-Zentrum GmbH
- StreetScooter GmbH
- SGL CARBON GmbH
- Umicore AG & Co. KG
- Custom Cells Itzehoe GmbH
- Litarion GmbH
- M+W Group GmbH
- Manz AG
- Siemens Aktiengesellschaft – DF FA S OEM ELB
- ThyssenKrupp System Engineering GmbH

Laufzeit: 01.01.2018 bis 30.06.2019

Fördersumme: 5.482.100,00 Euro

#### 46 STACK – Schnelles Stapeln für die Massenfertigung von kostengünstigen und sicheren Lithium-Ionen-Zellen und Weiterentwicklung von Elektroden- und Separatormaterialien – Material-, Prozess- und Anlagenentwicklung und Qualifizierung im Produkt

Partner:

- Manz AG
- Freudenberg Performance Materials SE & Co. KG – Li Ion Battery Separators
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Standort Ulm – Fachgebiet Produktionsforschung

Laufzeit: 01.01.2018 bis 30.06.2020

Fördersumme: 2.686.226,00 Euro

## 47 C/sells – Das Energiesystem der Zukunft im Sonnenbogen Süddeutschlands

Partner:

- TransnetBW GmbH – NNP
- Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg e. V.
- Öko-Institut. Institut für angewandte Ökologie e. V.
- Hochschule Offenburg – Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien – Institut für Energiesystemtechnik
- Limón GmbH
- TenneT TSO GmbH
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) – Standort Stuttgart – Institut für Technische Thermodynamik
- Technische Universität München – Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik – Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik
- IDS GmbH
- Ehoch4 GmbH
- Flughafen Stuttgart GmbH
- EAM EnergiePlus GmbH
- MVV Energie AG
- Universität Kassel – Fachgebiet Volkswirtschaftslehre mit Schwerpunkt dezentrale Energiewirtschaft
- Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FfE GmbH)
- FfE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.
- Ramboll CUBE GmbH
- KIT – Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP)
- EnergieNetz Mitte GmbH
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)
- International Solar Energy Research Center Konstanz (ISC)
- meteocontrol GmbH
- Devolo AG
- WIRCON GmbH
- Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung, e. V. – Bereich Erneuerbare Energien (RE)
- Schleupen Aktiengesellschaft
- Universität Stuttgart – Fakultät 5 Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Energieübertragung und Hochspannungstechnik
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
- Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg – Fakultät Elektro- und Informationstechnik
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Hochschule Ulm – Institut für Energie- und Antriebstechnik
- Next Kraftwerke GmbH
- Städtische Werke Netz+Service GmbH
- Energiedienst AG
- Power Plus Communications AG
- SWM Services GmbH
- Stadtwerke Schwäbisch Hall GmbH
- EEBus Initiative e. V.
- Netze Mittelbaden GmbH & Co. KG
- Universität Konstanz – Mathematisch-Naturwissenschaftliche Sektion – Fachbereich Physik – Abt. Photovoltaik
- Common Sense Projects GmbH
- Fichtner IT Consulting GmbH
- Dr. Langniß Energie & Analyse

Laufzeit: 01.01.2017 bis 31.12.2020

Fördersumme: 43.599.962,00 Euro

## 48 D-SEe – Durchgängiges Schnellladekonzept für Elektrofahrzeuge

Partner:

- hofer mechatronik GmbH
- ElringKlinger AG
- Voltavision GmbH
- Hochschule Bochum – Fachbereich Elektrotechnik und Informatik – Institut für Elektromobilität
- ScienLab electronic systems GmbH
- Scienlab engineering center GmbH

Laufzeit: 01.01.2018 bis 31.12.2020

Fördersumme: 3.241.787,00 Euro

## 49 OWES – Optimierte Wärmeableitung aus Energiespeichern für Serien-Elektrofahrzeuge

Partner:

- AUDI Aktiengesellschaft
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM)
- Quarzwerke Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- POLYTEC PT GmbH Polymere Technologien
- SCA Schucker GmbH & CO KG.
- Wacker Chemie AG

Laufzeit: 01.01.2018 bis 31.12.2020

Fördersumme: 1.831.849,00 Euro

## 50 STILLE – Standardisierung induktiver Ladesysteme über Leistungsklassen

Partner:

