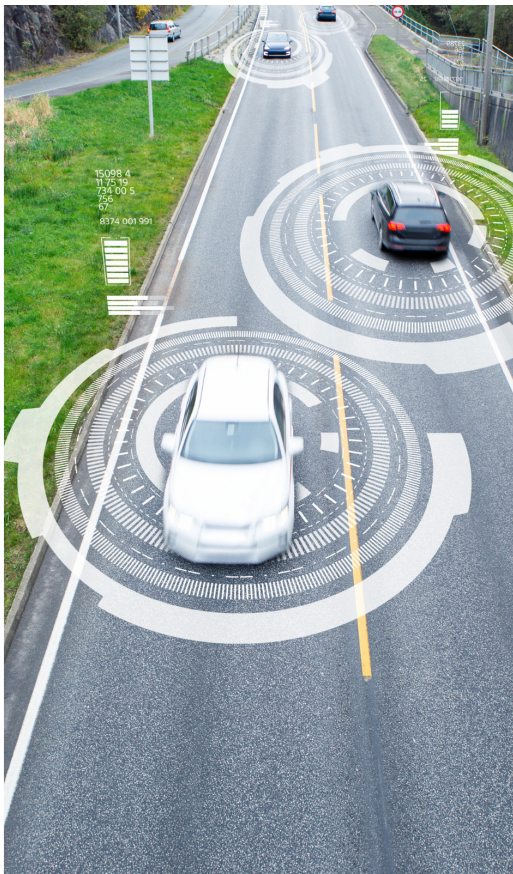
SIAK

SCIENCE & INNOVATION
ALLIANCE KAISERSLAUTERN

Fahrzeugtechnologie der Zukunft

Übersicht über die Kompetenzen in der Wissenschafts- und Innovationsregion Kaiserslautern



Inhalt

Inhalt 1
Vorworte 3
Einleitung 6
1. Antriebstechnologien 7
a. Alternative Kraftstoffe 8
b. Brennstoffzellen 14
c. Verbrennungsmotoren 17
d. Batterieelektrische Antriebe 19
e. Integrierte Lösungen und Ansätze 22
2. Elektrifizierung und Hybridisierung 26
a. Antriebsstrang 26
b. Elektrifizierung und Hybridisierung der Arbeitsprozesse in Nutzfahrzeugen 29
c. Bordnetz für Hochvolt-Technologie 30
d. 48-V-Antriebseinheiten 31
e. Leistungselektronische Wandler aller Art 32
3. Autonomie 33
a. Fahrzeuge 33
b. Autonomie von Nutzfahrzeugen 35
4. Neue Geschäftsmodelle (durch Digitalisierung) 37
a. Digitale Geschäftsmodellinnovation 37
b. Mobilität 39
c. Cloudlösungen 43
d. Condition Monitoring / Predictive Maintenance 44
e. Marketing 46
5. Entwicklung und Produktion 47
a. Entwicklung 47
b. Produktion / Digitale Fabrik 52
c. Simulationsverfahren 62
6. Schlüsseltechnologien 65
a. Materialien 65
b. KI / Maschinelles Lernen 70
c. Ergonomie / MM-Schnittstelle / UX 75
d. Sensorik und Leistungselektronik 79

7. Querschnittsthemen 80
a. Infrastrukturen 80
b. Qualifizierung 83
c. Transfer, Gründungen & Patentinformation 84
Impressum 85

Vorworte

Science and Innovation Alliance Kaiserslautern

Sehr geehrte Damen und Herren,

die SIAK fördert über ihre Mitglieder aus Wissenschaft und Wirtschaft maßgeblich die Entwicklung der Wissenschafts- und Innovationsregion Kaiserslautern. Als führendes Netzwerk für die Themen der digitalen Transformation sowie Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik begleitet und initiiert sie Projekte und Kooperationen zu den Trendthemen der Zukunft, so auch im Projekt *Standortkompetenzen in der Fahrzeugtechnologie der Zukunft*, gefördert durch das Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit des Landes Rheinland-Pfalz.

Die SIAK bringt das wissenschaftlich-technische Know-how und die innovativen Wirtschaftskompetenzen der Region an einen Tisch und vernetzt sie aktiv, um erfolgreiche Projekte, Kooperationen und Geschäftsbeziehungen zu initiieren und katalysieren.

Hauptziel des von der SIAK initiierten Vorhabens ist die Erfassung und werbewirksame Darstellung der herausragenden Kompetenzen der Wissenschafts- und Innovationsregion Kaiserslautern in der Fahrzeugtechnologie. Die Ergebnisse entnehmen sie dem vorliegenden Studienbericht, zudem werden diese über die Websiten der SIAK und der Initiative „We move it“, deren Geschäftsstelle die Commercial Vehicle Cluster Nutzfahrzeug GmbH betreibt, veröffentlicht.

Wir bedanken uns bei den folgenden SIAK-Mitgliedern und Netzwerkpartnern für deren Input zu unserer Studie: Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI, Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE, Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Hochschule Kaiserslautern, Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, SmartFactory KL e.V. und Technische Universität Kaiserslautern. Der Studienbericht dokumentiert, dass sich die Wissenschafts- und Innovationsregion Kaiserslautern zu einem exzellenten Standort im Bereich der „Fahrzeugtechnologie der Zukunft“ entwickelt hat.

Vor allem aber geht unser Dank an das Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit des Landes Rheinland-Pfalz für die finanzielle Förderung der Studie.

Bei Interesse an den Themenfeldern oder zum Projekt besuchen Sie gerne die Website der SIAK unter www.siak-kl.com oder kontaktieren Sie die Geschäftsstelle unter info@siak-kl.com.

Prof. Dr. Dr. h.c. Dieter Rombach

Vorstandsvorsitzender der Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V.

TU Kaiserslautern

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Technische Universität Kaiserslautern ist seit vielen Jahren auf vielen Forschungsgebieten moderner Fahrzeugtechnologie erfolgreich aktiv. Wir freuen uns, Ihnen diese im Rahmen dieser Broschüre vorstellen zu können.

Unsere Forschungsaktivitäten betreffen zum einen nachhaltige Konzepte für Verbrennungsmotoren, wie die Entwicklung von alternativen Kraftstoffen und den dafür geeigneten Motoren oder die Optimierung konventioneller Antriebe, aber auch zentrale neue Technologien rund um die Elektromobilität und das autonome Fahren. So beschäftigen sich viele Forschende der TUK mit den Grundlagen für eine immer effizientere Elektromobilität, dazu gehören Forschungsfragen im Bereich des Batteriemanagements, der Lade- und Kühlkonzepte oder auch Fügetechniken für Komponenten möglichst leichter Elektrofahrzeuge. Nutzfahrzeuge, die ohne Fahrer auskommen, sind für gefährliche Bereiche einer Baustelle oder auch Katastrophengebiete ein wichtiger Fortschritt, der durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der TUK maßgeblich vorangebracht wird. Mit dem „Hambach-Shuttle“ konnte bereits ein autonomes Fahrzeug zum Personentransport auf der Straße getestet werden.

Mit dem Zentrum für Nutzfahrzeugtechnologie (ZNT), einem vom Land im Rahmen der Forschungsinitiative geförderten Potentialbereich der TU, werden viele unserer Forschungsaktivitäten im Bereich der Fahrzeugtechnologie unter einem Dach zusammengeführt. Das ZNT zeichnet sich insbesondere durch seinen interdisziplinären Ansatz aus. Forschende aus dem Maschinenbau, der Elektrotechnik und der Informatik forschen gemeinsam an Lösungen für Fragestellungen von Entwicklern, Herstellern und Anwendern. Das ZNT fungiert als zentraler Ansprechpartner für Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen zu nutzfahrzeugspezifischen Forschungs- und Entwicklungsfragen sowie als Initiator interdisziplinärer, praxisnaher Forschungsprojekte.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre dieser Broschüre. Bitte sprechen Sie uns für Ihre Fragen an! Neben unseren bestehenden langjährigen Kooperationen mit Unternehmen jeglicher Größe – sowohl am Standort wie auch weltweit – sind wir immer am Aufbau neuer Forschungskooperationen interessiert.

Prof. Dr. Arnd Poetzsch-Heffter

Präsident TU Kaiserslautern

Hochschule Kaiserslautern

Sehr geehrte Damen und Herren,

Mobilität wird nicht willkürlich als Megatrend beschrieben. Immer facettenreicher und differenzierter werden die Angebote an Mobilität. Die Mobilität von morgen definiert sich durch das Ineinandergreifen von Arbeit, Wohnen und Freizeit. Die Beratungsgesellschaft McKinsey nennt vier starke Trends, die den Markt und die Entwicklung dominieren: Autonomes Fahren, Shared Mobility, Konnektivität und Elektromobilität. Und dabei spielen Erlebnis, Gesundheit und vor allem Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle.

Und das stellt die Industrie vor vollkommen neue Herausforderungen. Forschung und Entwicklung arbeiten intensiv an neuen Technologien. Welche das sind und wie das Angebot der Forschungseinrichtungen im Raum Kaiserslautern für die Wirtschaft aussieht, hat die Science and Innovation Alliance Kaiserslautern im vorliegenden Report zu den Kompetenzen in der Fahrzeugtechnologie am Standort Kaiserslautern zusammengefasst.

Die Aktivitäten der Hochschule Kaiserslautern reichen vom Wasserstoff als Energieträger (und hier konkret die Ladeinfrastruktur für mobile und stationäre Lösungen) über Brennstoffzellen (Entwicklung und Erprobung hocheffizienter integrierter elektrischer Antriebe) bis hin zur Zustandsüberwachung (CM: Condition Monitoring) und vorausschauender Wartung (PM Predictive Maintenance) mit Hilfe künstlicher Intelligenz.

Im Folgenden haben wir Ihnen zu den verschiedenen Stichworten und Forschungsbereichen die jeweiligen Aktivitäten und Forschungsschwerpunkte im adressierten Themenbereich, die Angebote für Unternehmen sowie Ihre Ansprechpartner in den Instituten aufgelistet. Lassen Sie uns darüber ins Gespräch kommen.

Darauf freut sich

Ihr Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Schmidt

Präsident der Hochschule Kaiserslautern

Einleitung

Die Fahrzeugindustrie ist einer der wichtigsten Innovationstreiber und gemessen am Umsatz der mit Abstand bedeutendste Industriezweig in Deutschland. Die deutsche Fahrzeugindustrie gilt als weltweiter Impulsgeber für Produkt- und Prozessinnovationen. Eine Konzentration von Produktionsstätten und Lieferanten findet sich vor allem im Südwesten des Landes, wo auch Kaiserslautern liegt.

Die Wissenschafts- und Innovationsregion Kaiserslautern verfügt über exzellente Kompetenzen im Fahrzeugbereich. Anwendungsorientierte Forschungsinstitute und Entwicklungszentren ergänzen die technisch ausgerichtete Universitäts- und Hochschullandschaft. An den zahlreichen Forschungseinrichtungen in Kaiserslautern werden zentrale Aspekte moderner Fahrzeugtechnologie auf höchstem internationalem Niveau bearbeitet. Dabei haben die in Kaiserslautern beforschten Themen im Bereich Fahrzeugtechnologie sowohl den PKW im Blick als auch, und dies ist ein deutschlandweites Alleinstellungsmerkmal, einen Schwerpunkt im Bereich der Nutzfahrzeugtechnologie. Insgesamt verfügen die Kaiserslauterer Wissenschaftler*innen nicht nur über Expertisen im Bereich der Antriebstechnologien, der Elektrifizierung und Hybridisierung sowie der Autonomie von Fahrzeugen, sondern auch im Bereich neuer digitaler Geschäftsmodelle, neuer Entwicklungs- und Produktionsmethoden sowie in den Schlüsseltechnologien im Fahrzeugbereich.

Aktuelle Entwicklungen wie die digitale Transformation und die Notwendigkeit zu mehr Energieeffizienz und Klimaschutz erfordern innovative Lösungen, um Fahrzeuge, Verkehr und Mobilität zukunftsfähig zu machen. Enge Unternehmensnetzwerke und intensive wissenschaftliche Kooperationen zwischen Herstellern und Forschungsinstituten sowie Hochschulen ermöglichen die fachübergreifende Entwicklung solcher Innovationen. Ein zentraler Bereich, der für den erfolgreichen Wissens- und Technologietransfer bedeutsam ist, ist die Schaffung einer übersichtlichen und strukturierten Darstellung der vorhandenen wissenschaftlichen und technologischen Kompetenzen und Forschungsergebnisse. Der vorliegende Bericht zielt daher darauf ab, die Kompetenzen der Wissenschafts- und Innovationsregion Kaiserslautern im Bereich der Fahrzeugtechnologie in einem einzigen Dokument zusammenzufassen und übersichtlich zu präsentieren.

1. Antriebstechnologien

Im Rahmen des europäischen Grünen Deals soll Europa bis zum Jahr 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent gemacht werden. Bereits für 2030 sind durch europäische und nationale Vorgaben mit 55 % (EU) bzw. 65 % (D) ambitionierte Ziele gesetzt. Besonders im Fokus steht der Verkehrssektor, der auf EU-Ebene ca. 28 % (Stand 2018) und in Deutschland ca. 20 % (Stand 2020) zum gesamten Ausstoß an Treibhausgasen beiträgt, wovon jeweils der größte Teil auf den Straßenverkehr entfällt (in D: 19 % / in der EU: 20 % Anteil des Straßenverkehrs an der gesamten Treibhausgasemission). Eine besondere Herausforderung liegt hierbei in der weiter zunehmenden Fahrleistung, welche auch mit dazu beitrug, dass der Verkehrsbereich seine Ziele in Bezug auf die Treibhausgas-Minderung im Vergleich zu anderen Sektoren bislang deutlich verfehlte. Dies bedeutet, dass bei weiterhin steigender Verkehrsleistung die Treibhausgasminderung der einzelnen Verkehrsträger noch höher ausfallen muss als die absolut geforderten 55 bzw. 65 % bis 2030. Jüngste Pläne der EU-Kommission sehen eine Reduktion um 100 % bis zum Jahr 2035 vor, deren genaue Ausgestaltung gegenwärtig jedoch noch Gegenstand intensiver Diskussion ist. In der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung wird zudem eine Reduktion des Endenergieverbrauchs um 40 % im Verkehr bis 2050 bezogen auf das Jahr 2005 verlangt. Für all diese Anforderungen sind entsprechende technische und ökonomische Lösungen und darauf basierend Strategien für einen nachhaltigen Verkehrssektor zu erarbeiten.

Bedingt durch die Vielfalt der Anwendungen von Fahrzeugantrieben – sowohl in Bezug auf die Fahrzeuge selbst und deren Einsatzfelder als auch im Hinblick auf weltweit sehr unterschiedliche Rahmenbedingungen – ist aus heutiger Sicht nicht absehbar, dass eine einzelne Technologie in allen Anwendungsfeldern weltweit universell einsetzbar sein wird. Aufgrund der Dringlichkeit der Umsetzung konkreter Maßnahmen zur Treibhausgasminderung sind vielmehr zeitlich abgestufte und räumlich differenzierte Angebote erforderlich, die gleichzeitig sowohl volkswirtschaftlich als auch (bezogen auf die umsetzenden Unternehmen) betriebswirtschaftlich tragfähig sein müssen. Die weltweit agierenden europäischen Fahrzeughersteller stehen deshalb vor der enormen Herausforderung, gleichzeitig verschiedene neue Lösungspfade vorantreiben zu müssen, und dies mit weiter forcierter Geschwindigkeit in der Entwicklung.

Die Forschung am Standort Kaiserslautern unterstützt die Wirtschaft ebenso wie die politischen Entscheidungsträger durch technologieoffene und umsetzungsnahe Forschung an der gesamten Bandbreite der aktuell in Diskussion bzw. teilweise bereits im Markthochlauf befindlichen Antriebsalternativen für den Technologiemix der Zukunft. Diese Aktivitäten reichen von der Elektrifizierung von Antrieben mittels Batterie- und Brennstoffzellen bzw. verschiedenen hybriden Antriebskonzepten bis hin zur Erforschung der Potenziale neuer, CO_2-neutral herstellbarer Energieträger wie z. B. Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe. Die Hauptstoßrichtungen liegen in der Vermeidung bzw. weitestgehenden Eliminierung von Treibhausgasemissionen, einer Minimierung der sonstigen Umweltauswirkungen (insbesondere im Hinblick auf die Emission von Schadstoffen in realen Betriebsszenarien) sowie einer weiteren Steigerung der Effizienz von Fahrzeugantrieben.

a. Alternative Kraftstoffe

Alternative Kraftstoffe sind alle Energieträger, die angesichts der absehbaren Rohstoffknappheit und der zunehmenden Umweltbelastung als Ersatz für herkömmliche Kraftstoffe wie Benzin und Diesel in Frage kommen. Im Antriebsmix der Zukunft werden neben elektrischen Antrieben (Batterie- oder Brennstoffzellen-basiert, letztere unter Nutzung des Alternativkraftstoffs Wasserstoff => s. Abschnitt 1 b)) mit alternativen Kraftstoffen betriebene Verbrennungsmotoren in vielen Anwendungen ein wichtiger Baustein sein, insbesondere für Anwendungen, die eine hohe Reichweite, Nutzlast und Robustheit erfordern. Bei Verwendung alternativer Kraftstoffe können die Schadstoffemissionen von Motoren weiter auf ein Niveau reduziert werden, welches sich im Bereich der Nachweisbarkeitsgrenze oder darunter bewegt (sog. „zero impact“ Emissionen); gleichzeitig kann bei Nutzung regenerativer Primärenergieträger zur Gewinnung oder Synthese des Kraftstoffs auch die CO_2-Emission in der gesamthaften Bilanz („well to wheel“) bis hin zur vollständigen CO_2-Neutralität minimiert werden.

Als regenerative Primärenergiequellen kommen entweder Pflanzen bzw. Reststoffe oder Solar- bzw. Windenergie in Frage; im letzteren Fall wird der hiermit erzeugte Strom zur Herstellung „grünen“ Wasserstoffs durch Elektrolyse genutzt, und dieser kann dann entweder direkt eingesetzt oder zu komplexeren Kraftstoffen weiterverarbeitet werden (sog. „E-Fuels“ bzw. „PtX“-Kraftstoffe, z. B. „PtG” – Power to Gas, „PtL“ – Power to Liquid). Abhängig von ihren chemisch-physikalischen Eigenschaften können solche Kraftstoffe als Ersatz für fossile Kraftstoffe ohne die Erfordernis von Anpassungen am Motor zum Einsatz kommen (sog. „Drop-in“ Kraftstoffe) – so z. B. paraffinische Dieselkraftstoffe (PDF „Paraffinic Diesel Fuel“) aus Fischer-Tropsch-Syntheseprozessen oder hydrierte Pflanzenöle (HVO „Hydrogenated Vegetable Oil“) – bzw. nur geringe Änderungen erfordern, wie beispielsweise im Fall von (Bio-) Ethanol bzw. „Biodiesel“ (meist RME – Rapsölmethylester). Daneben gibt es auch weitere synthetische Kraftstoffe, die deutlich größere Eingriffe in die Materialien und die Komponentenauslegung des Motors erfordern, mit dieser speziellen Anpassung aber auch besonders große Vorteile z. B. hinsichtlich Schadstoffemissionen mit sich bringen. Ein Beispiel ist die Gruppe der Oxymethylenether OME (chemisch korrekt „Polyoxymethylendimethylether“), welche eine vollständig partikelfreie dieselmotorische Verbrennung ermöglicht.

Als alternative Kraftstoffe kommen insbesondere in Betracht:

- **Fossile kohlenstoffarme Kraftstoffe**, z. B. **Erdgas** (Hauptkomponente Methan CH_4, gasförmig als **CNG** – Compressed Natural Gas – bzw. verflüssigt als **LNG** – Liquefied Natural Gas) oder sog. **Autogas bzw. Flüssiggas** (Propan/Butan-Gemisch, auch als **LPG** – Liquefied Petrol Gas – bezeichnet)

- **Biogene Kraftstoffe** entweder aus **Energiepflanzen** (z. B. **Pflanzenöl** oder weiterverarbeitete Produkte wie hydrierte Pflanzenöle – HVO, siehe weiter oben – und Pflanzenölmethylester, bspw. RME/„Biodiesel“) oder aus **Rest- und Abfallstoffen** (sog. „Biokraftstoffe der 2. Generation“, d. h. ohne Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion; typische Produkte sind hier z. B. **Ethanol** und weitere **Alkohole** sowie **Biogas**), ggf. auch mit weiteren nachgelagerten Syntheseschritten zur Herstellung komplexerer Kraftstoffe („**BtL**“ = Biomass to Liquid)

- **Vollständig synthetische Kraftstoffe (PtX)**, basierend auf (grünem) **Wasserstoff** H_2 und hergestellt via Fischer-Tropsch-Synthese (**FT-Kraftstoffe**) – Produkte sind meist benzin- bzw. dieselähnliche Flüssigkraftstoffe sowie Kerosin – oder mittels Methanisierung (Herstellung von **synthetischem Methan** als Erdgasersatz) bzw. per Methanolsynthese mit eventuellen nachgelagerten Prozessschritten (Produkte: ottomotorische Ersatzkraftstoffe wie **Methanol**, Dimethylcarbonat **DMC** oder Methylformiat **MeFo** bzw. **OME** als Diesel-Ersatzkraftstoff)

In der obigen Aufstellung nimmt die derzeitige Verfügbarkeit von oben nach unten ab, während gleichzeitig der CO_2- und z. T. auch der Schadstoffminderungseffekt zunimmt. Für die Zukunft wird es darauf ankommen, den richtigen Kraftstoff für die jeweilige Anwendung zu definieren, welcher den bestmöglichen Effekt bei gleichzeitig sichergestellter Verfügbarkeit bietet. In einigen Fällen ist eine motorische Kompatibilität über alle drei Gruppen hinweg gewährleistet, so können bspw. Erdgasmotoren ohne Anpassung auch mit Biogas oder synthetischem Methan betrieben werden. Darüber hinaus wird für zukunftssichere verbrennungsmotorische Antriebe zukünftig eine möglichst weitreichende Flexibilität hinsichtlich der verwendbaren Kraftstoffe erforderlich sein, welche gleichzeitig eine sichere Kraftstofferkennung im Fahrzeug erfordert (sog. „Multi-Fuel"-Motoren). Eine Einführung alternativer Kraftstoffe in den Markt kann auch als Beimischung zu konventionellem fossilem Kraftstoff (bspw. mit zeitlich gestaffelt ansteigendem Anteil) erfolgen. Da solche „Blendkraftstoffe" je nach Zusammensetzung auch weiterhin kompatibel mit den aktuellen Kraftstoffnormen bleiben können, ist hiermit auch eine Kompatibilität mit der Bestandsflotte der im Feld befindlichen Fahrzeuge erzielbar, womit auch diese zur erforderlichen CO_2-Einsparung im Verkehr beitragen können.

Neben Verbrennungsmotoren nutzen auch Brennstoffzellen alternative Kraftstoffe (siehe hierzu auch Abschnitt 1.b). In der Regel kommt hier Wasserstoff zum Einsatz, welcher zusammen mit Sauerstoff in einer „kalten Verbrennung" umgesetzt wird. In Hochtemperatur-Brennstoffzellen (z. B. Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) können auch wasserstoffreiche Kohlenwasserstoffe wie bspw. Methan bzw. Erdgas verwendet werden; allerdings befinden sich mobile Anwendungen dieses Brennstoffzellentyps gegenwärtig noch in einer sehr frühen Phase der Forschung, in praktischen Fahrzeuganwendungen dominieren mit reinem Wasserstoff zu betreibende sog. „PEMFC" (Polymer Electrolyte Fuel Cell).

In all den oben genannten alternativen Kraftstoffen wird in Kaiserslautern Forschung auf höchstem internationalem Niveau betrieben, die auch national und regional bestens vernetzt ist. Folgende Einrichtungen und Projekte sind im oben dargestellten Umfeld besonders hervorzuheben:

Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik (LAF) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Der Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik beschäftigt sich bereits seit langem intensiv mit der Erforschung unterschiedlicher Kraftstoffalternativen, von gasförmigen Kraftstoffen wie Erdgas und Wasserstoff bis hin zu verschiedensten Flüssigkraftstoffen biogenen und synthetischen Ursprungs.

Forschungsschwerpunkt:

Das Tätigkeitsfeld reicht von der Konstruktion und Auslegung von Komponenten und Motoren (z. B. zur Anpassung an die Erfordernisse alternativer Kraftstoffe) über die Bewertung und Optimierung durch Simulation (Strömungssimulation inkl. Gemischbildung und Verbrennung, Strukturmechanik, Mehrkörpersimulation, Gesamtfahrzeugsimulation) bis hin zur experimentellen Erforschung neuer Konzepte und Bauteile an Komponenten-, Motoren- und Fahrzeugprüfständen. Grundlegende Untersuchungen z. B. zur Optimierung des Brennverfahrens am Einzylinder-Forschungsmotor sind ebenso möglich wie die Erprobung im Vollmotor oder sogar im Fahrzeug.

Ein besonderer Fokus liegt auf den Schadstoffemissionen und deren Vermeidung sowie Nachbehandlung. Für die Untersuchungen stehen 10 Motorenprüfstände und 2-3 Komponentenprüfplätze sowie modernste Messtechnik nach dem aktuellen Stand von Forschung und Entwicklung zur Verfügung, darunter auch

Sondermesstechnik wie Fourier-Transfer-Emissionsspektroskopie oder optische Messtechnik. Bereits am Prüfstand ist die Emulation verschiedener Fahrzeugumgebungen inkl. hybrider Antriebsstränge möglich.

Angebote für die Wirtschaft:

Durch die enge Einbindung in den Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie das Zentrum für Nutzfahrzeugtechnologie (ZNT) können auch interdisziplinäre Aufgabenstellungen mit hoher Fachkompetenz bearbeitet werden. Für und gemeinsam mit unseren Auftraggebern entwickeln und optimieren wir zukunftssichere Antriebe und deren Betriebsstrategien für den Fahrzeugeinsatz. Wir verstehen uns als kompetenter Ansprechpartner zur wissenschaftlich fundierten Projektbearbeitung und sind verlässlicher Partner unserer industriellen und öffentlichen Auftraggeber. Neben direkter Beauftragung besteht auch die Möglichkeit der Kooperation im Rahmen gemeinsam zu beantragender (ggf. öffentlich geförderter) Forschungsprojekte.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Michael Günthner (Lehrstuhlleiter): guenthner@mv.uni-kl.de
Dr.-Ing. Thorsten Fuchs (Oberingenieur/Akademischer Rat): Thorsten.Fuchs@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik (LAF): https://laf.mv.uni-kl.de
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 44
67663 Kaiserslautern

Lehrstuhl für Thermodynamik (LTD) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Kernarbeitsgebiete des LTD sind die experimentelle Ermittlung von Stoffdaten von Fluiden, deren Modellierung und die Anwendung der Modelle in der Simulation von Prozessen und Gesamtsystemen.

Forschungsschwerpunkt:

Messungen, Modellierung und Simulation gehen am LTD Hand in Hand. Für die experimentellen Arbeiten wird ein hervorragend ausgestattetes Labor betrieben. Bei den Modellierungsarbeiten werden neben phänomenologischen auch molekulare Methoden eingesetzt. Hierfür hat der LTD Zugang zu verschiedenen Höchstleistungsrechnern.

Die bisherigen Arbeiten am LTD mit Bezug zum Bereich „Automobil“ umfassen:

- Synthetische Kraftstoffe: Entwicklung neuer Produktionsverfahren für synthetische Kraftstoffe: Schwerpunkt Poly(oxymethylen)glykoldimethylether (OME), inklusive der Untersuchung und Modellierung anwendungsrelevanter Stoffdaten.
- Organische Elektrolytlösungen für Batterien: Mitarbeit an der Entwicklung eines industriellen Produktionsverfahrens für neuartige Elektrolyte für Lithium-Ionen-Batterien, inklusive der Untersuchung und Modellierung anwendungsrelevanter Stoffdaten.
- Redox-Flow Batterien: Experimentelle Untersuchung und Modellierung, Teststand im Aufbau.

Angebote für die Wirtschaft:

Der LTD kooperiert regelmäßig mit Unternehmen. Diese Kooperationen können bilateral sein oder im Rahmen von Konsortien stattfinden. Auch reine Beratung wird angeboten.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Hans Hasse (Lehrstuhlleitung): hans.hasse@mv.uni-kl.de
JP Dr.-Ing. Maximilian Kohns (JP für Elektrolytthermodynamik und Molekulare Simulation): maximilian.kohns@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Thermodynamik (LTD): https://thermo.mv.uni-kl.de
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Erwin-Schrödinger-Straße 44
67663 Kaiserslautern

Lehrstuhl Technische Chemie im Fachbereich Chemie der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Am Lehrstuhl Technische Chemie werden Synthesewege für alternative Kraftstoffe insbesondere im Hinblick auf die Nutzung von Synthesegas (CO/H_2-Gemische), Kohlendioxid und Wasserstoff zur Erzeugung chemischer Energieträger wie Methan (*Synthetic Natural Gas*, synthetisches Erdgas) und langkettiger Kohlenwasserstoffe (Kraftstoffe) bzw. Methanol oder höherer Alkohole (Kraftstoffzusätze) erforscht. Der Ersatz von fossilen Energieträgern durch synthetische Kraftstoffe im Mobilitäts- und Energiesektor sowie die Speicherung von Überschussstrom aus regenerativen Quellen (Wind-, Solarenergie) in Form chemischer Energieträger leistet wertvolle Beiträge zur Kreislaufwirtschaft und zur Verminderung des CO_2-Ausstoßes und ist somit hochrelevant für die Umsetzung der Energiewende.

Forschungsschwerpunkt:

In den Laboren des Lehrstuhls können folgende Leistungen erbracht werden:

- Design von neuartigen Feststoffkatalysatoren mittels konventioneller und innovativer Synthesetechniken im Labormaßstab
- Katalysatortestung an kontinuierlich betriebenen Laboranlagen
- Katalysatorcharakterisierung mittels weiterführender Charakterisierungsmethoden (inkl. In-situ- bzw. Operando-Spektroskopie)
- Aufklärung von Reaktionsmechanismen
- kinetische Studien

Dabei werden folgende Verfahren und Technologien kompetent verwendet, um kontinuierliche Gasphasenreaktionen im Labormaßstab durchzuführen:

- Power-to-X-Verfahren (PtX-Prozess)
- Methanisierung von Kohlendioxid

- Methanolsynthese
- Methanol-to-Gasoline-Verfahren (MtG-Prozess)
- Erzeugung von synthetischen Kraftstoffen über Fischer-Tropsch-Synthese bzw. aus Polymerabfällen

PtX-Verfahren wie Methanisierung, Alkoholsynthese oder Fischer-Tropsch-Verfahren sind hochaktuelle Forschungsthemen im Kontext von Energiewende, Ressourcenschonung und dem Ersatz von fossilen Energieträgern. Einige der Verfahren werden bereits großtechnisch (z. B. Methanol-Synthese) bzw. in kleinerem Maßstab (z. B. Fischer-Tropsch-Verfahren) eingesetzt, andere befinden sich noch im frühen Entwicklungsstadium (z. B. Kraftstoffe aus Polymerabfällen).

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl Technische Chemie bietet Praktikern Antworten auf wissenschaftliche und technische Fragestellungen (Katalysatoroptimierung, Reaktionsmechanismen, Struktur-Wirkungskorrelationen, Prozessführung, etc.) an. Ebenso sind gemeinschaftlich betreute Studienarbeiten (Bachelor-, Masterarbeiten, Forschungspraktika) bzw. gemeinsame Drittmittelprojekte zur Förderung von Dissertationsprojekten sowie Kooperationen sowohl mit KMUs als auch Großunternehmen möglich.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Wolfgang Kleist: kleist@chemie.uni-kl.de
Dr. Christian Wilhelm: cwilhelm@rhrk.uni-kl.de
Fachbereich Chemie – Technische Chemie: www.chemie.uni-kl.de/kleist
Technische Universität Kaiserslautern
Erwin-Schrödinger-Straße 54
67663 Kaiserslautern

Institut Energieeffiziente Systeme (IES) an der Hochschule Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Wasserstoff ist als Energieträger weltweit ein zentrales Forschungs- und Industriethema. Japan stellt seine gesamte Gesellschaft auf den Energieträger Wasserstoff um und wird zu den (durch Corona leider verschobenen) Olympischen Spielen die energetisch vollständig auf Wasserstoff basierende Retortenstadt Wover City präsentieren. China verlagert seinen Fokus von der Batterietechnologie auf den Wasserstoff. Die EU hat im Juli 2020 ihr Wasserstoff-Strategiepapier mit dem Titel „A hydrogen strategy for climate-neutral Europe“ veröffentlicht), die Bundesregierung hat kurz zuvor (06/2020) die mit mehreren Milliarden Euro an Forschungsgeldern ausgestattete „Nationale Wasserstoffstrategie“ präsentiert.

Hierbei kann der aus regenerativen Energien gewinnbare grüne Wasserstoff nicht nur durch Verbrennung in Motoren oder Verstromung in Brennstoffzellen genutzt werden, sondern stellt auch die Ausgangsplattform für die Power-to-X Kette zur Verfügung, also die Herstellung der höher energetischen Produkte wie Methan, Methanol und e-Fuels dar. Darüber hinaus stehen neben mobilen auch stationäre Anwendungen im Fokus.

Forschungsschwerpunkt:

Im Rahmen der legislativen Vorgaben zur CO_2-Reduktion werden sich viele Industriebeiche dem Wandel zum regenerativen Wasserstoff-Einsatz nicht entziehen können. Für den Einsatz von Wasserstoff stellen sich für die Wirtschaft vier Kernfragen:

- Speicherung und Infrastruktur,
- Sicherheit,
- Randbedingungen für die Anwendung,
- neue Testverfahren und Standardisierung.

Aktueller Forschungsschwerpunkt am Institut ist die Ladeinfrastruktur für Batterie- und Brennstoffzellen - basierte mobile und stationäre Lösungen. Im Rahmen des Neubaus des Laborgebäudes an der Hochschule Kaiserslautern auf dem Campus Kammgarn wird zudem aktuell die Infrastruktur geschaffen, Wasserstoff für das Forschungsumfeld in den folgenden Bereichen zur Verfügung zu haben:

- Brennstoffzellen-Technologie,
- Wasserstoff-Motoren,
- Versprödung von Materialien unter Wasserstoff-Einwirkung,
- Festigkeit.

Angebote für die Wirtschaft:

In den neuen Laboren der Hochschule Kaiserslautern lassen sich diese Aufgabenfelder bearbeiten. Zusätzlich kann das Aufsetzen von Forschungsprojekten mit der Industrie durch die Hochschule initiiert und durchgeführt werden. Ein großes Netzwerk an Akteuren auf dem Gebiet Wasserstoff kann hierbei für Neuankömmlinge genutzt werden.

Der Vorteil für Unternehmen ist das wissenschaftliche und praxisorientierte Umfeld der Hochschule und die Möglichkeit, sich kompetentes Fachpersonal bereits in den Projekten heranzuziehen. Kooperationen mit Industriepartnern im Bereich von Prüfständen ermöglicht kurze time-to-market Zeiten.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Opperskalski: hartmut.opperskalski@hs-kl.de
Leiter des Institutes Energieeffiziente Systeme (IES): https://www.hs-kl.de/forschung/forschungseinrichtungen
Fachbereich Angewandte Ingenieurwissenschaften
Hochschule Kaiserslautern
Schoenstraße 11
67659 Kaiserslautern

b. Brennstoffzellen

Auch in Traktionsanwendungen mit hohem Energiebedarf, bspw. für Lkws im Langstreckenverkehr, Landmaschinen und mobile Arbeitsmaschinen, sind zukünftig Antriebe gefordert, welche lokal keinerlei Schadstoffemissionen verursachen. Aufgrund des hohen Raumbedarfs und Gewichts von Traktionsbatterien mit hinreichend großem Energieinhalt scheiden rein batterieelektrische Antriebe für solche Anwendungen aus heutiger Sicht jedoch mehrheitlich aus. Trotzdem können solche Fahrzeuge mit einem elektrischen Antrieb versehen werden, der seine Energie jedoch dann primär aus einer Brennstoffzelle bezieht, welche den wesentlich energiedichter speicherbaren Energieträger Wasserstoff nutzt.

Brennstoffzellen erzeugen als wasserstoffbetriebene Energiewandler elektrische Energie frei von lokalen Schadstoffemissionen. Da die Energie in Form von Elektrizität zur Verfügung steht, besteht große Flexibilität hinsichtlich der Konfiguration des Antriebssystems, was gerade für Fahrzeuge mit verteiltem Energiebedarf das zusätzliche Potenzial der Effizienzsteigerung durch Elektrifizierung bislang hydraulischer Energiewandler unterstützt. Wasserstoff kann nötigenfalls zum Einsatzort transportiert werden und ermöglicht ein schnelles Betanken von Fahrzeugen – was gegenüber batterieelektrischen Antrieben neben reduzierter Leermasse und damit gesteigerter Nutzlast auch für kürzere Stillstandszeiten sorgt.

Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik (LAF) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Es gibt zwar bereits erste Serienanwendungen von Brennstoffzellen bei Pkw, trotzdem bedarf die Technologie aber noch weiterer Forschung und Entwicklung, um hinsichtlich Kosten und Robustheit für ein breites Anwendungsspektrum einschließlich der Nutzfahrzeuge einsatzfähig zu werden. Trotz theoretisch sehr hoher Wirkungsgrade ist auch in diesem Bereich für den mobilen Einsatz im Transientbetrieb bei hoher Belastung weitere Optimierung erforderlich, ebenso bei der Leistungsdichte.

Forschungsschwerpunkt:

Durch langjährige Forschungs- und Entwicklungsarbeit an Antrieben für Pkw und Nutzfahrzeuge bestehen am Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik (LAF) bereits umfangreiche Vorerfahrungen zu den Anforderungen, Einsatzgebieten und resultierenden Lastprofilen von Fahrzeugantrieben für verschiedenste Anwendungen und Topologien, welche auch für die Optimierung Brennstoffzellen-basierter Antriebe genutzt werden können. Gegenwärtig wird dieses Know-how weiter in Richtung von Brennstoffzellen-Antriebssystemen ausgeweitet. Zahlreiche Peripheriekomponenten zur Versorgung der Brennstoffzelle sind entsprechenden verbrennungsmotorischen Komponenten recht ähnlich, sodass hier ein sinnvoller Know-how-Übertrag stattfinden kann. Ein weiterer Anknüpfungspunkt besteht im Bereich der Simulation; hier stehen Werkzeuge zur ein- und dreidimensionalen Simulation einzelner Zellen bis hin zum vollständigen Antriebssystem zur Verfügung. Dabei können strömungsmechanische, thermodynamische und strukturmechanische Problemstellungen ebenso wie die Energieflüsse und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten untersucht werden. Voraussichtlich ab Ende 2021 wird der LAF über eine eigene Wasserstoffversorgung für die Laborhalle verfügen; ein Systemprüfstand für Brennstoffzellen ist in Planung. Dieser kann gegebenenfalls um Möglichkeiten zur Zell- und Stackprüfung erweitert werden. Nach Fertigstellung sind am LAF auch Vergleichsuntersuchungen von Brennstoffzellen und Verbrennungsmotoren mit verschiedenen Kraftstoffen (inkl. Wasserstoff in verbrennungsmotorischen Anwendungen) möglich.

Angebote für die Wirtschaft:

Die Auftraggeber können in gemeinsamen Projekten auf die am LAF vorliegende Expertise im Bereich 1D- und CFD-Simulation sowie die vorhandene umfassende Prüfstands- und Messtechnik zurückgreifen und somit eine schnelle Evaluierung des Einsatzes der Brennstoffzellentechnologie ohne Kapital- und Personalbindung im eigenen Unternehmen vornehmen. Neben direkter Beauftragung besteht auch die Möglichkeit der Kooperation im Rahmen gemeinsam zu beantragender (ggf. öffentlich geförderter) Forschungsprojekte. Abhängig von der Problemstellung sind sowohl Grundlagenuntersuchungen als auch der Aufbau und die Erprobung von Versuchsträgern auf Basis vorhandener Technologie möglich (Prototypenstadium).

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Michael Günthner (Lehrstuhlleiter): guenthner@mv.uni-kl.de
Dr.-Ing. Thorsten Fuchs (Oberingenieur/Akademischer Rat): Thorsten.Fuchs@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik (LAF): https://laf.mv.uni-kl.de
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 44
67663 Kaiserslautern

AG Elektrotechnische Systeme der Mechatronik an der Hochschule Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Die Betriebseigenschaften der Brennstoffzelle als zentraler Energiewandler sind ein wesentlicher Einflussfaktor auf die wasserstoffbasierte Elektromobilität. Notwendige Peripherieaggregate der Brennstoffzelle sind dabei essenzielle Systembestandteile, die Performance und Effizienz von Prozess und Konstruktion überhaupt erst ermöglichen. Eine hocheffiziente Luftversorgung der Brennstoffzelle ist eine Enabling-Technologie für die nachhaltige wasserstoffbasierte Elektromobilität. Die Leistungsdichte verschiedener Brennstoffzellentechnologien kann durch eine Erhöhung der Drücke der Reaktionspartner positiv beeinflusst werden. Meist wird der Sauerstoff aus der Umgebungsluft gewonnen, weshalb ein externer Verdichter für die Konkurrenzfähigkeit der Brennstoffzellentechnologie essenziell ist. Eine signifikante Erhöhung der Effizienz des Systems ergibt sich durch die Nutzung des von der Brennstoffzelle erzeugten Wasserdampfs. Dabei wird dieses Abgas durch eine Turbine zum Teilantrieb des Verdichters der Umgebungsluft genutzt. Es muss jedoch zusätzliche Leistung zugeführt werden, z. B. durch eine hochdrehende elektrische Maschine, da die Enthalpie des Abgases nicht ausreichend für den Verdichtungsprozess ist.

Forschungsschwerpunkt:

Zur Erfüllung der o. g. Herausforderungen müssen Hochdrehzahlantriebe mit mehr als 100.000 1/min im Bemessungspunkt entwickelt werden. Dabei sind zur Optimierung der Systemeffizienz innovative Aufbaukonzepte umzusetzen. Die AG Elektrotechnische Systeme der Mechatronik (AG ESM) arbeitet in mehreren Forschungsprojekten an der Entwicklung und Erprobung hocheffizienter (integrierter) elektrischer Antriebe und kann mit ihren Partnern des Forschungsschwerpunkts „Hocheffiziente Technische Systeme“ tiefes Know-how in verschiedenen Arbeitspaketen einbringen:

- Erarbeitung der Spezifikation

- Entwicklung der Leistungselektronik (basierend auf Wide-Bandgap-Halbleitern)
- Entwicklung der hochdrehenden elektrischen Maschine
- Condition Monitoring/Predictive Maintenance des Aggregats
- Versuchsträgerbau und Erprobung auf einem Hochdrehzahlprüfstand

Angebote für die Wirtschaft:

Die AG ESM unterstützt Sie mit ihrem Know-how in der Entwicklung und Erprobung elektrischer Antriebstechnik. Die AG begleitet Sie von der Ideenfindung bis zum Versuchsaufbau im Labor oder einer Prototypimplementierung, was bereits im Bereich kleinerer Drehzahlen in verschiedenen Transferprojekten nachgewiesen wurde. Die Umsetzung der Projektaufgaben erfolgt stets zielorientiert bei großer Anwendungsnähe; eine Umsetzung als Förder- oder Drittmittelprojekt mit Großunternehmen und/oder KMUs ist möglich.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Sven Urschel: sven.urschel@hs-kl.de
AG Elektrotechnische Systeme der Mechatronik: www.hs-kl.de/esm
Fachbereich Angewandte Ingenieurwissenschaften
Hochschule Kaiserslautern
Schoenstraße 11
67659 Kaiserslautern

c. Verbrennungsmotoren

Im Antriebsmix der Zukunft werden Verbrennungsmotoren in vielen Anwendungen weiterhin ein wichtiger Baustein sein, insbesondere für Anwendungen, die eine hohe Reichweite, Nutzlast und Robustheit erfordern. Zukünftig werden Verbrennungsmotoren verstärkt nicht mehr durch die bekannten fossilen Otto- und Dieselkraftstoffe betrieben, sondern durch alternative Kraftstoffe (siehe hierzu auch Abschnitt a.).

Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik (LAF) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Neben der Weiterentwicklung bestehender motorischer Brennverfahren, der Entwicklung neuer Brennverfahren (z. B. „Dual-Fuel"-Betrieb und [teil-] vorgemischte Kompressionszündung) und der Anpassung auf unterschiedliche alternative Kraftstoffe spielt die Optimierung des Zusammenspiels mit elektrischen Antriebskomponenten in hybridisierten Antriebssträngen eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung zukünftiger Antriebskonzepte. Die Kombination von modernen Verbrennungsmotoren mit elektrischen Antrieben bietet sehr große Potenziale im Hinblick auf Kraftstoffeffizienz und damit CO_2-Einsparung, aber ebenfalls zur Reduktion der Schadstoffemissionen. Hierfür ist die Entwicklung spezifischer Betriebsstrategien erforderlich, welche sowohl den bestmöglichen motorischen Wirkungsgrad als auch die Minimierung der Schadstoffbildung (vor allem im Transientbetrieb) sowie den optimalen Betrieb der Abgasnachbehandlung berücksichtigen. Hierbei kann auch die Flexibilität genutzt werden, die hybride Antriebskonzepte bieten. In diesem Kontext kommt zukünftig auch der Einsatz künstlicher Intelligenz in Frage, ebenso wie zur Kraftstofferkennung.