- P3 automotive GmbH
- Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft – Forschungs- und Technologiehaus
- Daimler AG
- TOYOTA MOTORSPORT GmbH
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- Zeppelin Universität gemeinnützige GmbH – Center for Mobility Studies (CfM) und Lehrstuhl für Mobilität, Handel und Logistik
- TÜV SÜD Aktiengesellschaft – Elektromobilität
- Continental Automotive GmbH – Corporate Systems & Technology
- AUDI Aktiengesellschaft
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät 4 – Maschinenwesen – Institut für Kraftfahrzeuge
- Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig – Fakultät 5 – Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik – Institut für Elektrische Maschinen, Antriebe und Bahnen

Laufzeit: 01.06.2016 bis 31.12.2018

Fördersumme: 4.061.846,00 Euro

## 51 Optimierte Design- und Produktionskonzepte für die Fertigung von Lithium-Ionen-Batteriegehäusen – OptiFeLio

Partner:

- GreenIng GmbH & Co. KG
- Daimler AG – Group Research & MBC Development – RDIEDB – HPC 059-X456
- ElringKlinger AG
- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT)
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Produktionstechnik (wbk)
- Maschinenfabrik Lauffer GmbH & Co. KG
- Manz AG
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Standort Ulm – Fachgebiet Elektrochemische Energietechnologien

Laufzeit: 01.10.2014 bis 30.09.2017

Fördersumme: 1.738.486,00 Euro

## 52 Stacks und Zellen für mobilen und stationären Einsatz

Partner:

- ElringKlinger AG
- CeramTec GmbH – Geschäftsbereich Elektronik
- EIfER Europäisches Institut für Energieforschung EDF-KIT EWIV
- Forschungszentrum Jülich GmbH – Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-1 und IEK-3)
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für angewandte Materialien – Werkstoffe der Elektrotechnik (IAM-WET)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) – Standort Stuttgart – Institut für Technische Thermodynamik

Laufzeit: 01.09.2015 bis 31.08.2018

Fördersumme: 4.906.511,00 Euro

### 53 BatterieSystem für Modularität (BaSyMo)

Partner:

- EtringKlinger AG
  - Phoenix Contact GmbH & Co. KG
  - Alfred Kärcher GmbH & Co. KG
  - HIT Hafen und Industrietechnik GmbH
  - Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik – Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD)
  - DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme e. V.
  - SENSOR-TECHNIK WIEDEMANN GmbH
- Laufzeit: 01.12.2016 bis 30.11.2019  
Fördersumme: 3.943.595,00 Euro

### 54 FiMaLiS – monolithische, faserbasierte Hybrid-Kathodenmaterialien für zyklusstabile Lithium-Schwefel-Hochleistungsbatterien mit großer spezifischer Oberfläche

Partner:

- Daimler AG – RD/EKS-G008-BB – Leistungselektronische Steuerungen
  - IoLiTec Ionic Liquids Technologies GmbH
  - Dralon GmbH
  - Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF) – Institut für Textilchemie und Chemiefasern (ITCF)
  - Universität Stuttgart – Fakultät 3 Chemie – Institut für Polymerchemie – Lehrstuhl für Makromolekulare Stoffe und Faserchemie
- Laufzeit: 01.09.2017 bis 31.08.2020  
Fördersumme: 1.570.164,00 Euro

### 55 SMILE – systemintegrativer Multi-Material-Leichtbau für die Elektromobilität

Partner:

- AUDI Aktiengesellschaft – Technikum/Prüffeld Leichtbautechnologie
  - BASF SE – Abt. E-PME/AI – F204
  - BASF Polyurethanes GmbH
  - VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT – Abt. Vorentwicklung-Aufbau
  - Porsche Engineering Group GmbH – Porsche Entwicklungszentrum
  - Voith Composites GmbH & Co. KG
  - Dieffenbacher GmbH Maschinen- und Anlagenbau
  - F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG
  - ThyssenKrupp Steel Europe AG
  - Clean-Lasersysteme GmbH
  - FRIMO Sontra GmbH
  - Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik – Institut für Umformtechnik (IFU)
  - Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig – Fakultät 4 – Maschinenbau – Institut für Füge- und Schweißtechnik
  - Technische Universität Bergakademie Freiberg – Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie – Institut für Metallformung
  - Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT)
  - Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Fahrzeugsystemtechnik – Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik
  - Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde (IAM-WK)
  - Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Produktionstechnik (wbk)
  - VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT – Konzernforschung Werkstoffe – K-EFW – Kostenstelle 1499
- Laufzeit: 01.09.2014 bis 28.02.2018  
Fördersumme: 16.475.061,00 Euro