Forschungsschwerpunkt:

Der Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik beschäftigt sich bereits langjährig intensiv mit der Erforschung konventioneller und alternativer Antriebe auf der Basis von Verbrennungsmotoren. Dies beginnt bei der Konstruktion und Auslegung von Komponenten und Motoren und umfasst des Weiteren die Bewertung und Optimierung durch Simulation (Strömungssimulation inkl. Gemischbildung und Verbrennung, Strukturmechanik, Mehrkörpersimulation, Gesamtfahrzeugsimulation) sowie die experimentelle Erprobung einzelner Bauteile, Baueinheiten, vollständiger Motoren oder Fahrzeuge. Ausgehend von grundlegenden Untersuchungen und der Optimierung z. B. des Brennverfahrens am Einzylindermotor reicht hier das Angebot bis hin zur Erprobung im Vollmotor oder sogar im Fahrzeug. Ein besonderer Fokus liegt auf den Schadstoffemissionen und deren Vermeidung sowie Nachbehandlung. Für die Untersuchungen stehen 10 Motorenprüfstände und 2-3 Komponentenprüfplätze sowie modernste Messtechnik nach dem aktuellen Stand von Forschung und Entwicklung zur Verfügung, darunter auch Sondermesstechnik wie Fourier-Transfer-Emissionsspektroskopie oder optische Messtechnik. Bereits am Prüfstand ist die Emulation verschiedener Fahrzeugumgebungen inkl. hybrider Antriebsstränge möglich. Ausgehend von einer simulativen Systemanalyse über unsere Softwaretools (u. a. GT-Suite-Produkte, z. B. GT-Drive/GT-Power, AVL Worksuite, z. B. AVL FIRE/AVL CRUISE/AVL Boost, IPG CarMaker/TruckMaker etc.) entwickeln wir beispielsweise Strategien zur Optimierung des Gesamtsystems Verbrennungsmotor/E-Maschine. Die zunehmend strikte Limitierung der Emissionskomponenten erfordert eine gut abgestimmte Antriebseinheit, die Emissionspeaks in transienten Fahrzuständen vermeiden kann. Auf unseren transient betreibbaren Motorenprüfständen validieren wir die Ansätze unter zyklusrelevanten Randbedingungen

(WLTP, RDE). Die Qualität des Antriebstrangs wird versuchsbegleitend mit modernster Emissionsmesstechnik überprüft. Hierbei beschränken wir uns nicht nur auf die gesetzlich limitierten Komponenten, sondern blicken auch voraus auf gegenwärtig (noch) nicht limitierte Emissionsbestandteile. Sollten unerwünschte Emissionen festgestellt werden, entwickeln wir Strategien, um diese zu beherrschen – innermotorisch oder außermotorisch. In Kooperation mit dem Partner FEM an der TUK entwickeln wir KI-Ansätze zur Emissionsvorhersage und -vermeidung sowie zur Kraftstofferkennung.

Angebote für die Wirtschaft:

Wir verbinden unsere eigene Expertise mit den Kompetenzen weiterer interner und externer Kooperationspartner. Universitätsintern arbeiten wir u. a. im Zentrum für Nutzfahrzeugtechnologie (ZNT) z. B. mit Experten für elektrische Antriebskomponenten sowie Regelungs- und Betriebsstrategien (inkl. „Machine Learning"-Ansätze) fachbereichsübergreifend und interdisziplinär zusammen. Dabei beschränkt sich die Zusammenarbeit nicht allein auf theoretische Arbeitsumfänge, sondern nutzt die Standortnähe auch bei praktischen Fragestellungen zu gemeinsamen Tätigkeiten an den jeweiligen Prüfständen (inkl. der Option der virtuellen Kopplung von Prüfständen). Für und gemeinsam mit unseren Partnern und Auftraggebern entwickeln und optimieren wir zukunftssichere Antriebe und deren Betriebsstrategien für den Fahrzeugeinsatz. Wir verstehen uns als kompetenter Ansprechpartner zur wissenschaftlich fundierten Projektbearbeitung und sind verlässlicher Partner unserer industriellen und öffentlichen Auftraggeber. Neben direkter Beauftragung besteht auch die Möglichkeit der Kooperation im Rahmen gemeinsam zu beantragender (ggf. öffentlich geförderter) Forschungsprojekte.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Michael Günthner (Lehrstuhlleiter): guenthner@mv.uni-kl.de
Dr.-Ing. Thorsten Fuchs (Oberingenieur/Akademischer Rat): Thorsten.Fuchs@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik (LAF): https://laf.mv.uni-kl.de
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 44
67663 Kaiserslautern

d. Batterieelektrische Antriebe

Langfristiges Ziel bleibt das Null-Emissions-Fahrzeug durch den Ersatz fossiler Kraftstoffe. In diesem Zusammenhang hat in letzter Zeit vor allem das Thema des batterieelektrischen Fahrzeugs (Battery Electric Vehicle, BEV) neben der Option Wasserstoff als Kraftstoff für ein Brennstoffzellenfahrzeug (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) an Popularität gewonnen. Bereits vor mehr als 100 Jahren wurde das batterieelektrische Fahrzeug erfunden, jedoch hatten sich über die Jahrzehnte die technischen Perspektiven für die Energiespeicherung nicht wesentlich geändert, sodass eine breite Einführung dieses Fahrzeugkonzeptes nicht erfolgte. Insbesondere durch die bereits erzielten und zu erwartenden Fortschritte auf dem Gebiet der Lithium-Ionen-Batterie als Schlüssel der Elektromobilität stellt sich die Frage nach der Elektrotraktion inzwischen neu.

Im Zuge des Ausbaus erneuerbarer Energien nehmen moderne Energiespeichertechnologien eine Schlüsselrolle ein. Für eine zukunftsfähige Elektromobilität werden an den Speicher, hauptsächlich Lithium-Ionen-Batterien, hohe Anforderungen bezüglich Kapazität, Leistungsfähigkeit, Lebensdauer und Sicherheit gestellt.

Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Der Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme adressiert die Themenbereiche Zellmanagement, Gesamtbatteriemanagement, Batteriecharakterisierung, *deep Cell Analysis*, Degradation aus Gesamtbatterie- und Systemsicht sowie Absicherung von Batterien (u. a. Schütz-Sicherungskoordination, Batteriesicherheitsfunktionen und -management).

Forschungsschwerpunkt:

Das Team um Hrn. Prof. Götz verfügt über viele Jahre Erfahrung in der Konzeptionierung und Entwicklung von Zellmanagement- und Gesamtbatteriemanagementsystemen. Derartige Systeme haben einige Mitglieder des Teams bereits in deren vorheriger Tätigkeit in der Industrie entwickelt. Neben den Zellmonitoring- und -balancing-Funktionen von Zellmanagementsystemen verfügt das Team ferner über tiefe Einblicke und Kompetenzen aus erster Hand in der Modellierung, Entwicklung und Applikation von gesamten Batteriemanagementsystemen sowie der Entwicklung smarterer Batteriestatusschätzung. Das Team beschäftigt sich insbesondere mit toleranteren Schätzmethoden für den Ladezustand (SoC) und den Gesundheitszustand (SoH) der Batterie aus dynamischen Strom-Spannungs-Messungen im Betrieb, die bisherige, relativ simple Methoden in Serienfahrzeugen ersetzen können und Impedanzspektroskopie-messungen aus dem Labor nachbilden und deren Qualität als Messlatte verwenden. Auf diese Weise lassen sich nicht nur ein höheres Kundenkapazitätsband bei gleicher oder geringerer Alterung verwenden, sondern ebenso Alterung und bevorstehende Ausfälle früher erkennen sowie Liegenbleiber vermeiden. In diesem Zusammenhang entwickelte das Team beispielsweise auch die Derating-Regeln für den Fahr- und Ladebetrieb eines deutschen Fahrzeugherstellers.

Zusätzlich zur Vermessung von Batterien in Fahrzeugen während des gewöhnlichen Betriebs befasst sich der Lehrstuhl ebenso mit Charakterisierungsmethoden von Batteriezellen im Labor mit diversen Messverfahren.

Auch in der Absicherung von Batterien verfügt das Team über Erfahrung. Darunter fallen einerseits die Entwicklung von Fehlerersatzreaktionen, um alle kritischen Fälle einer Fehlerbaumanalyse (FTA) abzudecken. Ferner haben die Mitglieder in der Vergangenheit ebenfalls bereits an konkreten Systemen die Absicherung für alle Batterieausgänge zur Abdeckung des gesamten Lastbereiches mit Schützen und Sicherungen und deren Koordination für ASIL-fähige Konzepte entwickelt, um das gesamte Band an potenziellen Kurzschlussströmen sicher trennen zu können.

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme bietet Unterstützung bei der Auslegung und Entwicklung von Batterien, beim Zellmanagement (aktiv, passiv), bei Batteriemanagementfunktionen oder Batterieanalysefunktionen, bei der Absicherung von Batterien, bei der Kühlauslegung, bei Kühlkonzepten, bei rekonfigurierbaren Batterien, bei Technologiestudien, und beim Demonstratorbau an. Dabei ist eine Zusammenarbeit auf allen Ebenen von der Vorentwicklung bis zur Serienentwicklung möglich.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Götz (Lehrstuhlleiter): goetz@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme: www.eit.uni-kl.de/meas
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 11
67663 Kaiserslautern

Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Adressierter Themenbereich:

Aktuelle Batterien werden im Betrieb großen Belastungen ausgesetzt und müssen während der Nutzung gegenüber Umweltbelastungen (Wasser, Temperatur, Medien etc.) als auch gegenüber Schadenseinwirkungen (z. B. Fahrzeugcrash oder Steinschlag) geschützt werden. Andererseits sollte das Batteriegehäuse den Batteriezellen während des Betriebs die für die Batterielebensdauer optimalen Bedingungen zur Verfügung stellen. Insbesondere die Temperaturleitfähigkeit zur Ableitung beim schnellen Laden als auch bei der Aufheizung bei tiefen Außentemperaturen sowie die Druckaufnahme gegenüber Aufblähen während des Betriebs stellen eine große Herausforderung dar.

Forschungsschwerpunkt:

In Kombination mit einer kosteneffizienten Herstellmethode bieten sich hier faserverstärkte Kunststoffe mit intelligenten Produktions- und auch Auslegeverfahren als Lösungsansatz an.

Angebote für die Wirtschaft:

Das IVW kann hierbei bis TRL 7 unterstützen (Demonstrator). Weitere Informationen unter https://www.ivw.uni-kl.de.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer: ulf.breuer@ivw.uni-kl.de
Wissenschaftlicher Geschäftsführer
Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH: https://www.ivw.uni-kl.de
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern

e. Integrierte Lösungen und Ansätze

Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Große hartverdrahtete Batteriepacks in Fahrzeugen leiden am Problem, dass die schwächste Zelle die Leistung der gesamten Batterie limitiert. Diese Limitierung besteht im Hinblick auf die nutzbare Kapazität (sobald die erste Zelle die Ladeschlussspannung erreicht, muss die Ladung beendet werden, auch wenn andere Zellen noch mehr Energie aufnehmen könnten), die maximal nutzbare Entlade- und vor allem Ladeleistung (wenn die erste Zelle im Verbund aufgrund von unvermeidbaren Hotspots und streuenden Innenwiderständen an ihre thermischen Grenzen kommt, muss abgeregelt werden) und die Alterung (mit der ersten defekten Zelle ist die Batterie defekt). Allerdings weisen Batteriezellen hinsichtlich all dieser Parameter Streuung aufgrund von Fertigungstoleranzen auf. Diese Streuung steigt mit dem Alter weiter an. Das Problem des schwächsten Gliedes wird mit der 800-V-Technologie weiter verschärft. Aufgrund der etwa Gaußschen Streuung jeder Zelle steigt die Wahrscheinlichkeit, eine Zelle aus den Rändern der Gaußverteilung mit stark abweichenden Parametern in der Batterie verbaut zu haben, drastisch an, sodass mit der Batteriegröße die Ausnutzung hinsichtlich aller Parameter, die Gesamtleistungsfähigkeit und die Lebensdauer abnimmt.

Daneben ist die hohe Bandbreite der Spannung von vollem zu leerem Batteriezustand, die bei mehreren Batterievarianten für dasselbe Fahrzeug oder dieselbe Plattform noch vergrößert wird, für sämtliche HV-Komponenten problematisch. Insbesondere die Leistungselektronik muss den gesamten Spannungsbereich abdecken, der oft einen Faktor zwei zwischen der niedrigsten und der höchsten zu erwartenden Spannung erreichen kann. Gerade galvanisch trennende Gleichspannungswandler, die mit festen Wickelverhältnissen in den Überträgern arbeiten müssen, gelangen so an ihre Grenzen und sind zusätzlich meist deutlich ineffizienter als nötig.

Die Batterie im Verbund ist ferner während der gesamten Lebensdauer ein sicherheitskritisches Hochvoltsystem. Dies beginnt bereits in der Fertigung, in der Werker in entsprechenden Arbeitsbereichen hochvoltunterwiesen oder gar Elektrofachkraft sein müssen, um mit der Batterie zu arbeiten, sobald sie 60 V übersteigt. Dabei helfen auch Konzepte wie Mittelpunkttrenner nur bedingt. Noch bedeutender ist für viele Kunden und auch Rettungskräfte die bei hart verdrahteten Batterien nie, selbst im leeren Zustand, verschwindende hohe Spannung, auch im Crashfall.

Forschungsschwerpunkt:

Das Team MEAS arbeitet an Konzepten zur Vereinigung von Leistungselektronik und Batterietechnologie, um oben genannte Probleme zu verhindern. Entsprechende Leistungselektronik kann die Leistung zwischen Teilpaketen (idealerweise 48 V) der Batterie mit kostengünstiger Niedervoltleistungselektronik koordinieren und so nicht nur den Ausnutzungsgrad erhöhen und jeden Teil der Batterie nahezu bis zu dessen Maximum hinsichtlich Leistung, Kapazität und Alterung ausnutzen, sondern beispielsweise im Crashfall per Default ≥ASIL-C-sicher in ein berührsicheres Niedervoltsystem unterhalb der *Safe Extra-Low Voltage* (SELF) fallen. Gleichzeitig können mit den Lösungen weitere Funktionen, die bislang von separaten leistungselektronischen Steuergeräten vorgenommen wurden, in die Batterie gezogen und so Nettobauraum eingespart werden. Durch Mitnutzung der Batteriekühlschleife kann ferner das Kühlsystem vereinfacht und in vielen Fällen um ein Temperaturniveau verringert werden.

Abbildung. Demonstrator einer dynamisch rekonfigurierbaren Batterie mit 40 kW

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme bietet Unterstützung bei der Auslegung und Entwicklung von Modulen und anderen Komponenten bis zu ganzen Systemen, bei der allgemeinen Integration von Leistungselektronik in Batterien (elektrisch, thermisch) sowie bei der Entwicklung von Demonstratoren an. In der Vergangenheit wurde bereits Forschungstransfer in ähnlichen Themen (Automobil bzw. Netzspeicher) erfolgreich durchgeführt.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Götz (Lehrstuhlleiter): goetz@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme: www.eit.uni-kl.de/meas
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 11
67663 Kaiserslautern

Abteilung Strömungs- und Materialsimulation im Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Adressierter Themenbereich:

Simulationsverfahren für Batterien und Brennstoffzellen:

Für eine zukunftsfähige Elektromobilität werden an den elektrochemischen Speicher, hauptsächlich Lithium-Ionen-Batterien, wie auch an Brennstoffzellen (PEM-Zellen) hohe Anforderungen bezüglich Kapazität, Leistungsfähigkeit, Lebensdauer und Sicherheit gestellt. Die Entwicklung neuer Materialien für derart verbesserte Energiespeicher ist sehr zeit- und kostenaufwändig. Computersimulationen und Softwaretools helfen hierbei die Performance neuer Batterie- und Brennstoffzellen unter Betriebsbedingungen zu beurteilen, wie auch die zugrundeliegenden Mechanismen besser zu verstehen. Wesentlich ist dabei die Optimierung der einzelnen porösen Materialschichten in einer Batterie/Brennstoffzelle (Elektroden, Diffusionsschichten) wie auch deren Zusammenwirken im Schichtaufbau unter Betriebsbedingungen. So können beispielsweise die Gasdiffusionsschichten in einer PEM-Zelle oder auch der Elektrodenaufbau in einer Lithium-Ionenzelle betriebsgerecht optimal ausgelegt werden. Basierend auf den Detailmodellen der Batterie- oder Brennstoffzelle können physikalisch basierte Batteriesystemmodelle für das Batteriemanagementsystem (BMS) abgeleitet werden.

Forschungsschwerpunkt:

Für Lithium-Ionen-Batterien wird am ITWM seit einigen Jahren die Simulationsumgebung BEST entwickelt, die von der Mikro- zur Zellskala physikbasierte, dreidimensionale Simulationen von Lithium-Ionen-Batteriezellen ermöglicht. BEST berechnet hierbei nicht nur den zeitlichen Verlauf der Zellspannung für einen gegebenen (Ent-)Ladestrom. Es ist vielmehr möglich auch komplexere zeitabhängige Lasten und CC/CV-Phasen zu betrachten und dafür das Verhalten der virtuellen Zelle zu untersuchen. Die berechnete zeitlich und räumlich variierende Ionen- und Potenzialverteilung erlaubt ein detailliertes Studium der beobachteten Effekte. Durch Kopplung mit thermischen oder mechanischen Effekten oder durch Berechnung des Li-Plating-Risikos infolge von Lithium-Plating als auch dem sog. SEI-Wachstum bietet BEST auch im Hinblick auf Alterungsberechnung eine solide Grundlage.

Neben dem Basismodell lassen sich folgende Aspekte untersuchen:

- Thermomanagement: Mit BEST können die thermischen und elektrochemischen Effekte gekoppelt untersucht werden. So lässt sich zum einen der Einfluss der Temperatur auf das Zellverhalten bestimmen und zum anderen kann die Wärmeproduktion einzelner Zellen bewertet werden.

- Zellatmung: Die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Batterien wird bei einigen Batteriematerialien (insbesondere bei Siliziumverbindungen) durch mechanische Degradation aufgrund der ladezustandsabhängigen großen Volumenänderung beeinflusst. Durch die Kopplung von BEST mit dem hocheffizienten Mikromechaniklöser FeelMath lassen sich die Leistungsänderungen und Alterungseffekte beim sogenannten Atmen der Zellen detailliert simulieren und verstehen.

- Batteriemanagementsystemmodell: Für schnelle Berechnungen und die Steuerung eines Batteriemanagementsystems leisten wir Unterstützung bei der Ableitung effizienter, dafür allerdings physikalisch basierter Ersatzschaltbildmodelle. Die Parametrisierung der Netzwerkelemente wird direkt aus den physikalischen Materialeigenschaften abgeleitet, wie sie auch für die Mikro- und Zellmodelle notwendig sind, sodass sich ein schnell lösbares, prädiktives Surrogatmodell ergibt.

Angebote für die Wirtschaft:

BEST ist ein am Markt etabliertes Simulationstool (TRL 8), das kontinuierlich verbessert und erweitert wird. In industriellen Transferprojekten mit OEMs, KMUs und Zulieferern befähigen wir seit Jahren die Fahrzeugindustrie im gezielten Einsatz von Simulationsmethoden zur Batteriezellenauslegung. Mit BEST geben wir Zellentwicklern und Batterienutzern selbst die Möglichkeit, im Vorfeld realer Arbeiten und Anwendungen das betriebsbedingte Leistungs- und Alterungsverhalten einer Batteriezelle anhand von Computersimulationen („Digitaler Zwilling") für eine gegebene Anwendung zu bewerten und zu optimieren. Darüber hinaus bieten wir in diesem Bereich:

- Physikalische Modellierung elektrochemischer und thermomechanischer Prozesse und deren numerische Implementierung in bestehende Softwareumgebungen
- Anwenderfreundliche, kundenspezifische Simulationssoftware zur dreidimensionalen Batteriesimulation auf der Mikro- und Zellskala der Batterie
- Fachliche Beratung und kundenspezifische Lösungen bei Simulationsaufgaben zur Batteriezellenauslegung und für das Batteriemanagement
- Durchführung von Simulations- und Optimierungsstudien von Batteriezellen
- Schulungen zur 3D-Batteriesimulation

Ansprechpartner:

Dr. Konrad Steiner: konrad.steiner@itwm.fraunhofer.de
Dr. Jochen Zausch: jochen.zausch@itwm.fraunhofer.de
Abteilung Strömungs- und Materialsimulation: www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/sms
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

2. Elektrifizierung und Hybridisierung

Faktoren wie der Klimawandel zwingen uns zum Umdenken. Eine weitere Nutzung fossiler Brennstoffe ist nicht mehr zu verantworten. Der Umstieg auf CO_2-neutrale Energieträger ist zwingend notwendig. Elektromotoren bieten viele neue Herausforderungen, die von der Kaiserslauterer Forschungslandschaft adressiert werden.

a. Antriebsstrang

Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik (LAF) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Der Trend zur Hybridisierung des Antriebstrangs schreitet in nahezu allen Fahrzeugsegmenten massiv voran und erfordert eine gesamtheitliche Betrachtung aller im Antriebstrang zusammenwirkenden Komponenten. Durch speziell abgestimmte Betriebsstrategien kann der Verbrennungsmotor im Zusammenwirken mit der E-Maschine wirkungsgradoptimal und besonders emissionsarm betrieben werden, sodass eine in jeder Hinsicht nachhaltige Mobilität realisiert werden kann. Für hybride Antriebsstränge ist eine Vielzahl unterschiedlicher Topologien möglich, in denen die verschiedenen Energiewandler und -speicher verschaltet werden können. Darüber hinaus hängen mögliche Betriebsstrategien auch von der (momentan) verfügbaren elektrischen Leistung sowie der speicherbaren Energiemenge ab. Die Bandbreite reicht von Mildhybriden – heute oft auf Basis Niedervolt (48 V Spannungsniveau) – mit rein unterstützender Antriebsfunktion bis hin zu Vollhybriden (Hochvolt) in paralleler, serieller oder leistungsverzweigter Anordnung mit vielfältigen Betriebsmöglichkeiten einschließlich (zeitweise) rein elektrischen Fahrens. Neben klassischen Hybridantrieben als Kombination von Verbrennungsmotor und Elektromotor mit batterieelektrischem Speicher sind darüber hinaus auch andere Kombinationen möglich und je nach Anwendung zielführend, so z. B. die Integration hoch-leistungsfähiger Speicher auf Kondensator- („Supercap“) oder Schwungradbasis (elektrisch oder mechanisch) sowie hydraulische und elektrohydraulische Komponenten.