## 56 In-line Galvanikautomat für High-Speed Funktionalisierung metallischer Bauteile in der Industrie 4.0

Partner:

- LUDY Galvanosysteme GmbH
- plating electronic GmbH
- AIRTEC MUEKU GmbH
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)
- Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg – Institut für Sensor- und Aktortechnik (ISAT)
- IWAC Automation GmbH

Laufzeit: 01.01.2018 bis 31.12.2019

Fördersumme: 1.370.285,00 Euro

## 57 SAFE4I: Sicherer Automatischer Software-Entwurf für Industrieanlagen

Partner:

- Infineon Technologies AG – F OP RD
- Bosch Sensortec GmbH
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Engineering Integrated Circuits Methods, Tools & Technologies
- COSEDA Technologies GmbH
- Hood GmbH
- itemis AG – Niederlassung Stuttgart
- Model Engineering Solutions GmbH
- ScopeSET Technology Deutschland GmbH
- OFFIS e. V.
- Technische Universität München – Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik – Lehrstuhl für Entwurfsautomatisierung (Prof. Schlichtmann)
- Universität Paderborn – Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik – Heinz Nixdorf Institut – FG Schaltungstechnik
- Universität Rostock – Fakultät für Informatik und Elektrotechnik – Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik

Laufzeit: 01.10.2017 bis 30.09.2021

Fördersumme: 7.206.615,00 Euro

## 58 Produktionsbezogene Dienstleistungssysteme auf der Basis von Big-Data-Analysen (ProData)

Partner:

- BALLUFF GmbH
- USU Software AG
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Produktionstechnik (wbk)
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Werk Bamberg – BaP/TEF 6
- Gebr. Pfeiffer SE
- CeramTec GmbH
- Arend Prozessautomation GmbH
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät 8 – Wirtschaftswissenschaften – Lehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement
- Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH
- Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mit beschränkter Haftung

Laufzeit: 01.11.2017 bis 31.10.2020

Fördersumme: 2.831.540,00 Euro

## 59 Multifunktional-skalierbare generische InlineInspektion für flexible Fertigungsprozesse in vernetzten Produktionsanlagen (MultiFlexInspect)

Partner:

- Chromasens GmbH
- Baumer Inspection GmbH
- Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung
- Silicon Software GmbH

Laufzeit: 01.09.2017 bis 31.08.2020

Fördersumme: 1.949.608,00 Euro

## 60 Skalierende IKT zur Produktivitätssteigerung in der Mechatronik-Fertigung (ScaleIT)

Partner:

- Carl Zeiss 3D Automation GmbH
- Ondics GmbH Gesellschaft für Online-Dienstleistungen
- digiraster GmbH
- Smart-HMI GmbH
- Bull GmbH
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
- Feinmetall Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik – Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)
- microTEC Südwest e. V.
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Lehrstuhl für Pervasive Computing Systems
- RoodMicrotec GmbH
- SICK AG

Laufzeit: 01.01.2016 bis 31.12.2018

Fördersumme: 2.745.142,00 Euro

## 61 Robuste Multisensorik zur Zustandsüberwachung in Industrie-4.0-Anwendungen – RoMulus

Partner:

- IMMS Institut für Mikroelektronik- und Mechatronik-Systeme gemeinnützige GmbH (IMMS GmbH)
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Automotive Electronics – Engineering-Sensor Technology Center (AE/EST)
- X-FAB Semiconductor Foundries GmbH
- Technische Universität München – Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik – Lehrstuhl für Entwurfsautomatisierung (Prof. Schlichtmann)
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) – Institutsteil Entwurfsautomatisierung EAS
- Carl Zeiss SMT GmbH
- Micro-Sensys GmbH
- avateramedical Mechatronics GmbH
- Universität Bremen – Fachbereich 01 Physik/Elektrotechnik – Institut für Theoretische Elektrotechnik und Mikroelektronik (ITEM)
- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – Fakultät für Angewandte Wissenschaften – Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) – Lehrstuhl für Mikroelektronik
- Hochschule Reutlingen – Fakultät Technik

Laufzeit: 01.10.2015 bis 30.12.2018

Fördersumme: 4.530.207,00 Euro

## 62 DEVEKOS – -Durchgängiges Engineering für sichere, verteilte und kommunizierende Mehrkomponentensysteme

Partner:

- FESTO AG & Co. KG – Research Advanced Engineering
- CODESYS GmbH
- ASYS Automatisierungssysteme GmbH
- SCHAEFF Maschinen GmbH & Co. KG
- elrest Automationssysteme GmbH
- fortiss GmbH
- Häcker Automation GmbH
- Harro Höfliger Verpackungsmaschinen GmbH
- Hochschule Ostwestfalen-Lippe
- Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik (Maschinenbau) – Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW)
- NewTec GmbH
- Softing Industrial Automation GmbH

Laufzeit: 01.03.2017 bis 29.02.2020

Fördersumme: 4.514.703,00 Euro

### 63 Qualitätsgesicherte Prozesskettenverknüpfung zur Herstellung höchstbelastbarer intrinsischer Metall-FKV-Verbunde in 3D-Hybrid-Bauweise (QPro)

Partner:

- Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft – Entwicklungszentrum Weissach
  - Technische Universität Dresden – Fakultät Maschinenwesen – Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik
  - BLZ Bayerisches Laserzentrum Gemeinnützige Forschungsgesellschaft mbH
  - VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT – Abt. K-GERW/K
  - MITRAS Composites Systems GmbH
  - Hengstmann Solutions GmbH
  - Universität Stuttgart – Fakultät 4 Energie-, Verfahrens- und Biotechnik – Institut für Kunststofftechnik (IKT) – Zerstörungsfreie Prüfung
  - Christian Karl Siebenwurst GmbH & Co KG Modellbau & Formenbau
  - ENGINEERING SYSTEM INTERNATIONAL GMBH
  - TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH
- Laufzeit: 01.06.2015 bis 31.05.2018  
Fördersumme: 2.192.114,00 Euro

### 64 Konforme multistatische Radarkonfigurationen zur Rundumsicht für das automatisierte Fahren – KoRRund

Partner:

- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Zentralbereich Forschung und Vorausbau – CR/AER
  - SCHWEIZER ELECTRONIC AKTIENGESELLSCHAFT – Industrial Engineering
  - Universität Ulm – Institut für Mikrowellentechnik
  - Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik
  - Hochschule Ulm – Institut für Medizintechnik und Mechatronik
  - Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM)
  - InMach Intelligente Maschinen GmbH
- Laufzeit: 01.01.2017 bis 31.12.2019  
Fördersumme: 2.661.550,00 Euro

### 65 Universelle Radarmodule für das vollautomatisierte Fahren – radar4FAD

Partner:

- Infineon Technologies AG – IFAG OP F RD
  - IHP GmbH – Innovations for High Performance Microelectronics/Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik
  - Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Geschäftsbereich Chassis Systems Control – Vorausbau (CC/ENA)
  - Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik
  - Ruhr-Universität Bochum – Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik – Integrierte Systeme
  - Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme (ENAS)
  - Universität Ulm – Institut für Mikrowellentechnik
  - Daimler AG – Group Research & Advanced Engineering – Environment Perception – 059-U044
  - Chemnitzer Werkstoffmechanik Gesellschaft mit beschränkter Haftung
  - IMST GmbH – Abt. Informations- und Kommunikationssysteme
- Laufzeit: 01.01.2017 bis 31.12.2019  
Fördersumme: 4.661.418,00 Euro

## 66 Mobile Edge Computing basierte Objekterkennung für hoch- und vollautomatisiertes Fahren – MEC-View

Partner:

- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Niederlassung Leonberg
- Daimler AG
- IT-Designers GmbH
- OSRAM GmbH
- Nokia Solutions and Networks GmbH & Co. KG
- Robert Bosch Car Multimedia GmbH

- TomTom Development Germany GmbH – F&E Zentrum Berlin
- Universität Duisburg-Essen – Fakultät für Physik – Physik von Transport und Verkehr
- Universität Ulm – Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Informatik und Psychologie – Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik

Laufzeit: 01.12.2016 bis 30.11.2019

Fördersumme: 5.797.404,00 Euro

## 67 Modulare, hybride Leistungselektronik für die Energiewende – HyBaG

Partner:

- KACO new energy GmbH – Forschungs- und Entwicklungszentrum
- STS Spezial-Transformatoren-Stockach GmbH & Co. KG

- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Laufzeit: 01.01.2017 bis 31.12.2019

Fördersumme: 1.302.886,00 Euro

## 68 Robust and Reliable Environment Sensing and Situation Prediction for Advanced Driver Assistance Systems and Automated Driving – RobustSENSE

Partner:

- Daimler AG – Group Research & Advanced Engineering – RD/FFU – 059 – U044
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – CC/PJ-FA – Future Driver Assistance-Systems
- Fraunhofer-Institut für offene Kommunikationssysteme (FOKUS)

- Universität Ulm – Fakultät für Ingenieurwissenschaften und Informatik – Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik
- AVL Deutschland GmbH – Niederlassung Karlsruhe
- SICK AG – RD/RT (CU Research & Technology)
- Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI) – Technisch Kognitive Assistenzsysteme (TKS)

Laufzeit: 01.07.2015 bis 31.05.2018

Fördersumme: 1.850.319,00 Euro

## 69 Biologisch inspirierte Lenkgesten zum Teil- und Hochautomatisierten Fahren für Alle – Vorreiter

Partner:

- P A R A V A N GmbH
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät für Maschinenwesen – Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft
- Universität Stuttgart – Fakultät 7 Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik (Maschinenbau) – Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)

- Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin – Forschungsinstitut für öffentliche und private Sicherheit (FÖPS Berlin)
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
- Valeo Schalter und Sensoren GmbH

Laufzeit: 01.01.2017 bis 31.12.2019

Fördersumme: 2.081.653,00 Euro

## 70 Kooperative Fahrer-Fahrzeug-Interaktion: Sichere und effiziente Interaktion mit autonomen Fahrzeugen – KoFFI

Partner:

- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Abt. CM/EOH
- Daimler AG – Group Research & Advanced Engineering – RD/UIF
- Universität Ulm – Fakultät Ingenieurwissenschaften, Informatik und Psychologie – Institut für Psychologie und Pädagogik – Human Factors
- Hochschule Heilbronn – Usability and Interaction Technology Laboratory (UniTyLab)
- Hochschule der Medien Stuttgart – Fakultät Electronic Media
- EML European Media Laboratory GmbH

Laufzeit: 01.11.2016 bis 31.10.2019

Fördersumme: 2.438.011,00 Euro

## 71 Experimentierfeld „Digitaler Straßenraum“ für die Entwicklung und Erprobung einer kooperativen Dateninfrastruktur als Grundlage interkommunaler Mobilitätsanwendungen

Partner:

- Metropolregion Rhein-Neckar GmbH
- Deutsches Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung
- Netzwerk Geoinformation der Metropolregion Rhein-Neckar e. V.
- Universität Mannheim – Institut für Enterprise Systems (InES)
- Thales Deutschland GmbH – Standort Koblenz
- MTS Maschinentechnik Schrode AG

Laufzeit: 01.10.2017 bis 30.09.2020

Fördersumme: 1.419.697,00 Euro

## 72 Schneller entlang der Automobilwertschöpfungskette mit Innovationen für Technologieführerschaft sorgen – autoSWIFT

Partner:

- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – AE/PJ-CE
- AUDI Aktiengesellschaft – Abt. I/GQ-F5
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Hood GmbH
- Infineon Technologies AG – IFAG BEX RDE RDF/R&D Funding Projects
- GLOBALFOUNDRIES Dresden Module One Limited Liability Company & Co. KG

Laufzeit: 01.09.2015 bis 30.11.2018

Fördersumme: 8.318.580,00 Euro

## 73 Bewertung integrierter Elektromobilität – BiE

Partner:

- cantamen GmbH
- esentri AG
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Produktentwicklung (IPEK)
- RA Consulting GmbH
- raumobil GmbH
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Abt. C/AGP2
- Stadtmobil CarSharing GmbH & Co. KG
- Stadtmobil Rhein-Neckar Aktiengesellschaft
- TWT GmbH Science & Innovation

Laufzeit: 01.10.2014 bis 31.03.2017

Fördersumme: 1.951.943,00 Euro

## 74 Integrierte Mobilitäts- und Energieinfrastrukturen – IMEI

Partner:

- BridgingIT GmbH – Zweigniederlassung Stuttgart
- Ametras rentconcept GmbH – Niederlassung Ettlingen
- CarMedialab GmbH
- energy4u GmbH
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)

Laufzeit: 01.09.2014 bis 28.02.2017

Fördersumme: 983.384,00 Euro

## 75 Konzeption einer öffentlichen Point-of-Interest-Infrastruktur für multimodale Mobilitätsanwendungen am Beispiel des digitalen Erlebnisraums Rhein-Neckar – XPress