Forschungsschwerpunkt:

Die Kompetenzen des LAF hinsichtlich verschiedener Komponenten des Antriebsstrangs sind insbesondere den Abschnitten 1a sowie 1b/c zu entnehmen. In der Antriebsstrangentwicklung kooperieren wir sowohl im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie darüber hinaus im Kontext des Zentrums für Nutzfahrzeugtechnologie mit zahlreichen weiteren Experten, z. B. aus den Bereichen Getriebetechnik, Gesamtfahrzeugentwicklung, Elektromobilität und elektrische Antriebskomponenten sowie Regelungstechnik. Die Rolle des LAF ist hierbei die eines „Integrators“ für alle Themenstellungen, welche die Funktion Fahrzeugantrieb betreffen. Die Prüfstandsinfrastruktur am Lehrstuhl erlaubt auch die Emulation verschiedener (konventioneller und hybrider) Fahrzeugantriebsstränge am Motorenprüfstand und die Simulation realer Fahrmanöver und gesetzlicher Fahrzyklen, so dass eine gesamtheitliche experimentelle Bewertung unter reproduzierbaren Randbedingungen möglich ist.

Angebote für die Wirtschaft:

Für und gemeinsam mit unseren Partnern und Auftraggebern entwickeln und optimieren wir zukunftssichere Antriebe und deren Betriebsstrategien für den Fahrzeugeinsatz. Wir verstehen uns als kompetenter Ansprechpartner zur wissenschaftlich fundierten Projektbearbeitung und sind verlässlicher Partner unserer industriellen und öffentlichen Auftraggeber. Neben direkter Beauftragung besteht auch die Möglichkeit der Kooperation im Rahmen gemeinsam zu beantragender (ggf. öffentlich geförderter) Forschungsprojekte.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Michael Günthner (Lehrstuhlleiter): guenthner@mv.uni-kl.de
Dr.-Ing. Thorsten Fuchs (Oberingenieur/Akademischer Rat): Thorsten.Fuchs@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Antriebe in der Fahrzeugtechnik (LAF): https://laf.mv.uni-kl.de
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 44
67663 Kaiserslautern

Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Zentrale Motortypen (Asynchron-, Synchron-, Reluktanzmaschine) spielen derzeit in Serienfahrzeugen vor allem als Art Beimischung für Permanentmagnetsynchronmaschinen eine Rolle. Aufgrund der niedrigen Kosten und den Verzicht auf Seltene-Erd-Magneten sind reine Synchronreluktanzmaschinen sowie geschaltete Reluktanzmaschinen weiterhin sehr attraktiv. Weitere Themenfelder sind die Vermessung und Methoden zur Identifikation von Interaktion von Leistungselektronik und Maschine in diesem Kontext. Hier gilt es Optimierung, insbesondere neue Wickeltechnologien für erhöhte Leistungsdichte und Effizienz, zu erreichen.

Des Weiteren sind neue, direktere Kühl- und Materialkonzepte für erhöhte Leistungsdichte von elektrischen Maschinen und Leistungselektronik von großer Bedeutung: In der Regel ist die maximale Leistung bei elektrischen Maschinen und Leistungselektronik vor allem thermisch limitiert. Derzeit werden elektrische Maschinen und leistungselektronische Inverter in Serienfahrzeugen nahezu ausschließlich indirekt wassergekühlt.

Forschungsschwerpunkt:

Der Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme hat langjährige Erfahrung in der Entwicklung und Optimierung der drei für Elektrofahrzeuge bedeutenden Maschinentypen: Asynchron-, Synchron-, und Reluktanzmaschine. Der Lehrstuhl arbeitet dabei beispielsweise an Methoden zur Verringerung der Vibrationen und des abgestrahlten Schalls bereits in der Designphase durch geeignete Modelle.

Darüber hinaus verfügt das Team um Hrn. Prof. Götz über Prüfstände zur Vermessung von elektrischen Maschinen. Ein besonderes Thema ist dabei die Entwicklung von Methoden zur Identifikation von Interaktionen von Leistungselektronik und elektrischer Maschine. Meist scheinen beide Komponenten

isoliert betrachtet ihre Spezifikationen und gewünschte Leistung einzuhalten. Im Verbund zeigen sich jedoch an diversen Arbeitspunkten erhöhte Verluste, Erwärmung an sensitiven Stellen, die im Entwicklungsprozess unkritisch waren (beispielsweise den Magneten), und Alterungsphänomene an Isolation oder auch Lagern. Meist sind hierfür Wechselwirkungen zwischen elektrischer Maschine und Leistungselektronik verantwortlich, die insbesondere im hohen Frequenzbereich auftreten und durch die Schaltmodulation des leistungselektronischen Inverters (oft auch als Pulswechselrichter bezeichnet) getrieben werden.

Neben Methoden zur Vermessung arbeitet das Team ferner an Modulationsverfahren zur Vermeidung derartiger Wechselwirkungen durch bessere Kontrolle über die Gleich- und Gegentaktverzerrungen von Invertern.

Ein weiterer Schwerpunkt des Teams liegt in der Entwicklung und Fertigung von neuen Wickeltechnologien, wie beispielsweise Stab-/Formspulen-/Hairpin-Wicklungen. Diese erreichen eine bis zu doppelt so hohe Nutenfüllung gegenüber konventionellen Einzeldrahtwicklungen und damit eine deutlich höhere Leistungsdichte. Die regelmäßige Struktur mit großen Grenzflächen zwischen Leitern erlauben ferner eine deutlich verbesserte Kühlung und somit erheblich höhere Spitzenleistung. Andererseits lassen sich derartige Wicklungen im Gegensatz zu konventionell eingezogenen Einzeldrahtwicklungen vollautomatisch fertigen.

Allerdings stellen derartige Wicklungen deutlich andere Anforderungen an das Wicklungsschema. Einerseits müssen regelmäßige Windungsmuster gebildet werden, um einen kurzen und fertigbaren Wickelkopf zu erhalten; andererseits verlieren unsachgemäße Entwicklungen in der Regel sämtliche Leistungsvorteile aufgrund von Hochfrequenzeffekten in den Leitern.

Das Team arbeitet seit mehreren Jahren an leistungsfähigeren Konzepten zur Kühlung sowohl von Leistungselektronik als auch elektrischen Maschinen, die die Anzahl der thermischen Barrieren verringern und zudem höhere Wärmestromdichten ermöglichen. Dabei nutzt das Team nicht nur veränderte Kühltopologien, sondern auch andere Materialien, ohne die Kosten und die Fertigbarkeit zu beeinträchtigen. Demonstratoren mit direkteren Kühlkonzepten konnten bislang gegenüber Vergleichsmustern die Maximalleistung bis zu verdoppeln.

Angebote für die Wirtschaft:

Hinsichtlich der Wickeltechnologien ist die Kompetenz in der Automobilindustrie bislang nur sehr punktuell verteilt. Mitglieder des Teams haben in der Vergangenheit nicht nur mehrere Hairpin- und Stabwicklungsmaschinen für Automobilhersteller entwickelt, sondern auch Planung und Aufbau von entsprechenden Fertigungsbändern unterstützt. Auch bzgl. der Kühlung hat das Team bereits mit mehreren Formel-E-Rennteams, zwei Automobilzulieferern, sowie einem Fahrzeug-OEM zusammengearbeitet. Weitere Kooperationen mit der Wirtschaft sind möglich.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Götz (Lehrstuhlleiter): goetz@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme: www.eit.uni-kl.de/meas
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 11
67663 Kaiserslautern

b. Elektrifizierung und Hybridisierung der Arbeitsprozesse in Nutzfahrzeugen

Lehrstuhl für Elektromobilität im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Die Elektrifizierung und Hybridisierung von Fahr- und Arbeitsantrieben in Nutzfahrzeugen ist in jüngster Zeit vehement vorangeschritten. Die Vorteile liegen auf der Hand. Elektrische Antriebe haben einen sehr hohen Wirkungsgrad, erlauben die Rückgewinnung von Energie, gestatten ein emissionsfreies Fahren und Arbeiten und ermöglichen schnelle und hochgenaue Bewegungen. Sie bilden damit eine Schlüsseltechnologie für nachhaltige und wirtschaftliche Nutzfahrzeuge mit innovativen Funktionen. Aufgrund der Vielzahl an Komponenten und Systemen, die dimensioniert, konstruiert, intergiert, appliziert und validiert werden müssen, ist die Elektrifizierung und Hybridisierung für Hersteller und Zulieferer herausfordernd. Die Forschung des Lehrstuhls für Elektromobilität setzt an diesen Aspekten an.

Forschungsschwerpunkt:

Der Schwerpunkt der Forschung des Lehrstuhls für Elektromobilität liegt auf Technologien für eine holistische Modellierung, Simulation, Analyse und Optimierung von Komponenten und Systemen. Hierfür sind vielfältige am Lehrstuhl entwickelte Werkzeuge verfügbar, unter anderem effiziente Software für Design Space Exploration, modulare Bibliotheken mit Modellen, Betriebsstrategien, Fahr- und Arbeitszyklen, skalierbare Plattformen für Rapid Control Prototyping und Hardware in the Loop sowie Fahrsimulatoren für Driver in the Loop. Grundlagen bilden dabei sowohl modell- als auch KI-basierte Methoden. Mit den verschiedenen Werkzeugen entsteht Schritt für Schritt ein Nutzfahrzeug mit einer auf den Einsatzbereich optimierten Effizienz und Funktionalität. Über einen strukturierten und integrierten Prozess wird dabei in kurzer Zeit ein hoher Technologiereifegrad erreicht.

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl für Elektromobilität bietet sowohl großen Herstellern und Zulieferern als auch kleinen und mittelständischen Unternehmen in der Forschung und Entwicklung zur Elektrifizierung und Hybridisierung von Fahr- und Arbeitsantrieben in Nutzfahrzeugen eine umfassende Unterstützung und tatkräftige Begleitung von der Idee bis zum Produkt. Hierbei kann an eine langjährige Erfahrung in anwendungsorientierten Forschungs-, Entwicklungs- und Transferprojekten sowohl in unmittelbarer Zusammenarbeit mit Unternehmen als auch im Rahmen von öffentlich geförderten Verbundprojekten (z. B. BMBF, BMWi, BMVI, ZIM und InnoProm) angeknüpft werden.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Daniel Görges: goerges@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Elektromobilität: www.eit.uni-kl.de/jem/home
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Erwin-Schrödinger-Str. 12
67663 Kaiserslautern

c. Bordnetz für Hochvolt-Technologie

Lehrstuhl für Regelungssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Das Bordnetz ist für die Stromversorgung (Energiebordnetz) und den Informationsfluss zwischen Komponenten und Steuergeräten (Kommunikationsbordnetz) zuständig. Es ist somit ein wichtiger Bestandteil eines jeden Autos.

Forschungsschwerpunkt:

Am Forschungsstandort Kaiserslautern werden aktuell Hochvolt-Bordnetzanalysen und -Optimierungen unter anderem mit der dazugehörenden Leistungselektronik und Steuerung/Regelung durchgeführt. Themen wie bidirektionale Energieflüsse, Rekuperation, Ausfallsicherheit, Diagnose, aktive Dämpfung von Spannungsoszillation sowie Integration von lokalen Energiespeichern etc. werden bearbeitet, sowohl mithilfe von Simulationsmodellen als auch an (teilweise herunterskalierten) Hardware-Prototypen. Das bisherige Bordnetz wird im Wesentlichen im Niedervoltbereich betrieben. Im Zusammenhang mit Elektro-, Hybrid- und Wasserstofffahrzeugen werden einerseits eine deutlich höhere Hochvolt-Versorgung für die Antriebstechnik sowie eine leistungsfähigere elektrische Versorgung für die künftigen vielfältigen Elektronikkomponenten oder Onboard-Arbeitsmaschinen benötigt. Insbesondere die Kopplung dieser beiden Versorgungsspannungen, verteilte Topologien mit Not- und Sicherheitsfunktionen, intelligenter Regelung und Integration von Energiemanagement sind hier wichtige Themen und Herausforderungen, denen wir uns gerne mit unseren Erfahrungen und Kompetenzen (auch im Zusammenhang mit o. g. Fahrzeugtypen) stellen wollen.

Angebote für die Wirtschaft:

Gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte, sowohl konzeptioneller Art als auch mit realen Systemen sind möglich.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Steven Liu: sliu@eit.uni-kl.de
Fachgebiet Regelungssysteme: www.eit.uni-kl.de/lrs
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 12
67663 Kaiserslautern

d. 48-V-Antriebseinheiten

Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

48-V-Systeme werden in den nächsten Jahren in vielen konventionell angetriebenen Fahrzeugen verwendet werden. Je nach Grad können diese Antriebe entweder nur unterstützen, Geschwindigkeit in einem Art Segelmodus halten, um den Verbrennungsmotor abzuschalten, und Bremsenergie rekuperieren oder sogar beschleunigen.

Forschungsschwerpunkt:

Das Team MEAS unter Hrn. Prof. Götz verfügt ferner über Kompetenzen in 48-V-Antriebskonzepten und deren Konzeption sowie Entwicklung. Das Team hat bereits erfolgreich Leistungselektronik sowie einen prüfstandsfähigen Gesamtantriebsstrang entwickelt.

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme bietet Unterstützung bei der Auslegung und Entwicklung von 48-V-Komponenten und -Systemen (Leistungselektronik, elektrische Maschinen, andere Aktorik, Antriebssysteme), bei der Optimierung und bei der Entwicklung von Demonstratoren an. Es bestehen bereits Erfahrungen im Transfer mit mehreren Vorentwicklungs- sowie einem Serienprojekt in diesem Bereich.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Götz (Lehrstuhlleiter): goetz@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme: www.eit.uni-kl.de/meas
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 11
67663 Kaiserslautern

e. Leistungselektronische Wandler aller Art

Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Das Leistungselektronikteam um Hrn. Prof. Götz entwickelt leistungselektronische Wandler und Regelungsmethoden mit einem Fokus auf Automobilanwendungen.

Forschungsschwerpunkt:

Das Leistungselektronikteam um Hrn. Prof. Götz entwickelt leistungselektronische Wandler und Regelungsmethoden mit einem Fokus auf Automobilanwendungen. Das Portfolio reicht dabei von Gleichspannungswandlern (HV-dc/dc-Wandler im Antriebsstrang, dc/dc-Wandler für die Versorgung von und Energieaustausch mit anderen Bordnetzen (12 V, 48 V)), sowohl mit als auch ohne galvanische Trennung, zu Antriebsinvertern (konventionelle Zweilevelinverter und Multilevelinverter). Neben der Entwicklung von Topologien ist insbesondere Wide-Bandgap-Leistungselektronik für höhere Leistungsdichten und Verringerung von magnetischen Bauteilen (SiC, GaN) ein zentrales Thema des Teams.

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl ist in der Lage, leistungselektronische Konzepte vom Erstentwurf bis zum Demonstrator zu entwickeln, zu implementieren und zu erproben. Hr. Prof. Götz führte zu seiner Industriezeit SiC in ein Fahrzeugserienprodukt ein und ist mit den Anforderungen entsprechend vertraut.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Götz (Lehrstuhlleiter): goetz@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme: www.eit.uni-kl.de/meas
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 11
67663 Kaiserslautern

3. Autonomie

Kein anderes Thema der Mobilität wird derzeit so sehr in der Öffentlichkeit diskutiert wie das autonome Fahren. Es ist das Sinnbild für eine Zukunft ohne Unfälle und Staus. Rund um die Autonomie entstehen derzeit viele spannende neue Modelle. Die Automatisierung von Fahrfunktionen bis hin zur vollständigen Autonomie führt zu einer ganzen Reihe von Herausforderungen unterschiedlicher Systemaspekte von Automobilen und Nutzfahrzeugen.

a. Fahrzeuge

Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE

Adressierter Themenbereich:

Am Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering beschäftigen sich die dortigen Fachexperten mit den Herausforderungen, hochautomatisierte und autonome Fahrfunktionen zu integrieren und deren Verlässlichkeit zu garantieren.

Forschungsschwerpunkt:

Besonderer Fokus liegt auf der virtuellen Validierung mit digitalen Zwillingen (MIL, SIL, vHIL) und Sicherheitskonzepten für einen verlässlichen Betrieb. Hierzu befassen sich die Experten des IESE mit der Modellierung, Analyse und Umsetzung von Safety und Security Aspekten (Modell-basiertes integriertes Safety und Security Engineering mit SafeTbox). In diesem Kontext werden virtuelle Hardware-in-the-Loop Prüfstände mit Fahrzeugfunktionen sowie virtuelle Plattform- und Netzwerkmodelle für Fahrzeugfunktionen und Verbünde für Kunden konzipiert und umgesetzt.

Die Bewertung von KI-Verfahren und ihren Unsicherheiten in Bezug auf Safety (Dependable AI) ist ein Forschungsschwerpunkt, ebenso wie die Prüfung und Entwicklung von Betriebskonzepten im Hinblick auf Safety und Security. In diesem Zusammenhang ist die Entwicklung von Human Machine Interfaces autonomer Landmaschinen und anderer Nutzfahrzeuge ein wichtiges Feld. Beispielsweise arbeiten die Forscher an dynamischen Verfahren zur Laufzeitadaption von Systemen in Bezug auf Umfeldfaktoren. Ebenfalls leistet das Institut Unterstützung bei der effektiven Umsetzung von relevanten Sicherheitsstandards (z. B. IEC 61508, ISO 26262, ISO 21448, UL 4600, ISO 25119, …).

Für die Sicherheit autonomer Fahrfunktionen forscht das Fraunhofer IESE auch an der sicheren Integration von Backend-Lösungen. Beim Zukunftsthema „virtuelles Engineering“ arbeiten die Wissenschaftler mit digitalen Zwillingen und hauseigener Simulationstechnik. Diese kann von der Szenario-Ebene bis hinunter zur genauen Simulation von DRAM-Speicher helfen, die Verlässlichkeit insgesamt zu bewerten.

Angebote für die Wirtschaft:

Das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE weist die folgenden Angebote für die Wirtschaft auf:

- Beratung zu funktionaler Sicherheit und Software
- Konzepterstellung und Analyse von Sicherheitskonzepten für hochautomatisierte Fahrfunktionen

- Simulation und virtuelle Validierung mit digitalen Zwillingen
- Eignung und Gestaltung von cloud-basierten Diensten für automatisierte Fahrfunktionen

Ansprechpartner:

Dr. Daniel Schneider, Department Head Embedded Systems Quality Assurance:
daniel.schneider@iese.fraunhofer.de
Dr. Rasmus Adler, Programm-Manager Autonomous Systems: rasmus.adler@iese.fraunhofer.de
Fraunhofer IESE: www.iese.fraunhofer.de
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

b. Autonomie von Nutzfahrzeugen

Lehrstuhl für Robotersysteme im Fachbereich Informatik der Technischen Universität Kaiserslautern / Lehrstuhl für Elektromobilität im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Der Autonomie wird bei Nutzfahrzeugen in den nächsten Jahren eine entscheidende Rolle zukommen. Mittels autonomer Funktionen können für den Menschen belastende Arbeiten erheblich vermindert, für die Umwelt und das Klima schädliche Einflüsse maßgeblich verringert und Arbeitsabläufe deutlich verbessert werden. Die Autonomie bildet damit eine Schlüsseltechnologie für nachhaltige und wirtschaftliche Nutzfahrzeuge. Vielfältige Anwendungen finden autonome Funktionen insbesondere in Transport und Logistik (Truck Platooning, People Mover, Cargo Mover, Delivery Robotics), der Landwirtschaft (Agricultural Robotics, Precision Farming) und der Bauwirtschaft (Construction Robotics, Building Information Modeling). Für Hersteller und Zulieferer von Nutzfahrzeugen eröffnen sich durch Autonomisierung weitreichende Möglichkeiten, aufgrund der Vielfalt der eingesetzten Technologien jedoch auch Herausforderungen. Die Forschung des Lehrstuhls für Robotersysteme und des Lehrstuhls für Elektromobilität setzt an den vielfältigen technologischen Fragestellungen bei der Autonomisierung von Nutzfahrzeugen an.

Forschungsschwerpunkt:

Die Schwerpunkte der Forschung des Lehrstuhls für Robotersysteme und des Lehrstuhls für Elektromobilität decken die gesamte Bandbreite der Technologien von der Perzeption und Lokalisation bis zur Planung und Regelung ab. Für die Untersuchungen steht ein Entwicklungs- und Demonstrationszentrum mit Hallenbereichen, Testgelände und moderner Laborausstattung bereit.

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl für Robotersysteme und der Lehrstuhl für Elektromobilität bieten Unternehmen gemeinsam mit Partnern aus dem Zentrum für Nutzfahrzeugtechnologie (ZNT), dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) und den Fraunhofer-Instituten für Experimentelles Software Engineering (IESE) sowie Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) eine gesamtheitliche Begleitung bei der Entwicklung autonomer Nutzfahrzeuge. Sowohl OEMs und Zulieferer als auch KMUs und Startups können dabei auf eine Expertise aus einer Hand zurückgreifen und ihre Entwicklungszeiten auf dem Weg zu innovativen Produkten maßgeblich verkürzen. Aktuell werden fachübergreifend Forschungs-, Entwicklungs- und Transferprojekte unter anderem in den Bereichen Fahrzeug- und Umgebungssimulation, Hardware und Software für das maschinelle Lernen, Konzepte für den Steuerungs- und Regelungsentwurf sowie innovative Sensor- und Aktor-Systeme durchgeführt.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Karsten Berns: berns@informatik.uni-kl.de
Lehrstuhl für Robotersysteme: https://agrosy.informatik.uni-kl.de
Fachbereich Informatik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 48
67663 Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. Daniel Görges: goerges@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Elektromobilität: www.eit.uni-kl.de/jem/home
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Erwin-Schrödinger-Str. 12
67663 Kaiserslautern

4. Neue Geschäftsmodelle (durch Digitalisierung)

Die neuen Geschäftsmodelle bringen auch neue Anforderungen an die Märkte mit sich. IOT-Lösungen durch Cloud Computing, autonomes Fahren oder neue Formen des Monitorings sind nur einige der wichtigen neuen Möglichkeiten, die sich in diesem Kontext bieten. In diesen Gebieten nimmt der Forschungsstandort Kaiserslautern eine klare Vorreiterrolle ein. Dort wird bereits aktiv an der Entwicklung, Implementierung und Stärkung neuer digitaler Geschäftsmodelle gearbeitet. Wie? Lesen Sie weiter unten mehr über Dienstleistungen, Fortschritte und aktuelle Forschungsprojekte.

a. Digitale Geschäftsmodellinnovation

Lehrstuhl für Strategie, Innovation und Kooperation im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Kaiserslautern

Die Digitalisierung verändert die Unternehmenslandschaft dramatisch und führt zu neuen Notwendigkeiten, um sich mit beispielloser Geschwindigkeit innovativ anzupassen. Resultate dieses Trends sind beispielsweise Prozessinnovationen in Bezug auf organisationsinterne Abläufe (z. B. die Steigerung der Effizienz bei Produktionsabläufen), digitale Dienstleistungen rund um bestehende Produkte (z. B. vorausschauende Wartungsdienste) oder Kooperationen in Form von interorganisationalen Dienstleistungsnetzwerken (z. B. die Art und Weise, wie Bosch ein Lieferanten- und Dienstleistungsnetzwerk für verschiedene Branchen organisiert).