Partner:

- Netzwerk Geoinformation der Metropolregion Rhein-Neckar e. V.
- Metropolregion Rhein-Neckar GmbH
- Verkehrsverbund Rhein-Neckar GmbH (VRN GmbH)

Laufzeit: 01.12.2017 bis 30.11.2018

Fördersumme: 98.280,00 Euro

## 4. Abkürzungsverzeichnis

|        |  |
|--------|--|
| ABS    | Acrylnitril-Butadien-Styrol  |
| AC     | Alternating Current (Wechselstrom)   |
| ADAS   | Advanced Driver Assistance System (Fahrerassistenzsystem)  |
| ANPR   | Automated Number Plate Recognition   |
| APCI   | Atmospheric Pressure Chemical Ionization (chemische Ionisation bei Atmosphärendruck)                                 |
| AR     | Augmented Reality  |
| ASAP   | Atmospheric Pressure Solids Analysis Probe   |
| BET    | Brunauer-Emmett-Teller   |
| BEV    | Battery Electric Vehicle   |
| BHKW   | Blockheizkraftwerk   |
| BIM    | Building Information Modeling  |
| BMS    | Batteriemanagementsystem   |
| BTL    | Biogas to Liquid (synthetischer Kraftstoff auf Biomassebasis)  |
| C2X    | Car to X   |
| CAD    | Computer Aided Design  |
| CAE    | Computer Aided Engineering   |
| CAM    | Computer Aided Manufacturing   |
| CAN    | Controller Area Network  |
| CFD    | Computational Fluid Dynamics (numerische Strömungsmechanik)  |
| CFK    | Carbonfaserverstärkter Kunststoff  |
| CNC    | Computerized Numerical Control   |
| CNG    | Compressed Natural Gas (komprimiertes Erdgas)  |
| CPU    | Central Processing Unit  |
| CW     | Continuous Wave  |
| DC     | Direct Current (Gleichstrom)   |
| DEFC   | Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle   |
| DGNSS  | Differential Global Navigation Satellite System  |
| DMA    | Dynamisch-mechanische Thermoanalyse  |
| DRIFTS | Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform Spectroscopy (Reflexions-Fouriertransformationsinfrarotspektroskopie) |
| DRT    | Distribution of Relaxation Times   |
| DSC    | Differential Scanning Calorimetry (Differentialthermoanalyse)  |
| DSM    | Demand-Side-Management   |
| DSP    | Digitaler Signalprozessor  |
| DTA    | Differenz-Thermoanalyse  |

|       |   |
|-------|---|
| EBSD  | Electron Backscatter Diffraction (Elektronenrückstreubeugung)                       |
| EDA   | Elektrodermale Aktivität  |
| EDX   | Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (Energiedispersive Röntgenspektroskopie)       |
| EEG   | Elektroenzephalografie  |
| EKG   | Elektrokardiografie   |
| EMG   | Elektromyografie  |
| EMV   | Elektromagnetische Verträglichkeit  |
| ESI   | Elektrosprayionisation  |
| FuE   | Forschung und Entwicklung   |
| FEM   | Finite-Elemente-Methode   |
| FIB   | Focused Ion Beam  |
| FPGA  | Field Programmable Gate Array   |
| FTF   | Fahrerloses Transportfahrzeug   |
| FTS   | Fahrerloses Transportsystem   |
| GaN   | Galliumnitrid   |
| GNSS  | Globales Navigationssatellitensystem (Global Navigation Satellite System)           |
| GPC   | Gel-Permeations-Chromatographie   |
| GPU   | Graphics Processing Unit (Grafikprozessor)  |
| GSM   | Global System for Mobile Communications   |
| IGBT  | Insulated-Gate Bipolar Transistor (Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode) |
| IoT   | Internet of Things  |
| HIL   | Hardware in the Loop  |
| HMI   | Human Machine Interface   |
| HPLC  | High Performance Liquid Chromatography (Hochleistungsflüssigkeitschromatographie)   |
| IR    | Infrarot  |
| ISM   | Industrial, Scientific and Medical  |
| Kfz   | Kraftfahrzeug   |
| KWK   | Kraft-Wärme-Kopplung  |
| LDA   | Laser-Doppler-Anemometry  |
| LFT   | Langfaserverstärkte Thermoplaste  |
| Lidar | Light Detection and Ranging   |
| LIF   | Laser-Induced Fluorescence  |
| LPBF  | Laser Powder Bed Fusion   |
| LPG   | Liquefied Petroleum Gas – Flüssiggas (Propan oder Butan)                            |
| MAS   | Magic Angle Spinning  |

|                 |   |
|-----------------|---|
| MCV D           | Modified Chemical Vapor Deposition                        |
| MEA             | Membran-Elektrodeneinheit                                 |
| MIMO            | Multiple Input Multiple Output                            |
| MOOC            | Massive Open Online Course                                |
| MVDA            | Multivariate Datenanalyse                                 |
| MW              | Megawatt  |
| Nfz             | Nutzfahrzeug  |
| μCT             | Mikrocomputertomografie                                   |
| μGC             | Mikrogaschromatographie                                   |
| NGC             | Next Generation Car                                       |
| NGT             | Next Generation Train                                     |
| NMR             | Nuclear Magnetic Resonance (Kernspinresonanz)             |
| NVH             | Noise Vibration Harshness                                 |
| OEM             | Original Equipment Manufacturer (Erstausrüster)           |
| ÖPNV            | Öffentlicher Personennahverkehr                           |
| OME             | Oxymethylenether  |
| OPC UA          | Open Platform Communications Unified Architecture         |
| PDA             | Phase-Doppler-Anemometry                                  |
| PEM             | Proton Exchange Membrane                                  |
| PHEV            | Plug-in Hybrid Electric Vehicle                           |
| PIV             | Particle Image Velocimetry                                |
| Pkw             | Personenkraftwagen  |
| PLA             | Polylactid  |
| pO <sub>2</sub> | Sauerstoffpartialdruck                                    |
| PtL             | Power to Liquid   |
| PTV             | Particle Tracking Velocimetry                             |
| PV              | Photovoltaik  |
| PVD             | Physical Vapour Deposition                                |
| RCS             | Radar Cross Section                                       |
| RDE             | Real Driving Emissions                                    |
| RFID            | Radio-Frequency Identification                            |
| RTM             | Resin Transfer Moulding (Harzinjektionsverfahren)         |
| SCR             | Selective Catalytic Reduction                             |
| SEM             | Scanning Electron Microscope (Rasterelektronenmikroskop)  |
| SMC             | Sheet Molding Compound                                    |
| SMD             | Surface-Mounted Device (oberflächenmontiertes Bauelement) |
| SOFC            | Solid Oxide Fuel Cell                                     |
| TCO             | Total Cost of Ownership                                   |

|      |   |
|------|---|
| TG   | Thermogravimetrie                           |
| TGA  | Thermogravimetrische Analyse                |
| TMA  | Thermomechanische Analyse                   |
| TPO  | Temperaturprogrammierte Oxidation           |
| TPR  | Temperaturprogrammierte Reduktion           |
| TSN  | Time-sensitive Networking                   |
| UAV  | Unmanned Aerial Vehicle                     |
| UHF  | Ultra-High Frequency                        |
| UKP  | Ultrakurzpuls                               |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunications System  |
| VR   | Virtuelle Realität                          |
| WDX  | Wellenlängendispersive Röntgenspektroskopie |
| XiL  | X in the Loop                               |
| XRD  | X-Ray Diffraction (Röntgendiffraktometrie)  |
| Yb   | Ytterbium                                   |

# Impressum

## **Herausgeber**

Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg  
www.e-mobilbw.de

gemeinsam mit dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg

## **Autoren**

Innovationhouse Deutschland GmbH:  
Kathrin Grützmann, Dr. Rolf Reiner

## **Redaktion und Koordination**

e-mobil BW GmbH  
Isabell Knüttgen, Stefan Büchele

## **Bildnachweise**

Umschlag: Monkey Business/AdobeStock

Die Bildrechte liegen, soweit nicht direkt im Bild vermerkt, bei den in der Bildunterschrift jeweils angegebenen Unternehmen und Institutionen.

## **Auslieferung und Vertrieb**

e-mobil BW GmbH  
Leuschnerstraße 45  
70176 Stuttgart  
Telefon +49 711 892385-0  
Fax +49 711 892385-49  
info@e-mobilbw.de  
www.e-mobilbw.de

## **© Copyright liegt bei den Herausgebern**

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Für die Richtigkeit der Herstellerangaben wird keine Gewähr übernommen.