Adressierter Themenbereich:

Unabhängig von der Branche, unabhängig davon, ob Sie ein etabliertes Unternehmen oder ein Start-up sind, erfordert die Digitalisierung, dass Unternehmen ihre aktuellen Geschäftsmodelle überdenken. Unternehmen, die ihre Geschäftsmodelle in ein Modell umwandeln möchten, das mit neuen Technologien und Kundenanforderungen Schritt hält, müssen neue Funktionen entwickeln, um in Zukunft zu überleben und zu gedeihen und den Wettbewerbern einen Schritt voraus zu sein. So lässt sich festhalten, dass viele ehemals sehr erfolgreiche produktgetriebene Unternehmungen, wie etwa AEG, Grundig, Brockhaus oder Nixdorf Computer, ihre Wettbewerbsvorteile verloren haben und vielfach Konkurs anmelden mussten. Ursächlich hierfür ist das Verharren an Erfolgsmustern der Vergangenheit, die nicht abgelegt werden konnten, weil Pfadabhängigkeiten dominierten. Die Betrachtung von Geschäftsmodellen und Geschäftsmodellinnovationen sensibilisiert hingegen für die Fähigkeit, die eigenen Geschäftsaktivitäten kritisch zu hinterfragen und neu zu justieren. Für den vorliegenden Kontext beziehen wir uns auf Geschäftsmodellinnovationen als Veränderungen in der zugrunde liegenden Logik und den Abläufen beziehungsweise Aktivitäten einer Organisation und ihres Umfelds.

Ein häufig zitiertes Beispiel für Geschäftsmodellinnovationen ist die heutige Streaming-Plattform Netflix. Die Organisation begann als ein Dienstleister im Bereich des Verleihs von DVDs in den Vereinigten Staaten. Dort wurden DVDs per Post zunächst fallweise (Pay-per-use) bei Bedarf durch den Kunden durch Netflix postalisch versandt. Bald nach seiner Gründung berechnete Netflix jedoch seinen Kunden nicht mehr auf einer Pay-per-use-Basis, sondern begann, sie auf einer Abonnementbasis zu belasten. Etwa zehn Jahre später änderte Netflix seinen Kurs erneut und bot den heutzutage gemeinhin bekannten Streaming-Dienst an, der inzwischen in vielen Ländern der Welt verfügbar ist. Obwohl Netflix über einen großen Kundenstamm verfügt und ein Paradebeispiel für Geschäftsmodellinnovationen im Kontext der digitalen Transformation ist, bleiben in Bezug auf die Rentabilität Herausforderungen für Netflix bestehen. Dies gilt

auch für andere häufig gefeierte Geschäftsmodelle, wie die von Airbnb als Vermittler von Wohnunterkünften oder Uber als Konkurrenz zu etablierten Taxi-Unternehmungen.

Forschungsschwerpunkt:

Der Lehrstuhl ist darauf ausgerichtet, in einem inspirierenden Arbeits- und Lernumfeld Antworten zu den wichtigsten Fragen unserer Disziplin sowie auch der Wirtschaft und der Gesellschaft als Ganzes zu finden, etwa hinsichtlich der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle im Rahmen der digitalen Transformation, dem Management von interorganisationalen Netzwerken in Krisen etc. Darüber hinaus besteht die Zielsetzung unserer Forschungsaktivitäten darin, praxisrelevante Phänomene interdisziplinär, empirisch und zugleich theoretisch fundiert zu untersuchen, um neue Erkenntnisse für Wissenschaft und Praxis zu generieren. Dies erfolgt in enger Kooperation mit international renommierten Hochschuleinrichtungen aus dem In- und Ausland. Mit Partnern aus der Industrie und dem öffentlichen Sektor sollen auf diesem Wege neue Formen der kooperativen und integrativen Zusammenarbeit Universität-Wirtschaft gefunden werden.

Angebote für die Wirtschaft:

Es ist vorrangige Zielsetzung für Unternehmen, vernetzte Geschäftsmodellinnovationen vor dem Hintergrund der Digitalisierung besser zu verstehen und neue Impulse für den Umgang mit Geschäftsmodellinnovationen zu entwickeln. Wie die Entwicklung von Geschäftsmodellinnovationen strategisch, organisatorisch, personell und technologisch ausgestaltet werden kann, betrifft die Expertise des Lehrstuhls für Strategie, Innovation und Kooperation an der Technischen Universität Kaiserslautern. Professor Müller-Seitz berät seit Jahren erfolgreich Unternehmen mit Blick auf Fragestellungen des Technologie- und Innovationsmanagements. Im Mittelpunkt stehen dabei stets konkrete Umsetzungsprojekte und Beratungsleistungen. Das Angebot des Lehrstuhls richtet sich dabei nicht nur an Großkonzerne. Vielmehr ist der Lehrstuhlinhaber, Professor Müller-Seitz, ebenfalls für Fragestellungen zu Strategie und Geschäftsmodellinnovationen am Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kaiserslautern zuständig.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Gordon Müller-Seitz: gms@wiwi.uni-kl.de
Lehrstuhl für Strategie, Innovation und Kooperation: https://sic.wiwi.uni-kl.de
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 42
67663 Kaiserslautern

b. Mobilität

Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE

Adressierter Themenbereich:

Digitale Ökosysteme ermöglichen neue Geschäftsmodelle für eine flexible, individuelle und intermodale Mobilität. Dafür müssen Produkte und Dienste integriert werden und neue Dienstleistungen geschaffen werden.

Forschungsschwerpunkt:

Gerade im ländlichen Raum sind neue Konzepte für Mobilität und Logistik gefragt. Der demografische Wandel und neue Anforderungen an Ökologie und Effizienz erfordern neue Konzepte, die sich mit Hilfe digitaler Plattformen in digitalen Ökosystemen umsetzen lassen. Am Fraunhofer IESE werden Konzepte und Technologien erforscht, welche die Gestaltung, die Umsetzung und den Betrieb zukünftiger Mobilitätslösungen ermöglichen. Gemeinsam mit unterschiedlichen Stakeholdern untersuchen die Forscher am Fraunhofer IESE, wie sich neue Geschäftsmodelle auf Basis von digitalen Plattformen gestalten, realisieren und betreiben lassen.

Angebote für die Wirtschaft:

Mit dem umfassenden Kompetenzportfolio in System- und Software-Engineering, gepaart mit einem breiten Anwendungs-Know-how, ist das Fraunhofer IESE ein idealer Partner für die Entwicklung neuer Mobilitätslösungen und der Realisierung von entsprechenden Produkten und Dienstleistungen.

Gerade bei der komplexen Thematik neuer Geschäftsmodelle in der digitalen Transformation sind Fachexperten für Technologie und Ökonomie wichtig. Firmen können von der gebündelten Erfahrung der SIAK-Partner profitieren, die u.a. als Experten in Workshop-Formate integriert werden können.

Wir bieten bereits heute ein breites Portfolio an Dienstleistungen:

- Digitale Ökosysteme: Scoping und Design neuer Mobilitätslösungen
- Organisation und Durchführung partizipativer Workshopformate zur Einbindung von Endkunden

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer (Institutsleiter): peter.liggesmeyer@iese.fraunhofer.de
Herr Ralf Kalmar (Leitung Business Development): ralf.kalmar@iese.fraunhofer.de
Fraunhofer IESE: www.iese.fraunhofer.de
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Projekt Hambach-Shuttle am Institut für Mobilität und Verkehr und Lehrstuhl Stadtplanung im Fachbereich Raum- und Umweltplanung an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Mobility-on-Demand überwindet die Herausforderung des konventionellen ÖPNV, dessen Angebot aufgrund wirtschaftlicher Zwänge auf feste Haltestellen mit häufig geringer Busfrequenz eingeschränkt ist. Mobility-on-Demand holt Kunden dagegen zeitnah dort ab, wo sie sich befinden und bringt diese ohne Umstiege an das gewünschte Ziel. Fahrtenwünsche mit gleicher Zielrichtung und sich überlappenden Routen werden gemeinsam durchgeführt.

Forschungsschwerpunkt:

Neben der Forschung zur technischen Umsetzbarkeit, der Umweltwirkungen und der Akzeptanz des automatisierten Fahrens bildet das Projekt „Hambach-Shuttle – Selbstfahrende Elektroshuttle zum Hambacher Schloss“ einen ersten Baustein zur Einführung eines flächendeckenden Mobility-on-Demand-Angebotes in Klein- oder Mittelstädten ab. Welche Wirkungen ein solches Angebot tatsächlich auf das Mobilitätsverhalten und das Verkehrsaufkommen hat, ist heutzutage allerdings noch unklar. Die für eine große Kundennachfrage erforderliche Leistungsfähigkeit von Mobility-on-Demand ist voraussichtlich insbesondere in Klein- und Mittelstädten nur unter Einsatz von selbstfahrenden Fahrzeugen wirtschaftlich tragbar. Die Erfahrungen bei der Einführung anderer neuer Technologien in der Vergangenheit haben jedoch gezeigt, dass die Frage der Nützlichkeit und Nutzbarkeit bei neuen Technologien einer „Vermittlung“ gegenüber den potenziellen Nutzerinnen und Nutzern bedarf. Diese Akzeptanz-Aspekte des automatisierten Fahrens sowie technische und rechtliche Systemgrenzen der Technologie werden im Forschungsprojekt ebenfalls adressiert.

Angebote für die Wirtschaft:

Ein wesentlicher Fokus liegt auf der Integration von neuartigen Mobilitätsangeboten in bestehende Verkehrssysteme im Sinne der Angebotsintegration (Nutzererwartungen, Nutzen, Akzeptanz) in bisher stark durch den motorisierten Individualverkehr geprägte Nachfragegebiete in kleinen und mittleren Städten außerhalb der Verdichtungskerne. Ziel ist es, durch flexible Angebotsformen als Ergänzung zum bestehenden ÖPNV, die Attraktivität zu steigern, um die Emissionsreduzierung und die Mobilitätswende voranzutreiben.

Aktueller Forschungsstand:

Ein Service zu Mobility-on-Demand wurde im Forschungsprojekt in einem knapp dreimonatigen Testbetrieb wissenschaftlich begleitet. Für mehrere Testrouten mit automatisierten Fahrzeugen wurden die technischen, infrastrukturellen und rechtlichen Planungsprozesse abgeschlossen und eine Zulassung beantragt. Mit der erhaltenen Zulassung und den damit auferlegten sehr niedrigen Geschwindigkeiten ist jedoch kein repräsentativer Fahrbetrieb möglich. Aus diesem Grund ist eine Analyse der verkehrlichen Wirkungen und der Umweltwirkungen nur simulationsbasiert möglich.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Wilko Manz (Leitung des Institutes für Mobilität und Verkehr): wilko.manz@bauing.uni-kl.de
Institut für Mobilität & Verkehr: www.bauing.uni-kl.de/imove
Fachbereich Bauingenieurwesen
Technische Universität Kaiserslautern
Paul-Ehrlich-Straße 14
67663 Kaiserslautern

Projekt TERMINAL am Institut für Mobilität und Verkehr an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Sicher, umweltbewusst und flexibel - so lauten zentrale Forderungen an die Mobilität der Zukunft. In der Grenzregion zwischen Deutschland, Frankreich und Luxemburg ist Mobilität in der Arbeitswelt ein entscheidender Faktor. Sie muss einfach, günstig und für alle verfügbar sein. Die Automatisierung und intelligente Vernetzung des Straßenverkehrs spielen dabei eine wichtige Rolle.

Forschungsschwerpunkt:

Das Projekt TERMINAL (Automatisierte elektrische Minibusse im grenzüberschreitenden Pendlerverkehr) zielt darauf ab, deutliche Hinweise darauf zu geben, wie neue Technologie und nachhaltige Mobilitätskonzepte eingesetzt werden können, um den bestehenden ÖPNV zu ergänzen und die Abhängigkeit vom eigenen Fahrzeug im grenzüberschreitenden Pendlerverkehr zu lösen. Hierfür werden basierend auf technischen Daten und Ergebnissen aus Nutzerbefragungen Auswertungen durchgeführt und neue Mobilitätsmodelle entwickelt. Zum anderen werden für die Eingliederung von automatisierten Fahrzeugen in den fließenden Verkehr und die Benutzung der öffentlichen Straßeninfrastruktur räumlich-technische, funktional-technische und rechtliche Systemgrenzen analysiert und berücksichtigt.

Angebote für die Wirtschaft:

Basierend auf technischen Daten und Ergebnissen aus Nutzerbefragungen werden neue Mobilitätsmodelle entwickelt, die auf die Bedürfnisse der Nutzer eingehen. Aus den Auswertungen werden Handlungsempfehlungen für ÖPNV-Anbieter abgeleitet, die die Potenziale neuer Mobilitätsangebote bestmöglich darlegen.

Aktueller Forschungsstand:

Im Projekt wurden bisher zwei große Onlinebefragungen zum automatisierten Fahren bzw. zu Mobility-on-Demand durchgeführt und speziell an Bewohner der Grenzregion adressiert. Ein innovatives Workshop-Konzept dient zur Definition von Nutzerbedürfnissen und Nutzungspotenzialen zukünftiger Mobilitätsangebote und wurde mit verschiedenen Personengruppen durchgeführt. Außerdem ist ein grenzüberschreitender Shuttleservice zwischen Frankreich und Deutschland, speziell für Berufspendler, implementiert worden und wird zurzeit mit einer Akzeptanzforschung wissenschaftlich begleitet.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Wilko Manz (Leitung des Institutes für Mobilität und Verkehr): wilko.manz@bauing.uni-kl.de
Institut für Mobilität & Verkehr: www.bauing.uni-kl.de/imove
Fachbereich Bauingenieurwesen
Technische Universität Kaiserslautern
Paul-Ehrlich-Straße 14
67663 Kaiserslautern

c. Cloudlösungen

Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE

Adressierter Themenbereich:

Die digitale Transformation ermöglicht es Unternehmen, völlig neue Geschäftsmodelle zu erschließen. Gerade Plattform-Technologien in der Cloud können hier schnell eine große Zahl von Kunden erreichen. Dies erfordert jedoch auch, neue Services zu gestalten, die helfen, Wertschöpfungsketten in „digitale Ökosysteme“ zu integrieren. Dafür sind Anpassungen in Organisation, Prozessen und Produkten mit teils neuen Technologien aus der Software- und IT-Welt notwendig.

Forschungsschwerpunkt:

Welche Plattformdienste sinnvoll und notwendig sind, um digitale Ökosysteme zu realisieren, ist ein wichtiges Forschungsthema am Fraunhofer IESE. Dazu gehören Technologien, um Datensouveränität umzusetzen, Technologien zur Erlangung von Interoperabilität oder auch die Wahrung der Flexibilität für zukünftige Anpassungen und Änderungen (Wartbarkeit). Mit den International Data Spaces und der Initiative Gaia-X engagieren sich die Forscher des Fraunhofer IESE in der Realisierung zukünftiger Standards in diesem Bereich.

Angebote für die Wirtschaft:

Das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE weist die folgenden Angebote für die Wirtschaft auf:

- Digitale Ökosysteme: Scoping und Design
- Plattformarchitekturen in einer Cloud-Infrastruktur
- Potenzialanalyse von KI für eigene Produkte und Dienste
- Geschäftsmodellentwicklung für digitale Dienste

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer (Institutsleiter): peter.liggesmeyer@iese.fraunhofer.de
Herr Ralf Kalmar (Leitung Business Development): ralf.kalmar@iese.fraunhofer.de
Fraunhofer IESE: www.iese.fraunhofer.de
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

d. Condition Monitoring / Predictive Maintenance

AG Elektrotechnische Systeme der Mechatronik an der Hochschule Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Die Zustandsüberwachung (CM: Condition Monitoring) – der elektrische Hauptantrieb dient hier als Beispiel – basiert auf einer regelmäßigen Erfassung des technischen Zustands des Antriebs. Diese Erfassung basiert auf der Messung und Analyse physikalischer Größen. CM ist dabei eine Vorstufe des Predictive Maintenance (PM), welches die Vorhersage von Ereignissen, bspw. die Wahrscheinlichkeit eines eintretenden Defekts, ermöglicht. So bildet auch für PM die Auswertung verschiedener Maschinendaten die Basis und erlaubt die vorausschauende Wartung, noch ehe die Maschine einen Leistungsverlust erfährt. Herkömmliche Verfahren des Condition Monitoring/Predictive Maintenance basieren auf dem Einsatz zusätzlicher teurer Sensorik zur Messung der physikalischen Größen wie Temperaturen, Geschwindigkeiten oder Schwingungen; auf diese Sensorik soll verzichtet werden.

Forschungsschwerpunkt:

Die AG Elektrotechnische Systeme der Mechatronik (AG ESM) arbeitet in mehreren anwendungsnahen Forschungsprojekten an der Entwicklung intelligenter Verfahren des Condition Monitoring/Predictive Maintenance mit Hilfe künstlicher Intelligenz und ohne die Verwendung zusätzlicher Sensorik. Je nach Anwendungsfall können im Automobilbereich unterschiedliche Ansätze oder eine Kombination dieser zum Einsatz kommen:

- Verwendung der elektrischen Maschine als Sensor
- Verwendung ohnehin vorhandener maschinennaher Daten auf Fahrzeugbasis
- Verwendung ohnehin vorhandener maschinennaher Daten auf Cloudebene (vergleichende Analyse innerhalb einer Flotte)

Zur Analyse der vorhandenen Maschinendaten kann die AG ESM Algorithmen zur Fehlerdetektion entwickeln. Dabei kommen etwa der Merkmalsextraktion, der Klassifizierung und der Validierung besondere Bedeutung zu. Durch die gewählten Ansätze kann auf teure und anfällige zusätzliche Sensorik verzichtet werden, was die AG bereits im Bereich des Rotating Equipment nachgewiesen hat. Hier laufen von der AG entwickelte CM/PM-Prototypen in der Einsatzumgebung (TRL 6).

Angebote für die Wirtschaft:

Die AG ESM unterstützt Sie mit Machine Learning-Methoden bei der Entwicklung und Validierung von Systemen zu Condition Monitoring und Predictive Maintenance ohne die Verwendung zusätzlicher kostspieliger Sensorik. Die AG begleitet Sie von der Ideenfindung bis zum Versuchsaufbau im Labor oder einer Prototypimplementierung, was bereits in verschiedenen Transferprojekten nachgewiesen wurde. Die Umsetzung der Projektaufgaben erfolgt stets zielorientiert bei großer Anwendungsnähe; eine Umsetzung als Förder- oder Drittmittelprojekt mit Großunternehmen und/oder KMUs ist möglich.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Sven Urschel: sven.urschel@hs-kl.de
AG Elektrotechnische Systeme der Mechatronik: www.hs-kl.de/esm

Fachbereich Angewandte Ingenieurwissenschaften
Hochschule Kaiserslautern
Schoenstraße 11
67659 Kaiserslautern

e. Marketing

Lehrstuhl für Marketing im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Der Lehrstuhl für Marketing konzentriert sich auf drei Tätigkeitsfelder: Preismanagement, Marktforschung und Dienstleistungsforschung.

Forschungsschwerpunkt:

Im Schwerpunkt Preismanagement werden Fragestellungen rund um die strategische und operative Preisgestaltung bearbeitet. Dabei werden auch Erlösmodelle fokussiert, die aufgrund der zunehmenden Digitalisierung zu einem immer wichtigeren Bestandteil des Geschäftsmodells vieler Unternehmen werden. Der Schwerpunkt Marktforschung beschäftigt sich mit allen Fragen der explorativen, deskriptiven und experimentellen Marktforschung. Dazu werden regelmäßig auch Marktforschungsprojekte für externe Klienten durchgeführt. Im Schwerpunkt Dienstleistungsforschung stehen die Gestaltung der Value Proposition und das Design von Serviceprozessen im Mittelpunkt. Dabei wird auch der Frage nachgegangen, wie Anbieter physischer Ressourcen Service und damit Value für und mit dem Kunden schaffen können.

Angebote für die Wirtschaft:

Vor dem Hintergrund dieser Kompetenzen bietet der Lehrstuhl für Marketing die Durchführung von Marktforschungsprojekten sowie Workshops zu Geschäfts- und Erlösmodellinnovationen an. Die bisher durchgeführten Marktforschungsprojekte decken ein inhaltlich und methodisch breites Spektrum ab (z. B. Marktanalysen, Konkurrenzanalysen, Zufriedenheitsstudien, Mitarbeiterbefragungen, Preisstudien etc.). Solche Projekte können schnell und flexibel konzipiert und durchgeführt werden, wobei Methoden zur Anwendung gelangen, die dem aktuellen Forschungsstand entsprechen. Die angebotenen Workshops können nach Bedarf inhaltlich zugeschnitten werden. Dabei kann der Fokus auf der Value Proposition, dem Serviceprozess oder dem Erlösmodelle liegen. In allen Fällen wird dem Thema Digitalisierung besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Solche Workshops wurden bereits im Automobilsektor durchgeführt (z. B. Fahrzeuginitiative Rheinland-Pfalz).

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Stefan Roth: marketing@wiwi.uni-kl.de
Lehrstuhl für Marketing: https://marketing.wiwi.uni-kl.de
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. Gebäude 42
67663 Kaiserslautern

5. Entwicklung und Produktion

Die neuen Technologien erfordern neue smarte Entwicklungs- und Fertigungsverfahren. Die Einbindung von additiven Fertigungsmethoden, 3D-Druck, maschinellem Lernen oder IOT-Lösungen bis hin zu verbesserten Zerspanungsmethoden erleichtern diese Prozesse enorm und erschließen völlig neue Möglichkeiten. Dabei werden nicht nur die Produkte intelligenter und vernetzter, sondern auch die Produktion selbst.

a. Entwicklung

Kompetenzfeld datengetriebenes digitales Engineering smarter, vernetzter Produkt-Service Systeme am Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung (VPE) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Der Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung (VPE) an der Technischen Universität Kaiserslautern befasst sich in Forschung und Lehre mit Prozessen, Methoden und IT-Werkzeugen für das datengetriebene digitale Engineering („Digitized Engineering“) und das digitale Lifecycle Management smarter, vernetzter Produkte und Produkt-Service Systeme (PSS). Smarte Produkte bzw. PSS basieren auf dem Internet der Dinge und werden auch als Produkte der Industrie 4.0 bezeichnet. Dabei spielen Konzepte zur Gestaltung und Nutzung sog. virtueller Produktzwillinge im Zusammenspiel mit den jeweils zugehörigen realen, physisch greifbaren Produkten entlang des gesamten Produktlebenszyklus, von der Produktentwicklung bis hin zur Produktnutzung, eine zentrale Rolle. Des Weiteren werden wissens- und KI-basierte Daten-analysemethoden und -technologien zur Auswertung von produktbezogenen Daten erforscht. Dies umfasst auch Daten aus der Nutzung des Produkts. Die analysierten Produktnutzungsdaten können dann wiederum bspw. als Grundlage zur Neu- oder Weiterentwicklung von PSS, zur Rekonfiguration von PSS oder zur Realisierung von produktbezogenen digitalen Services genutzt werden.

Forschungsschwerpunkt:

Im Kontext von datengetriebenem digitalen Engineering smarter, vernetzter Produkt-Service Systeme behandelt der Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung die Forschungsschwerpunkte "Smart Systems Engineering", "Semantic Product Lifecycle Management", "Engineering Intelligence", "Internet-of-Things Lifecycle Management Integration" sowie "Vernetzte IT-Toolketten und Standards".

Im Forschungsschwerpunkt "Smart Systems Engineering" stehen neue Prozesse, Methoden und IT-Werkzeuge für das modellbasierte Systems Engineering (MBSE) zur disziplinenübergreifenden Modellierung und Validierung smarter Produkte bzw. PSS im Mittelpunkt. Dies beinhaltet die Modellierung und Simulation komplexer, interdisziplinärer Systemmodelle einschließlich ihres Verhaltens in den ganz frühen Phasen der Produktentwicklung. Weiterhin werden verschiedene closed-loop Ansätze zur Absicherung der Systemmodelle in nachfolgenden Entwicklungs- und Lebenszyklusphasen untersucht, die sowohl virtuelle als auch reale Prototypen des jeweiligen Systems integrieren.

Der Forschungsschwerpunkt "Semantic Product Lifecycle Management" (Semantic PLM) fokussiert das Management und die Bereitstellung produktbezogener Daten entlang des gesamten Lebenszyklus smarter, vernetzter Produkte in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken. Einen zentralen Aspekt bildet hierbei die

Integration von Produktdaten, die über mehrere heterogene Softwaresysteme verteilt vorliegen, auf der Basis semantischer Datenmodellierungs- und Datenmanagementmethoden. Des Weiteren stehen Prozesse, Methoden und IT-Werkzeuge für die Modellierung und das Management virtueller Produktzwillinge im Zusammenspiel mit ihren zugehörigen, realen Produktinstanzen im Mittelpunkt dieses Forschungsschwerpunktes.

Im Forschungsschwerpunkt "Engineering Intelligence" wird eng verknüpft mit dem Forschungsschwerpunkt Semantic PLM die Aufbereitung und Rückführung von Produktnutzungsdaten in die Produktentwicklung wie auch die industrieorientierte Anwendung von wissens- und KI-basierten Datenanalysemethoden und -technologien zur Auswertung von produktbezogenen Daten erforscht. Des Weiteren beinhaltet dies u.a. auch den Einsatz neuester Visualisierungs- und Interaktionstechnologien, wie z. B. Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR), um darüber beispielsweise Fragestellungen zum Thema User Experience zu adressieren.

Im Mittelpunkt des Forschungsschwerpunkts "Internet-of-Things Lifecycle Management Integration" steht die Erforschung neuer Integrationsansätze für das Internet-of-Things (IoT) in bestehende Produktlebenszyklusmanagement-Lösungen (PLM) für ein integriertes Lebenszyklusmanagement realer Produkte und deren virtueller Produktzwillinge. Dies beinhaltet u. a. Ansätze und IT-Werkzeuge für die Aufbereitung und die Rückführung von Produktnutzungsdaten in die Produktentwicklung, für die integrierte Verwaltung realer Produktinstanzen, virtueller Produktmodelle und -zwillinge sowie deren permanente Synchronisation im Produktlebenszyklus, besonders auch in der Produktnutzungsphase.

Im Themengebiet "Vernetzte IT-Toolketten und Standards", als Grundlage einer vernetzten Prozess- und IT-Tool-Kette, werden aktuelle Herausforderungen an eine moderne, interdisziplinäre und integrierte Entwicklung smarter Produktsysteme und Dienstleistungen adressiert.

Angebote für die Wirtschaft:

VPE stellt seine Kompetenzen und Erfahrungen in Projekten mit Partnern aus Industrie und Forschung zur Verfügung, um gemeinsam neue innovative Lösungen für das datengetriebene digitale Engineering und das digitale Lifecycle Management smarter, vernetzter Produkte und Produkt-Service-Systeme zu entwickeln. Eine hohe Anwendungsorientierung zeichnet die Forschung in allen Kompetenzfeldern des Lehrstuhls aus. In verschiedenen Transfermaßnahmen werden die Forschungsergebnisse und das gesicherte Wissen des Lehrstuhls in Unternehmen hinein übertragen und dort zur industriellen Anwendung gebracht. Darüber hinaus ist VPE in namhaften nationalen und internationalen Gremien und Organisationen für Standardisierung aktiv.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Jens Göbel: goebel@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung: https://vpe.mv.uni-kl.de/
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 44
67663 Kaiserslautern

Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik (iMAD) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Im Rahmen des Kompetenzfeldes werden am Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik (Engl.: Institute for Mechanical and Automotive Design, kurz: iMAD) ganzheitliche Ansätze verfolgt, um den Betrieb von Fahrzeugen effizienter zu gestalten. Hierbei wird sowohl die Antriebsart als auch die gesamte Fahrzeugkonfiguration inkl. der Nebenverbraucher betrachtet.

Forschungsschwerpunkt:

Basierend auf dem Fahrzeugeinsatz, Strecken- und Geschwindigkeitsprofilen können optimierte Betriebsstrategien abgeleitet werden, die gerade in Hybridfahrzeugen großes Potential bieten. Bei reinen Elektrofahrzeugen spielt insbesondere die Reichweite eine übergeordnete Rolle. Deshalb wird auch im Bereich besonders energieeffizienter Nebenverbraucher, wie z. B. der Infrarot-Fahrzeugheizung geforscht. Zur Simulation von Fahrzeug- und Flottenverbräuchen stehen am Lehrstuhl Programme zur Verfügung, welche die Modellierung von Fahrzeugen und Fahrstrecken sowie Fahrzeug-Fahrzeug- und Fahrzeug-Verkehrsinfrastruktur-Interaktionen zulassen. Ferner beschäftigt sich das iMAD mit modellbasierten Konstruktionsansätzen für eine beschleunigte Entwicklung und der Übertragung konstruktionsmethodischer Ansätze auf die Entwicklung hybrider Bauteilsyteme und additiv gefertigter Teilkomponenten.

Angebote für die Wirtschaft:

Über das Zentrum für Nutzfahrzeugtechnologie (ZNT), einer interdisziplinären Forschungsplattform der TU Kaiserslautern, hat das iMAD als aktives Mitglied außerdem Zugriff auf einen Fahrsimulator (6DoF) mit dem sowohl Systemtests als auch Probandenstudien möglich sind. Assistenzsysteme, wie z. B. das Predictive Cruise Control oder Collision Avoidance Systeme, können in dieser Umgebung entwickelt und getestet werden, wobei auch HiL- und SiL-Anwendungen möglich sind. Das iMAD unterstützt die Industrieunternehmen bei der Optimierung von (Flotten-)Verbrauchskennwerten, in Konzeptstudien und bei der Entwicklung neuartiger Assistenzsysteme. Die Expertise des Lehrstuhls bzgl. fahrdynamischer Vorgänge bildet dabei die Basis. Durch die enge Zusammenarbeit mehrerer Fachbereiche im ZNT und den umliegenden Instituten, wie den Fraunhofer-Instituten für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) und Experimentelles Software Engineering (IESE) sowie dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) ist es sehr einfach möglich, komplexe, interdisziplinäre Aufgaben zielgerichtet zu bearbeiten. Innerhalb des Netzwerks stehen eine Reihe leistungsstarker Fahrsimulatoren und weitere Prüfmöglichkeiten, wie z. B. Leistungs- und Abgasprüfstände zur Verfügung. Ein Fuhrpark eigener Entwicklungsfahrzeuge mit entsprechender Verbrauchsmesstechnik befindet sich derzeit im Aufbau.

Ferner zeichnet sich das iMAD durch die folgenden Expertisen aus:

- Methodisches Konstruieren:
    - z. B. VDI2221-1/2 und V-Modell
    - Unterstützung von Firmen bei der Optimierung der Konstruktionsprozesse
- Konstruktions- und Projektmanagement:
    - Managementmethoden und deren (sinnvoller) Einsatz im Produktentstehungsprozess

    - Tools und deren systematische Verkettung und Anwendung
    - Unterstützung von Firmen bei der Analyse und beim Aufbau von Entwicklungs- und Projektmanagementstrukturen
- Technisch-wirtschaftliche Analyse zur Identifikation von Bauteilen für den Ersatz durch additive Fertigungsmethoden

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Roman Teutsch: teutsch@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik: https://www.mv.uni-kl.de/imad
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 42
67663 Kaiserslautern

Dr.-Ing. Nicole Stephan: stephan@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik: https://www.mv.uni-kl.de/imad
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 42
67663 Kaiserslautern

Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Unter Anleitung von Hrn. Prof. Götz entwickelte das Team in den vergangenen Jahren diverse elektronische Einheiten.

Forschungsschwerpunkt:

In den vergangenen Jahren wurden Steuereinheiten (ECU), Batteriemanagementkonzepte, integrierte Ladekonzepte, Kühlkonzeptdemonstratoren und Kühlkonzeptprüfstände, Leistungselektronische Wandler (48 V und 800 V) und Ladekonzepte (400 V, 800 V) entwickelt.

Angebote für die Wirtschaft:

Das Team umfasst mehrere Mitarbeiter mit jeweils mehrjähriger Erfahrung in der Entwicklung von Fahrzeugelektronik bei großen Automobilzulieferern und -OEMs. Eine motorintegrierte 48-V-Inverterschaltung des Teams wurde beispielsweise im vergangenen Jahr mit der Serienqualifizierung erfolgreich abgeschlossen.

Insbesondere ist das Team in der Lage, schnell neue Konzepte umzusetzen und abzusichern und hat diesbezüglich Erfahrung vor allem in den Bereichen Batterie, Batteriemanagement, Leistungselektronische Wandler, Bus-Gateways und HIL-Tester.

Zusammenarbeit ist im gesamten Bereich von Technologie- und Vorfeldthemen bis zu Serienentwicklungsunterstützung möglich.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Götz (Lehrstuhlleiter): goetz@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme: www.eit.uni-kl.de/meas
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 11
67663 Kaiserslautern

b. Produktion / Digitale Fabrik

SmartFactory KL e.V. / Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Steuerungen (WSKL) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern / Forschungsbereich Innovative Fabriksysteme (IFS) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI

Adressierter Themenbereich:

Aktueller Schwerpunkt der Arbeiten ist die Vision der dezentralen, verteilten Produktion (Shared Production) sowie die Anwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz in Produktionsszenarien. Die von der SmartFactory-KL geprägte Vision von *Production Level 4* adressiert solche neuartigen Produktionsstrukturen.

Forschungsschwerpunkt:

In diesem Kontext wird in zahlreichen Forschungsprojekten sowie gemeinsam mit den Mitgliedsunternehmen in diversen Arbeitsgruppen an verschiedenen Aspekten eines derartigen Produktionsszenarios gearbeitet. Im Mittelpunkt steht die Demonstratorlandschaft der SmartFactory, welche kontinuierlich weiterentwickelt und vergrößert wird.

Kernelement von Production Level 4 sind autonome Cyber-physischen Produktionsmodule, welche die einzelnen Produktionsschritte fähigkeitsbasiert in einer Bot-basierten Steuerungsstruktur realisieren. Die Kommunikation erfolgt middlewarebasiert über eine Verwaltungsschalenstruktur in Form eines agilen Multiagentensystems.

Die unternehmensübergreifende Vernetzung wird aktuell im Rahmen des Projektes SmartMA-X auf Basis des im Aufbau befindlichen GAIA-X Ökosystems realisiert. Die SmartFactory-KL ist vom BMWi als zentrales Testbed für Produktionsszenarien innerhalb von GAIA-X ausgewählt worden.

Zudem ist die SmartFactory-KL Konsortialführer im Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 und in weiteren Transferprojekten involviert.

Angebote für die Wirtschaft:

Die SmartFactory bietet folgende Kernkompetenzen für den Automotivsektor an:

- Heterogene, frei skalierbare Demonstratorlandschaft der SmartFactory-KL als Testbed
- Fähigkeitsbasierte Produktion, Kapselung von Produktionsschritten in autonomen Cyber-physischen Produktionsmodulen mit semantischer Modellierung der Eigenschaften
- Plug&Produce Szenarien, intelligente Modulsteckverbinder mit automatischer Inbetriebnahme und modularer Safety-Zertifizierung
- Adaptive und resiliente Produktionsplanung auf Basis von Multiagentensystemen und lernenden Planungsalgorithmen
- Shared Production Szenario auf Basis des GAIA-X Ökosystems mit Sicherstellung von Datenownership und Datensicherheit

- Modellierung und Nutzung Digitaler Zwillinge
- Maschinenüberwachung zur Erkennung von Anomalien, insbesondere Erkennung von seltenen Fehlern und deren Klassifizierung
- Edge Computing in der Produktion, flexible uns skalierbare Bereitstellung von KI Services in Modul, Edge und Cloud
- Einsatz von 5G in der Produktion, insbesondere mobile Qualitätskontrolle und funkbasierte Maschinensicherheit
- Semantisches Produktgedächtnis / Produkt-Lebensdauer-Akte für die Nachverfolgung von Produkten vom Rohmaterial bis zum Recycling
- Nachhaltigkeit in der Produktion, energieoptimale Produktionsplanung
- Mensch-Maschine Interaktion, intelligente Werkerunterstützung durch prädiktive Intentionserkennung und kontextabhängige Assistenz, u.a. mit AR/VR
- Nutzung von Synergien mit dem Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 und Transferinitiative RLP im Bereich Qualifikation und Transfer, insbesondere im Kontext kleiner und mittlerer Unternehmen.
- Unseren Mitgliedern die Zusammenarbeit im Netzwerk zu den aufgeführten Themen

Ansprechpartner:

Stephan Hamm: stephan.hamm@dfki.de
Innovative Fabriksysteme: https://www.dfki.de/web/forschung/forschungsbereiche/innovative-fabriksysteme
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI
Trippstadter Straße 122-D
67663 Kaiserslautern

Bereich Mathematik für die Fahrzeugentwicklung im Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Adressierter Themenbereich:

Die Abteilung MDF bündelt die Aktivitäten zur Entwicklung von Softwaretools für die virtuelle Produktentwicklung und Produktentstehung. Die Software IPS Cable Simulation unterstützt die virtuelle Auslegung, Optimierung und Absicherung für Montage und Betrieb von Kabeln, Kabelbäumen und Schläuchen. Das digitale Menschmodell IPS IMMA unterstützt die Optimierung von Montageprozessen menschlicher Werker, auch nach ergonomischen Kriterien.

Die Digitalisierung des Produktentstehungsprozesses erfordert Simulationswerkzeuge, die die menschliche Arbeitstätigkeit so gut abbilden, dass man damit den Einfluss des »Faktors Mensch« auf die Produktqualität berücksichtigen und die Produktqualität sichern kann. Die ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen ist gleichermaßen wichtig, unterstützt erfahrene Werker bei der Erhaltung ihrer Gesundheit und kommt letztlich ebenfalls einer hohen Produktqualität zugute.

Forschungsschwerpunkt:

Die virtuelle Montageplanung erfordert eine schnelle und physikalisch korrekte Beschreibung des Verhaltens von Kabeln und Schläuchen, wie sie beispielsweise im Motorraum eines Fahrzeugs verlegt oder als Schlauchpakete (»dress packs«) an Industrierobotern montiert sind. Mit der Software IPS Cable Simulation lässt sich die Verformung von Kabeln und Schläuchen realitätsnah und interaktiv berechnen.

Angebote für die Wirtschaft:

IPS (insbesondere IPS Cable Simulation und IPS IMMA) sind am Markt etablierte Softwaretools und weltweit in der Fahrzeugindustrie im Einsatz.

Für den praktischen Einsatz der IPS-Software ist die Bedatung der Simulationsmodelle wichtig. Die am Fraunhofer ITWM entwickelte und patentierte Messmaschine MeSOMICS® liefert die für IPS Cable Simulation benötigten effektiven Steifigkeiten von Kabel- und Schlauchstrukturen. Für die Bedatung von komplexen, aus Einzelkabeln zusammengesetzten Kabelsystemen, wie sie im Bordnetz von Fahrzeugen in großer Variantenvielfalt verbaut sind, stehen außer gemessenen Steifigkeitswerten auch datenbasierte Verfahren zur Schätzung dieser Werte (inkl. Streuung) zur Verfügung.

Mit dem digitalen Menschmodell IPS IMMA lassen sich Bewegungsabläufe bei Montagearbeiten simulieren. Die IMMA-Software bietet schnelle und effiziente Algorithmen zur einfachen Bewertung der Ergonomie von Montageprozessen. Die simulierten Bewegungen des IMMA-Manikins werden mit einem biomechanischen Modell so berechnet, dass es keine Kollision mit sich selbst und den Objekten in der Umgebung gibt und die Bewegungen so komfortabel wie möglich gestaltet sind.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Joachim Linn: joachim.linn@itwm.fraunhofer.de
Abteilung Mathematik für die Digitale Fabrik: www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/mf
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Kompetenzfeld Industrie 4.0 am Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Der Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK) vertritt im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern die Gebiete Fertigungstechnologie und Produktionssysteme in Forschung und Lehre. Enger Kontakt und vielfältige Kooperationen mit Unternehmen im Rahmen bilateraler und geförderter Projekte sichern dabei den Bezug zur Praxis der industriellen Produktion. Das starke Engagement bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft ist Ausdruck der Grundlagenforschung.

Für Unternehmen ist die gezielte, bedarfsorientierte Einführung von Technologien der Industrie 4.0 eine Notwendigkeit zur Zukunftssicherung. Allerdings stellt diese Einführung aufgrund der Vielzahl an Technologien und deren Investitionshöhe oft eine Herausforderung dar. Zur richtigen Auswahl von Technologien müssen die Entwicklungsstände und Potenziale der unternehmensinternen Arbeitssysteme sowie die Wechselwirkungen zu bereits etablierten Technologien berücksichtigt werden.

Forschungsschwerpunkt:

Im Bereich Industrie 4.0 forscht der FBK an der Einführung und Nutzung digitaler Technologien und identifiziert Potenziale zur Planung und zum Betrieb von Produktionssystemen und zur Verbesserung der darin ablaufenden Prozesse. Der FBK erforscht die Nutzbarmachung dieser Technologien. Hierzu werden praxisgerechte Methodiken entwickelt, kundenorientierte Problemlösungen erarbeitet und Demonstratorsysteme implementiert. Weiterhin werden organisatorisch-technische Effekte der Einführung digitaler Technologien in Produktionssystemen untersucht. Zur Unterstützung von Planung, Betrieb und Optimierung von Produktionssystemen werden Ansätze der Virtual bzw. Augmented Reality (VR/AR) erforscht. Neben der Nutzung etablierter Technologien werden kontinuierlich neue technologische Trends und Entwicklungen hinsichtlich ihrer Anwendungsrelevanz in der Produktion bewertet und erschlossen.

Angebote für die Wirtschaft:

Der FBK unterstützt auf Basis seiner Forschungen interessierte Unternehmen und Partner bei der unternehmensspezifischen Analyse, Auswahl und Einführung von Technologien der Industrie 4.0. Dazu greift der FBK auf einen in Kooperation mit Unternehmen entwickelten Ansatz für ein strukturiertes Transformationskonzept zurück, welcher unternehmensindividuell adaptierbar ist. Außerdem bewertet der FBK die Wechselwirkungen zwischen Technologien der Industrie 4.0 und Methoden eines ganzheitlichen Produktionssystems auf Basis unternehmensindividueller Ziele und leitet daraus Implementierungsvorschläge ab. Des Weiteren blickt der FBK auf zahlreiche Forschungs- und Industrieprojekte mit der Automobilindustrie zurück und ist ein kompetenter Ansprechpartner bei der Planung und Verbesserung von Produktionssystemen.

Ansprechpartner:

Moritz Glatt (Oberingenieur Produktionssysteme): moritz.glatt@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation: www.mv.uni-kl.de/fbk
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 57
67663 Kaiserslautern

Kompetenzfeld maschinelles Lernen am Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

In Produktionssystemen der Automobilindustrie wird heute eine Vielzahl verschiedener Daten in oft großen Mengen erfasst. Ansätze des maschinellen Lernens bieten das Potenzial, aus diesen Daten Prognosemodelle als Basis für vielfältige Prozessverbesserungen abzuleiten. Hierbei ist für Unternehmen vor allem die Datenaufbereitung und -auswahl oftmals aufwändig. Ebenso entscheidet die problemspezifische Auswahl eines maschinellen Lernalgorithmus über die Güte des resultierenden Modells. Dementsprechend sind praxisgerechte Handlungsanweisungen sowie Konzepte zur Anwendung des maschinellen Lernens in der Automobilproduktion erforderlich.

Forschungsschwerpunkt:

Im Bereich des maschinellen Lernens in der Produktion erforscht der FBK den Aufbau und die Nutzung maschineller Lernmodelle für verschiedene Aspekte der Produktion.

Angebote für die Wirtschaft:

Hierbei unterstützt der FBK auf Basis seiner Forschungen interessierte Unternehmen und Partner bei der Analyse der produktionsspezifischen Daten, bei der Auswahl von Algorithmen und bei der darauffolgenden Ableitung und Validierung von Modellen, die die Erkennung von Mustern und Gesetzmäßigkeiten erlauben. Weiterhin wird die Integration dieser Modelle in betriebliche Abläufe unterstützt.

Ansprechpartner:

Moritz Glatt (Oberingenieur Produktionssysteme): moritz.glatt@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation: www.mv.uni-kl.de/fbk
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 57
67663 Kaiserslautern

Kompetenzfeld additive Fertigung am Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Die additive Fertigung umfasst Fertigungsverfahren, bei denen der Materialauftrag schichtweise erfolgt, was einen Gegensatz zu konventionellen, subtraktiven und umformenden Fertigungsverfahren darstellt. Die additive Fertigung ermöglicht verfahrensbedingt die Herstellung komplexer, endkonturnaher Geometrien in kleinen Stückzahlen.

Forschungsschwerpunkt:

Im Zentrum der Forschung zur additiven Fertigung am FBK stehen Verfahren zur Herstellung metallischer Bauteile wie das Pulverbettverfahren und das Laserauftragschweißen. Der Fokus der Arbeiten liegt auf Prozesskettenanalysen, der Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Prozessführung und resultierenden Bauteileigenschaften und auf der energetischen Betrachtung. Weiterhin werden die Möglichkeiten der spanenden Nachbearbeitung additiv gefertigter Bauteile und die Interaktionen und Wechselwirkungen zwischen additiven und spanenden Fertigungsschritten untersucht, um anforderungsgerechte Funktionsflächen herzustellen. Darüber hinaus werden industrienahe Machbarkeitsstudien durchgeführt sowie die Planung, Anwendung und Optimierung von additiven Fertigungsprozessen untersucht.

Angebote für die Wirtschaft:

Das FBK unterstützt auf Basis seiner Forschungen im Bereich der additiven Fertigung interessierte Unternehmen und Partner bei der Bewertung von additiven Fertigungsprozessen sowie bei der Auswahl geeigneter Nachbearbeitungsverfahren. Weiterhin unterstützt der FBK bei der Bewertung der Eignung additiver Fertigungsverfahren für bestimmte Bauteile sowie bei der Kosten- und Energiebedarfsabschätzung. Ebenfalls werden industrielle Anwender bei der fertigungsgerechten Anpassung von Bauteilen hinsichtlich der Ausschöpfung der Potenziale der additiven Fertigung unterstützt. Zur Bewertung der Prozessketten besitzt der FBK die Kompetenz, die Wechselwirkung einzelner Fertigungsschritte hinsichtlich der Oberflächenmorphologie und der Wirtschaftlichkeit zu bewerten, um daraus Vorschläge zur Gestaltung der Prozesskette abzuleiten.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Benjamin Kirsch (Oberingenieur Fertigungstechnologie): benjamin.kirsch@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation: www.mv.uni-kl.de/fbk
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 42
67663 Kaiserslautern

Kompetenzfeld Zerspanung am Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Im Zentrum der Forschung zur Zerspanung stehen Verfahren zum Drehen, Fräsen, Bohren und Schleifen im Bereich der Makrozerspanung, aber auch der Mikro- und Ultrapräzisionsbearbeitung.

Forschungsschwerpunkt:

Im Bereich der Mikro- und Ultrapräzisionsbearbeitung liegt der Fokus auf der Entwicklung flexibler Bearbeitungsprozesse. Am FBK werden neben der klassischen Ultrapräzisionsbearbeitung für die Herstellung optischer Komponenten die Möglichkeiten des Mikroschleifens, Mikrofräsens und Mikrobohrens mit Werkzeugdurchmessern unter 50 µm untersucht. Die Forschungstätigkeiten umfassen

neben der Werkzeugentwicklung auch die Untersuchung von Zerspanprozessen und Prozess-Maschine-Interaktionen, die einen hohen Einfluss auf das Arbeitsergebnis haben. Weiterhin werden Mikrobearbeitungsmaschinen und spezielle Maschinenkomponenten entwickelt.

Im Bereich der klassischen Zerspantechnologie verfolgt der FBK die Erforschung der Möglichkeiten der Funktionalisierung von Oberflächen. So können neben der reinen Geometrieerzeugung der Bauteile auch die Werkstoffeigenschaften gezielt beeinflusst werden. Verlängerte Lebensdauern oder erweiterte Funktionen sind die Folge.

Angebote für die Wirtschaft:

Der FBK unterstützt auf Basis seiner Forschungen im Bereich der klassischen Fertigungsverfahren interessierte Unternehmen und Partner bei der Gestaltung von Zerspanwerkzeugen sowie bei der Analyse und Beeinflussung der Bauteileigenschaften. Hierzu nutzt der FBK seine Expertise bei der Werkzeugentwicklung im Mikro- und Makrobereich. Außerdem nutzt der FBK eigene Simulationsmodelle für die unternehmensindividuelle Werkzeuggestaltung, wie zum Beispiel die simulationsgestützte Auslegung der Kühlkanäle eines Bohrers. Auch die Analyse der Bauteileigenschaften, wie zum Beispiel die Eigenspannungen oder die Oberflächenrauheit, wird mit eigenen Simulationsmodellen unterstützt. Der FBK blickt auf zahlreiche Forschungs- und Industrieprojekte mit der Automobilindustrie zurück und ist ein kompetenter Ansprechpartner bei der Planung und Verbesserung von Produktionssystemen sowie bei der Analyse und Simulation von Fertigungswerkzeugen und -prozessen.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Benjamin Kirsch (Oberingenieur Fertigungstechnologie): benjamin.kirsch@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation: www.mv.uni-kl.de/fbk
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 42
67663 Kaiserslautern

Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Adressierter Themenbereich:

Im Bereich der faserverstärkten Kunststoffe (FKV) nimmt die additive Fertigung einen immer größeren Stellenwert ein. Das optimale Potenzial von FKV setzt eine lastgerechte Ausrichtung der Fasern im Bauteil voraus. Dies kann durch additive Fertigungsverfahren wie zum Beispiel das Tapelegen erreicht werden.

Forschungsschwerpunkt:

Am IVW steht seit neuestem die weltweit schnellste Tapelegeportaleinheit zur Verfügung, mit der Strukturen aus thermoplastischen Faserbändchen direkt lastgerecht aufgebaut werden können. In Kombination mit den ebenfalls am IVW vorhandenen Spritzguss und Umformanlagen können Strukturen mit hoher Geometriekomplexität als auch mit lastpfadgerechten Bauteilverstärkungen realisiert werden.

Angebote für die Wirtschaft:

Bei dieser Technologie können wir bis TRL 7 unterstützen (Demonstrator). Weitere Informationen unter https://www.ivw.uni-kl.de.

Ansprechpartner:

Dr. Miro Duhovic: miro.duhovic@ivw.uni-kl.de
Kompetenzfeldleiter Prozesssimulation
Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH: https://www.ivw.uni-kl.de
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern

Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik / Institute for Mechanical and Automotive Design (IMAD) im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Das Themenfeld der additiven Fertigung ist einer der Hauptforschungsschwerpunkte am Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik (Engl.: Institute for Mechanical and Automotive Design, kurz: iMAD).

Forschungsschwerpunkt:

Neben Grundlagenforschungsthemen wie z. B. hybriden Fertigungsstrategien, der Betriebsfestigkeit und Topologieoptimierung, liegt der Fokus insbesondere auch auf anwendungsnahen Fragestellungen. Dazu zählen u. a. ganzheitliche Qualitätssicherungsansätze über den kompletten Produktentstehungsprozess, Methoden zur effizienten Identifikation potenziell geeigneter Bauteile sowie Machbarkeitsstudien. Mit der am Lehrstuhl verorteten Laser-Strahlschmelzanlage zur Herstellung metallischer Bauteile bis zu einer Größenordnung von 275 x 275 x 420 mm kann ein weitreichendes Spektrum von Fahrzeugkomponenten generiert werden. Neben dieser Fertigungsanlage stehen dem Lehrstuhl weitere eigene und zentrale Systeme zur Verarbeitung unterschiedlicher Materialien zur Verfügung. Know-how und Wissen auf diesem Gebiet werden sowohl im Rahmen wissenschaftlicher Publikationen, in der Lehre als auch im Rahmen von Seminaren/Workshops vermittelt. Ein fertigungsgerechtes Bauteildesign und die Nutzung der sich bietenden Potenziale (z. B. Realisierung lastgerechter Strukturen, Integral- und Hybridbauweise etc.) sind hierbei zentrale Inhalte. Der Lehrstuhl forciert und praktiziert außerdem eine disziplinübergreifende Zusammenarbeit mit anderen Fachgebieten, wie der Werkstoffkunde oder der Fertigungstechnik, anderen Fachrichtungen, wie den Wirtschaftswissenschaften oder dem Bauingenieurwesen sowie den umliegenden Instituten, wie beispielsweise dem Leibnitz-Institut für Verbundwerkstoffe. Somit kann die gesamte Prozesskette von der Bauteilentwicklung und -fertigung über die prozessbegleitende Qualitätssicherung, Nachbearbeitung bis hin zur Prüfung auf den am Lehrstuhl vorhanden mehraxialen servohydraulischen Schwingungsprüfständen abgedeckt werden.

Angebote für die Wirtschaft:

Das iMAD unterstützt Industrieunternehmen im Rahmen gemeinsamer Forschungsaktivitäten bei der Entwicklung neuer und Optimierung bestehender Systeme. Hierbei bietet das iMAD neben der

Zusammenarbeit in großen Forschungsverbundprojekten den Unternehmen auch Unterstützung bei unternehmensinternen Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Bereich der additiven Fertigung. Zudem bietet das iMAD Unternehmen im Zusammenhang mit Schulungen/Workshops und Weiterbildungen im Bereich der additiven Fertigung die Möglichkeit, neueste Forschungsergebnisse für die eigene industrielle Praxis kennenzulernen.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Roman Teutsch: teutsch@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik: https://www.mv.uni-kl.de/imad
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 42
67663 Kaiserslautern

Dr.-Ing. Nicole Stephan: stephan@mv.uni-kl.de
Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik: https://www.mv.uni-kl.de/imad
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Str. 42
67663 Kaiserslautern

Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE

Adressierter Themenbereich:

Dynamische Märkte, Dokumentationspflichten, Losgröße 1: Die vierte industrielle Revolution digitalisiert die Produktion und macht die Fertigung fit für die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Ohne digitalisierte Fertigungsprozesse wird es in diesem Umfeld schwierig konkurrenzfähig zu bleiben. Gerade für kleinere Unternehmen und mittelständige Produktionsbetriebe ist es eine Herausforderung, die eigene Produktion zu digitalisieren und Fertigungsprozesse mit der eigenen IT, aber auch mit Kunden und Zulieferern zu vernetzen.

Forschungsschwerpunkt:

Das Fraunhofer IESE entwickelt gemeinsam mit zahlreichen Partnern aus der Forschung und Industrie Eclipse BaSyx, eine Industrie 4.0 Middleware, die relevante Standards, zum Beispiel der Plattform Industrie 4.0 umsetzt. Verwaltungsschalen und Teilmodelle können als Digitale Zwillinge von Produkten und Prozessen plattformübergreifend genutzt werden. Mittlerweile wird Eclipse BaSyx bei mehr als 25 Unternehmen erfolgreich eingesetzt.

Angebote für die Wirtschaft:

Mit Eclipse BaSyx erhalten sie eine offene und erweiterbare Industrie 4.0 Plattform für die Digitalisierung Ihrer Prozesse. Damit identifizieren Sie Optimierungspotentiale, ermöglichen die effiziente Fertigung kleiner Losgrößen und dokumentieren Produktionsschritte wenn dies erforderlich ist. Sie entscheiden selbst, welche Daten zusammen mit Ihren Produkten an Kunden und Auftraggebern weitergeleitet werden.

Gemeinsam mit unseren Partnern bieten wir eine Rundum-Lösung an, die aus der Software und der Adaption dieser an Ihre Produktionsumgebung besteht. Shopfloor 4.0 ist die schlüsselfertige Lösung die Eclipse BaSyx um die notwendige Infrastruktur zum Asset Management ergänzt, Backup Lösungen und Skalierbarkeitslösungen integriert und Technologien zum ausfallsicheren Betrieb bereitstellt. Ebenfalls wird Shopfloor 4.0 durch professionellen Support unterstützt. Möchten Sie lieber eine eigene Lösung entwickeln und vertreiben? Eclipse BaSyx ist ein Software-Baukasten für Industrie 4.0 und Open Source. Nutzen Sie diese gerne als Basis für eigene Produkte, ohne Lizenzgebühren zahlen zu müssen.

Ansprechpartner:

Dr. Thomas Kuhn: thomas.kuhn@iese.fraunhofer.de
Division Manager Embedded Systems
Fraunhofer IESE: www.iese.fraunhofer.de
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

c. Simulationsverfahren

Bereich Mathematik für die Fahrzeugentwicklung im Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Adressierter Themenbereich:

In der Maschinen- und Fahrzeugentwicklung ist es entscheidend, die physikalischen Systemeigenschaften frühzeitig und in verschiedenen Phasen des Entwicklungsprozesses rechnerisch zu simulieren, um Konstruktionsstände zu bewerten, zu verbessern und abzusichern. Numerische Systemsimulation spielt dabei heutzutage eine entscheidende Rolle: verschiedene Entwicklungsstände virtuell und modellbasiert zu studieren und zu bewerten, kann einzelne Entwicklungszyklen sowie den Gesamtprozess signifikant beschleunigen. So berechnet man z. B. Motordynamik, Fahrdynamik, Schwingungskomfort, Betriebsfestigkeit, das Verhalten von Assistenz- und Sicherheitssystemen sowie kunden- und umgebungsabhängige Verbräuche und Energiebedarfe. Verschiedene Aufgabenstellungen, verschiedene Domänen und Systeme und verschiedene Entwicklungsphasen erfordern dabei unterschiedliche Modellkomplexitäten und Rechengeschwindigkeiten. Immer wichtiger wird auch die Möglichkeit der interaktiven Fahrsimulation, um beispielsweise bei der Bewertung verschiedener Fahrzeugkonfigurationen oder verschiedener Assistenzsysteme den Fahrer realistisch und unmittelbar mit in die Betrachtung bzw. die Berechnung einzubeziehen. Insgesamt decken wir mit entsprechenden Modellierungs- und Simulationsansätzen neben dem Fahrzeug selbst auch seine Hauptschnittstellen zur Umgebung bzw. Bedienung ab: Fahrer, als Modell oder interaktiv, auf der einen Seite und Reifen und Straße bzw. Untergrund auf der anderen Seite.

Forschungsschwerpunkt allgemein:

Die Entwicklung und der Einsatz von mathematischen Modellen zur Simulation dynamischer Systeme im Fahrzeugbereich stellt ein Hauptarbeitsfeld am Fraunhofer ITWM dar. Beginnend bei der Frage der optimalen Modellkomplexität für die jeweilige Fragestellung, über das Erstellen und Bedaten entsprechender Modelle bis hin zu deren Anwendung und Simulation, Optimierung und Regelung decken wir dabei jeden Arbeitsschritt vollumfänglich ab. Neben klassischen Modellierungstechniken wie Mehrkörpersystem-Modellierung (MKS) oder finite Elementmethoden (FE), die zu den physikbasierten Ansätzen zählen, setzen wir auch datenbasierte Techniken aus dem Bereich der KI und des maschinellen Lernens ein, um (Sub-)Systeme abzubilden, bei denen physikbasierte Methoden schwierig oder ungeeignet sind. Oft ist auch eine Kombination beider Ansätze zu sogenannten Greybox-Modellen angebracht. Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeiten ist die Simulation gekoppelter, verteilter Systeme (»Co-Simulation«). Die meisten modernen technischen Systeme sind komplex und heterogen, entsprechende Modelle bestehen oft aus mehreren, dynamisch interagierenden Sub-Modellen aus verschiedenen physikalischen Domänen, typischerweise mit speziellen Modellierungsansätzen und maßgeschneiderten Lösern, oder beinhalten wie beschrieben datenbasierte Komponenten. Im Kontext dynamischer Systemsimulation befassen wir uns außerdem mit der Optimierung, optimalen Steuerung und modellprädiktiven Regelung solcher Modelle. Wir entwickeln und verwenden effiziente numerische Verfahren, die die optimale Steuerung und Regelungen auch von hochkomplexen Modellen aus dem Fahrzeugbereich gewährleisten.

Anwendungsschwerpunkt Reifensimulation:

Unsere Simulationssoftware CDTire unterstützt als Bestandteil der Systemsimulation (MKS) die Fahrzeugentwicklung in fast allen Analyseszenarien. Besonderes Augenmerk auf die Gürteldynamik und Interaktion mit 3D-Fahrbahnoberflächen erlaubt eine gute Vorhersagegenauigkeit – sowohl der transienten Amplituden als auch im Frequenzbereich, ohne dabei statische und stationäre Reifeneigenschaften zu vernachlässigen. Während der Vollfahrzeug-, Achs- oder Prüfstandssimulation mit PKW-, LKW-, Nutzfahrzeug- oder Motorrad-Reifen werden dabei die Radnabenkräfte und -momente auf jedes Rad, sowie die Kontaktkräfte auf die Fahrbahn berechnet. Neben den 3D-Fahrbahnoberflächen können auch Prüfstandsanregungen mit bis zu sechs Richtungen pro Reifen modelliert werden. CDTire bietet als Softwaretool eine Familie von Reifenmodellen mit unterschiedlicher Modellierung von Gürtel, Seitenwand und Lauffläche, um für verschiedene Anwendungen eine optimale Mischung aus Genauigkeit und rechnerischem Aufwand anzubieten. Der Reifeninnendruck kann pro Reifen angegeben und bei einigen MKS-Programmen auch während der Simulation verändert werden.

Anwendungsschwerpunkt interaktive Simulation:

Zuletzt stellt auch die interaktive Einbeziehung von Fahrern- und Bedienern ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal dar. Wir betreiben den am Fraunhofer ITWM aufgebauten interaktiven und Roboter-basierten Fahrsimulator RODOS® (Robot based driving and operation simulator). Das RODOS®-System erlaubt mit 1.000 kg Nutzlast die Verwendung von Serienkabinen und -chassis, sodass die Haptik der eines realen Fahrzeuges entspricht. Das interaktive Fahrszenario präsentieren wir dem Fahrenden über eine nahtlose Projektion innerhalb eines sphärischen Projektionsdomes mit 10m Durchmesser. Das Fahrzeug selbst wird durch ein spezielles echtzeitfähiges Modell abgebildet, das mit dem Fahrer interagiert. Der Fahrsimulator erlaubt eine realistische, aber gleichzeitig auch risikolose und reproduzierbare Untersuchung der Mensch-Maschine-Interaktion, was insbesondere im Hinblick auf aktuelle Entwicklungen im Bereich der Assistenzsysteme und der autonomen Fahrfunktionen für die Entwicklung moderner Fahrzeuge unabdingbar ist. Unsere Kunden am Simulator profitieren zudem stark vom Zugriff auf die branchenübergreifende Expertise des Fraunhofer ITWM in den Themengebieten (Fahr)Simulation, Psychologie, Experimentdesign und Versuchsdatenauswertung.

Angebote für die Wirtschaft:

CDTire, VMC-Simulation und IPS sind am Markt etablierte Softwaretools und weltweit in der Fahrzeugindustrie im Einsatz.

Ansprechpartner:

Dr. Klaus Dreßler: klaus.dressler@itwm.fraunhofer.de
Dr. Michael Burger: michael.burger@itwm.fraunhofer.de
Abteilung Mathematik für die Fahrzeugentwicklung: www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/mf
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Kompetenzfeld Prozesssimulation im Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Adressierter Themenbereich:

Um neue Verfahren und Prozesse effizient und ökonomisch zu entwickeln, werden diese meist mittels Simulationsverfahren im Vorfeld abgebildet.

Forschungsschwerpunkt:

Am IVW wird im Kompetenzfeld Prozesssimulation der Fokus auf der Simulation und der Optimierung von Fertigungsprozessen zur Herstellung von FKV gelegt. Betrachtet werden insbesondere das Umformen von Organoblechen, duroplastische Flüssigimprägnierverfahren, das induktive Fügen thermoplastischer FKV sowie duroplastische und thermoplastische Fließ- und Formpressverfahren. Die Simulationsmodelle helfen die Prozesse besser zu verstehen und können für virtuelle Parameterstudien genutzt werden, die eine Optimierung von Prozessparametern, Materialien und geometrischen Parametern wie Werkzeug- und Bauteilform erlauben.

Angebote für die Wirtschaft:

Bei dieser Technologie können wir bis TRL 6 unterstützen.
Weitere Informationen unter https://www.ivw.uni-kl.de.

Ansprechpartner:

Dr. Miro Duhovic: miro.duhovic@ivw.uni-kl.de
Kompetenzfeldleiter Prozesssimulation
Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH: https://www.ivw.uni-kl.de
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern

6. Schlüsseltechnologien

Grundlage für viele der anderen genannten wichtigen Entwicklungen im Nutzfahrzeugbereich bilden einige Schlüsseltechnologien. Bestimmte Materialien, maschinelles Lernen, Ergonomie und Sensorik spielen in den immer komplexer werdenden Fahrzeugen eine zunehmend wichtige Rolle.

a. Materialien

Das Gewicht eines Fahrzeuges ist ein wichtiger Faktor für den Energieverbrauch und somit für dessen Umweltverträglichkeit. Jedes Gramm zählt. Ein unnötiges Übergewicht hat große Folgen. So können nur geringe Gewichtsunterschiede einen Peitschenschlageffekt auslösen, da stärkere Bremsen und Lager verbaut werden müssen, die wiederum das Gewicht erhöhen. Die Bereiche der Verbundwerkstoffe und des Leichtbaus suchen hier nach intelligenten Lösungen. Dadurch steigt auch der Bedarf an werkstoffgerechter Fügetechnik und Oberflächenbehandlung. Auch in diesen Bereichen hat der Forschungsstandpunkt Kaiserslautern viel zu bieten.

Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Adressierter Themenbereich:

Verbundwerkstoffe werden überall dort eingesetzt, wo klassische monolithische Materialien technologisch und oder wirtschaftlich an ihre Grenzen stoßen. Aktuelle Herausforderungen in der Produktion von Verbundwerkstoffen liegen kurzfristig in der Verbesserung der additiven Fertigungsverfahren für Faserkunststoffverbunde (vor allem der Steigerung der Ablegeraten für endlosfaserverstärkte Strukturen), mittelfristig in der Weiterentwicklung geeigneter Verbindungsverfahren wie dem Induktionsschweißen mit Fokus auf der Prozessgeschwindigkeit und Qualitätssicherung, der Entwicklung hybrider Fertigungsverfahren in Kombination mit einer ökoeffizienten Topologieoptimierung, sowie langfristig in der Entwicklung „smarter“ Produktionsverfahren mit werkstoff- bzw. halbzeugspezifischer Prozesskenngrößenadaption.

Forschungsschwerpunkt:

Das Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe ist seit über 30 Jahren auf dem Gebiet der polymeren Verbundwerkstoffe erfolgreich tätig. Die Schwerpunkte liegen in der Auslegung und Produktion von Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) und Hybrid-Bauteilen einschließlich Werkstoff-, Halbzeug- und Bauteilcharakterisierung. In unseren Kompetenzfeldern werden neben dem klassischen Leichtbau mit Verbundwerkstoffen unter anderem auch die Themen tribologische Verschleißoptimierung, der Ermüdung und Lebensdaueranalyse inklusive der sich daraus ergebenden Auslegungsoptimierungen von FKV sowie des optimalen Einsatzes von Materialien im Sinne eines geschlossenen Materialkreislaufes inklusive Recycling beforscht.

Angebote für die Wirtschaft:

Bei dieser Technologie können wir entlang der kompletten Entwicklungs- und Prozesskette unterstützen. Von den wissenschaftlichen Grundlagen bis hin zur Herstellung und Testung von Prototypen in einer industrieorientierten Umgebung agiert das IVW hier als zentraler Ansprechpartner.

Weitere Informationen unter https://www.ivw.uni-kl.de.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer: ulf.breuer@ivw.uni-kl.de
Wissenschaftlicher Geschäftsführer
Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH: https://www.ivw.uni-kl.de
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern

Kompetenzfeld Roving- und Tapeverarbeitung im Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Adressierter Themenbereich:

Auf Innendruck belastete Hochdruck-Behälter sind ein klassisches Einsatzgebiet für Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV). Es sind Gewichtseinsparungen – im Vergleich zu Stahlbehältern – von bis zu 70% möglich.

Forschungsschwerpunkt:

Das IVW forscht schon seit über 20 Jahren an Druckbehältern, auch mit Schwerpunkt zur Wasserstoffspeicherung. Die wirtschaftliche Umsetzung wird u.a. durch eine am IVW entwickelte neuartige Faserimprägniereinheit mit darauf abgestimmten, innovativen Materialen erreicht. Hierdurch sind deutlich schnellere Herstellprozesse für Drucktanks möglich (Erhöhung der maximalen Wickelgeschwindigkeit um bis zu 100%).

Angebote für die Wirtschaft:

Im Bereich der Berechnung von Drucktanks und deren Auslegung besitzt das IVW ein hohes Maß an Kompetenz. Weitere Informationen unter https://www.ivw.uni-kl.de.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Jens Schlimbach: jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de
Stellvertretender Direktor Verarbeitungstechnik &
Kompetenzfeldleiter Roving- & Tapeverarbeitung
Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH: https://www.ivw.uni-kl.de
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern

Kompetenzfeld Leichtbau im Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Adressierter Themenbereich:

Leichtbau ist eine der bedeutenden Schlüsseltechnologien für die mobilen Anwendungen.

Forschungsschwerpunkt:

Das IVW hat auf dem Gebiet des Leichtbaus mit polymeren Verbundwerkstoffen über 30 Jahre Erfahrung. Das Forschungsprogramm des IVW richtet sich entlang der Wertschöpfungskette in die Programmbereiche „Werkstoffwissenschaft“, „Bauteilentwicklung“ und „Verarbeitungstechnik“, welche alle drei in Kombination für den effizienten und wirtschaftlichen Leichtbau von Strukturen und Komponenten wichtig sind.

Forschungsschwerpunkte liegen kurzfristig in der weiteren Ausschöpfung des Leichtbaupotentials von Faserkunststoffverbunden, mittelfristig in der Entwicklung crash-optimierter, funktionsintegrierter und formadaptiver Strukturen sowie in der werkstofflichen bzw. strukturellen Hybridisierung von Bauteilen und bionischen Strukturen und langfristig in der vollständigen Digitalisierung der Prozesskette.

Angebote für die Wirtschaft:

Bei dieser Schlüsseltechnologie können wir entlang der kompletten Entwicklungs- und Prozesskette unterstützen. Von den wissenschaftlichen Grundlagen bis hin zur Herstellung und Testung von Prototypen in einer industrieorientierten Umgebung agiert das IVW hier als zentraler Ansprechpartner.

Weitere Informationen unter https://www.ivw.uni-kl.de.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann: joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de
Technisch-Wissenschaftlicher Direktor Bauteilentwicklung &
Kompetenzfeldleiter Ermüdung & Lebensdaueranalyse
Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH: https://www.ivw.uni-kl.de
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern

Kompetenzfeld Press- und Fügetechnologien im Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Adressierter Themenbereich:

Die Verbindungstechnik unterschiedlicher Materialien ist insbesondere im Automobilbau eine entscheidende Schlüsseltechnologie. In den letzten Jahren ist ein fortschreitender Einsatz von thermoplastischen Faser-Kunststoff-Verbunden zu erkennen, dadurch steigt auch der Bedarf an werkstoffgerechten Fügetechniken.

Forschungsschwerpunkt:

Hier konzentrieren sich die Forschungsaktivitäten des IVW auf das Induktionsschweißen, wobei kurzfristig sowohl Grundlagenfragen zu den Erwärmungsmechanismen als auch Fragen der Automatisierung,

Geschwindigkeitssteigerung und Qualitätssicherung im Vordergrund stehen. Zur Detektion von Fehlstellen (z. B. Lufteinschlüsse) in den Schweißnähten wurde eine zerstörungsfreie Bauteilprüfung durch „Lock-in Thermografie“ entwickelt.

Angebote für die Wirtschaft:

Auf der am Institut vorhanden robotergestützten Schweißanlagen können dreidimensionale Bauteile bis zu einer Größe von 1,8 x 1,2 m gefügt werden. Weitere Informationen unter https://www.ivw.uni-kl.de.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Peter Mitschang: peter.mitschang@ivw.uni-kl.de
Technisch-Wissenschaftlicher Direktor Verarbeitungstechnik &
Kompetenzfeldleiter Press- & Fügetechnologien
Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH: https://www.ivw.uni-kl.de
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern

AG Werkstoff- und Oberflächentechnik (AWOK) / Fachgebiet Fügetechnik im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Das klebtechnische Fügen ist das Hauptarbeitsgebiet der AG Werkstoff- und Oberflächentechnik Kaiserslautern (AWOK).

Forschungsschwerpunkt:

Laufende Forschungsarbeiten umfassen ingenieurwissenschaftliche Methoden und interdisziplinäre Ansätze zu Lösungen klebtechnischer Fragestellungen in industriellen Anwendungen. Es wird sich u.a. mit thermisch leitfähigem Kleben und der Rheologie von Gap-Fill-Materialien, dem crashfesten Kleben von hoch- und höchstfesten Stählen zur Herstellung und Verstärkung von Batteriemodulen befasst. Oberflächenvorbehandlung von Bauteilen für dauerhaft lasttragende Klebverbindungen, sowie Qualitätssicherung von Klebprozessen unter Einsatz von In-Line Analyseverfahren und lösbare Klebverbindungen für die Demontage und Aufbereitung von Batteriemodulen sind weitere aktuelle Forschungsschwerpunkte.

Angebote für die Wirtschaft:

Die Angebote an Unternehmen beinhalten die Möglichkeit zur Beteiligung an öffentlich geförderten Forschungsvorhaben, die Durchführung von bilateralen Technologieprojekten und Dienstleistungen im Bereich der Materialcharakterisierung und Polymeranalytik.

Die Lösungskompetenzen der Arbeitsgruppe adressieren alle Bereiche der Prozesskette des industriellen Klebens und Beschichtens, die Durchführung von Schadensuntersuchungen und die Unterstützung bei Zulassungsverfahren.

Es bestehen umfangreiche Transfererfahrungen aus zahlreichen erfolgreich abgeschlossenen Projekten der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) und der Transferstelle für innovative Niedertemperatur-Fügetechnik (INITEC) der TU Kaiserslautern.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Paul Geiß: geiss@mv.uni-kl.de
Arbeitsgruppe Werkstoff- und Oberflächentechnik Kaiserslautern (AWOK): www.mv.uni-kl.de/awok
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern

b. KI / Maschinelles Lernen

Fachgebiet Augmented Vision im Fachbereich Informatik der Technischen Universität Kaiserslautern / Forschungsbereich Erweiterte Realität im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI

Adressierter Themenbereich:

Die Kernkompetenzen der Abteilung Augmented Vision unter der Leitung von Prof. Didier Stricker liegen im Bereich Computer Vision, Augmented Reality und maschinelles Lernen.

Forschungsschwerpunkt:

Das Team **Automotive Scene Understanding** beschäftigt sich mit der Entwicklung von robusten, effizienten Technologien zur Erfassung des Umfelds von Fahrzeugen. Dabei finden insbesondere Methoden des maschinellen Lernens Anwendung.

Sichere und zuverlässige Wahrnehmung stellt den ersten Schritt eines verlässlichen autonomen Systems dar. Unsere Kompetenzen umfassen die Rekonstruktion der 3D-Geometrie, Bewegungserkennung in 2D und 3D, Objektdetektion in 2D und 3D mit einem Schwerpunkt auf Personen und deren Pose sowie Szenensegmentierung. Wir haben Erfahrung mit verschiedenen Sensoren, darunter vor allem Kameras und LiDAR, sowie deren Fusion, aber auch Radar.

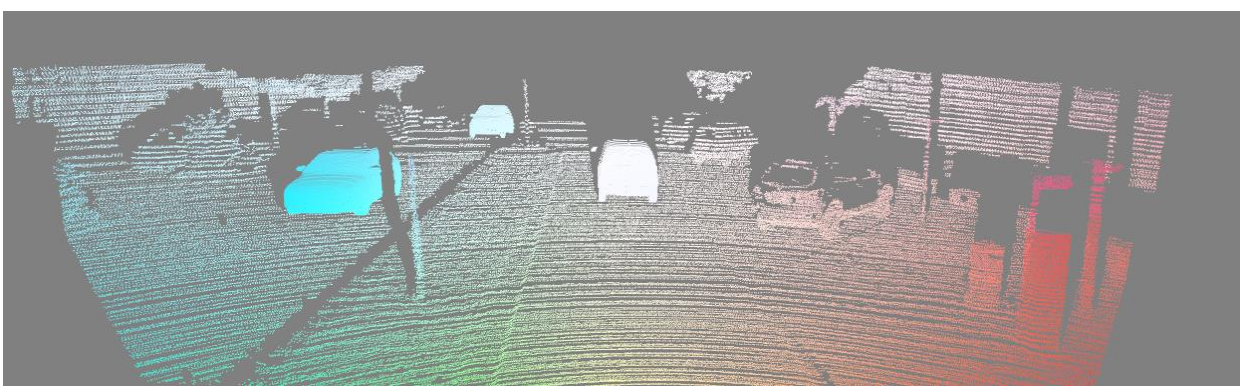


Abbildung. 3D-Analyse von LiDAR-Informationen

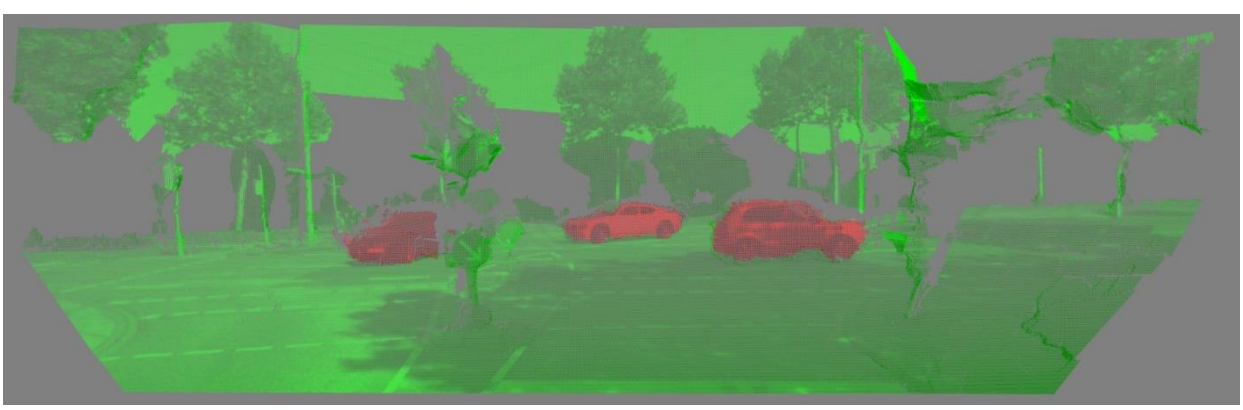


Abbildung. 3D-Erfassung der Geometrie und Bewegungen einer Szene

Das Team **Spatial Sensing and Machine Perception** konzentriert sich auf geometrisches und semantisches Szenenverständnis und wendet Ansätze des maschinellen Lernens auf 2D- und 3D-Sensoreingaben an.

Die Aktivitäten der Gruppe sind auf verschiedene automobile Anwendungsbereiche ausgerichtet, dies umfasst die Überwachung des Fahrzeuginnenraums zur Belegungserkennung, 3D-Körperposenschätzung des Fahrers, Aktions- und Gestenerkennung und Aufmerksamkeitsüberwachung. Diese Ansätze tragen zu automatisierten Sicherheits- und Unterhaltungssystemen bei. Dazu sind Themen aus dem Manufacturing-Bereich von großer Bedeutung, wie z. B. 3D-Pose und Zustandsschätzung von Objekten, Anomalieerkennung, automatisierte 3D-Rekonstruktion und CAD-Modellierung sowie Augmented-Reality-Assistenzsysteme. Diese Ansätze tragen zur Qualitätskontrolle und zur Erzeugung digitaler Zwillinge für die industrielle Fertigung bei.

Abbildung. Innenraum-Monitoring mit Hilfe von Tiefenkamera

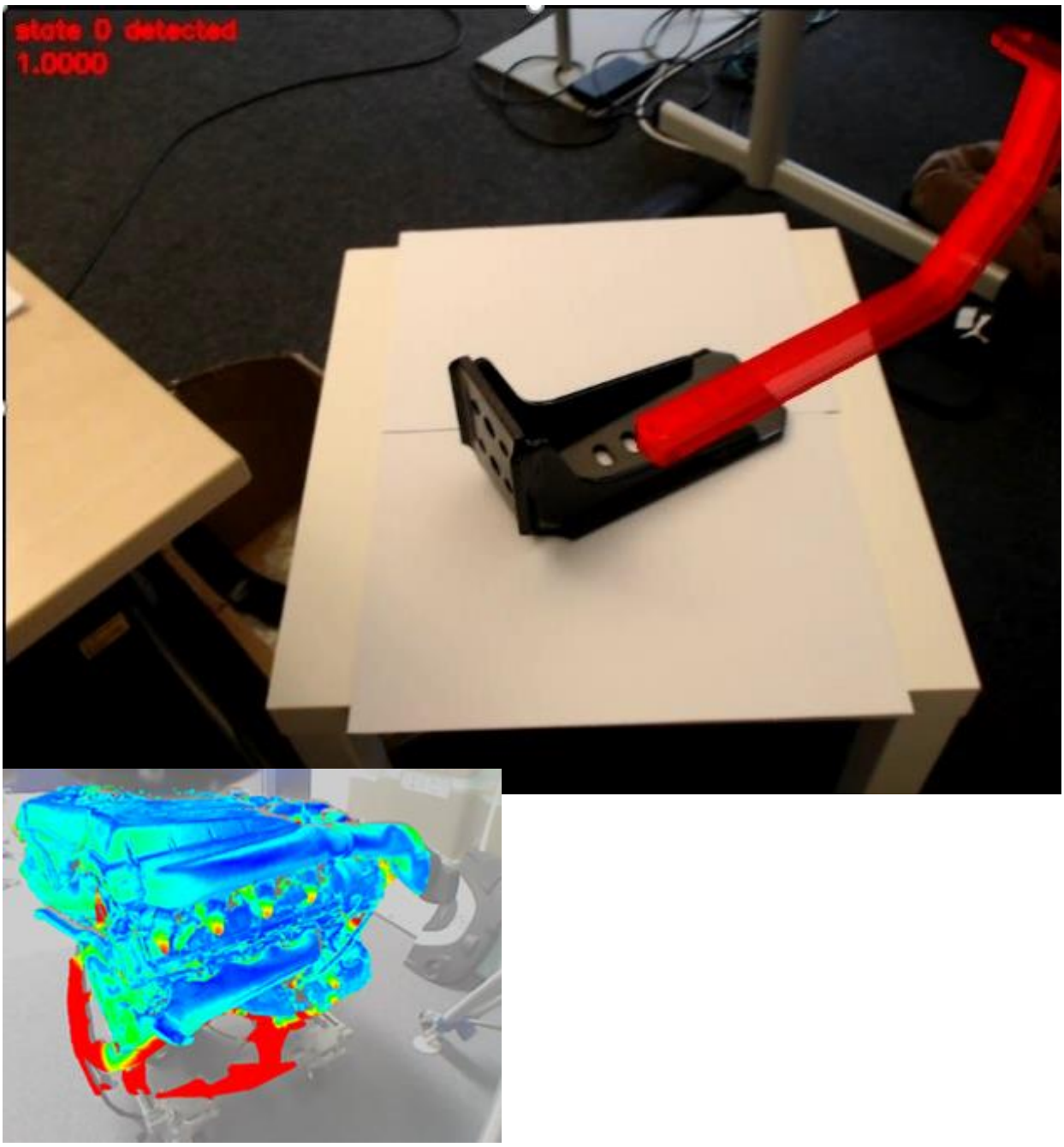


Abbildung. Erkennung von Bauteilen und deren 3D-Lage und Ist-Soll Vergleich mit Augmented Reality

Angebote für die Wirtschaft:

Unsere Software-Lösungen bieten ein hohes Maß an Robustheit, welches durch individuell angepasste Modelle und eine effiziente Fusion von Informationen erreicht wird. Auf dem Weg zu einem erfolgreichen Produkt können wir Sie von der Grundlagenforschung bis zu prototypischen Implementierungen unterstützen (TRL 3-6).

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Didier Stricker: stricker@dfki.uni-kl.de
Fachgebiet Augmented Vision: https://ags.cs.uni-kl.de
Fachbereich Informatik
Technische Universität Kaiserslautern
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern
Leiter des Forschungsbereichs Erweiterte Realität am DFKI:
www.dfki.de/web/forschung/forschungsbereiche/erweiterte-realitaet
Deutsches Forschungszentrum für künstliche Intelligenz
Trippstadter Str. 122
67663 Kaiserslautern

Bereich Mathematik für die Fahrzeugentwicklung im Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Adressierter Themenbereich:

Auch im Fahrzeugbereich nimmt die Verfügbarkeit von Daten seit Jahren stark zu, dies betrifft neben direkt am Fahrzeug gemessenen Größen auch Umgebungsdaten. Es existieren historische Messungen aus durchgeführten Kampagnen und zusätzlich zeichnen moderne Fahrzeuge im Betrieb zunehmend Daten kontinuierlich auf. Dies trifft gleichzeitig auf die Tatsache, dass Technologien zur Datenerfassung, Datenverwaltung und zur rechnerischen Datenverarbeitung ebenfalls stetig verbessert und weiterentwickelt werden. Beides ermöglicht es, mit geeigneten Verfahren und Werkzeugen der datenbasierten Mathematik aus vorhandenen Datenmengen immer mehr wertvolle Erkenntnisse und Informationen zu gewinnen.

Forschungsschwerpunkt:

Am Fraunhofer ITWM entwickeln und verwenden wir Konzepte und moderne Verfahren der künstlichen Intelligenz und Datenanalyse, die insbesondere auch sehr große Datenmengen („Big Data“) effizient verarbeiten und analysieren können – dies erlaubt dann beispielsweise aus Kunden- oder Flottendaten wertvolle Informationen und Erkenntnisse über umgebungsabhängige Fahrzeug- und Maschinennutzung abzuleiten. Realistische Informationen an dieser Stelle tragen maßgeblich zu einem effizienten Entwicklungsprozess bei, etwa um maßgeschneiderte, kunden- bzw. marktabhängige Auslegungs- und Designziele zu definieren.

Ein weiterer wichtiger Arbeitsbereich sind Methoden der Systemidentifikation und des maschinellen Lernens (ML). Hier setzen wir sowohl klassische Techniken wie auch moderne Ansätze ein, um Abhängigkeiten, Muster und dynamisches Systemverhalten aus vorhandenen Daten zu lernen und die so trainierten Modelle zu Analyse- und Prädiktionszwecken oder Kontrolle und Regelung dynamischer Systeme heranzuziehen. Darüber hinaus setzen wir Methoden des maschinellen Lernens ein, um Fahrer- und Bedienermodelle aus entsprechenden Datenquellen abzuleiten. Hier kommen insbesondere auch Techniken des sogenannten „Reinforcement Learnings“ zum Einsatz, die wir neben der Anwendung auf Fahrer- und Bedienermodelle auch zur intelligenten Regelung von Verkehrsflüssen und zur Ableitung von Steuer- und Handlungsmodellen für biomechanische Systeme anwenden.

Angebote für die Wirtschaft:

Wir bieten Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Schulungen und Seminare an.

Ansprechpartner:

Dr. Michael Burger: michael.burger@itwm.fraunhofer.de
Abteilung Mathematik für die Fahrzeugentwicklung: www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/mf
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

c. Ergonomie / MM-Schnittstelle / UX

Arbeitsgruppe Human Computer Interaction im Fachbereich Informatik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Durch Einsatz eines konsequenten Human-Centered Design Prozesses in der Entwicklung können die späteren Nutzer schon frühzeitig integriert werden und somit teure Fehlentwicklungen vermieden werden. Aufgrund der Komplexität eines Fahrzeugs sind viele Fahrer mittlerweile bei der Bedienung überfordert und nutzen angebotene Features daher nicht oder falsch.

Durch Methoden der Human Computer Interaction kann diese Komplexität oft reduziert werden und somit eine erhöhte Effizienz und Effektivität in der Bedienung von Benutzerschnittstellen frühzeitig evaluiert und sichergestellt und gleichzeitig die Benutzerzufriedenheit signifikant gesteigert werden. Mittels einer intuitiven Kommunikation von Empfehlungen oder automatischen Entscheidungen („KI sichtbar machen“) können Prozesse für verschiedenste Nutzergruppen begreifbar gemacht werden und eine signifikante Erhöhung der Nutzerakzeptanz herbeigeführt werden.

Forschungsschwerpunkt:

Die Arbeitsgruppe Human Computer Interaction weist die folgenden Forschungsschwerpunkte auf:

- Skalierbare User Interfaces (2D/3D, von der Smart Watch bis zum 3D-CAVE)
- Interaktive Visualisierung komplexer Daten (Visual Analytics)
- Extended Reality (AR, VR, MR)
- Evaluierung (z. B. User Studies)

Angebote für die Wirtschaft:

Bei der Arbeitsgruppe Human Computer Interaction sind weitreichende Erfahrungen mit Industrieprojekten (z. B. Volkswagen, Q-DAS) vorhanden. Möglich sind zudem Transfer- und Forschungsprojekte, zum Beispiel zur Erforschung und Entwicklung von Interaktions- und Visualisierungsverfahren sowie intuitiven Benutzerschnittstellen (sowohl für die Fahrzeugentwicklung als auch die Fahrzeuge selbst) und zur Evaluierung existierender Benutzerschnittstellen.

Ansprechpartner:

apl. Prof. Dr. Achim Ebert: ebert@cs.uni-kl.de
Arbeitsgruppe Human Computer Interaction: https://vis.uni-kl.de
Fachbereich Informatik
Technische Universität Kaiserslautern
Paul-Ehrlich Straße 36
67663 Kaiserslautern

Bereich Mathematik für die Fahrzeugentwicklung im Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Adressierter Themenbereich:

Die verschiedenen Labore des Bereichs Mathematik für die Fahrzeugentwicklung des Fraunhofer ITWM sind exzellent für die Untersuchung der komplexen Fahrzeug-Umwelt-Mensch-Interaktion ausgelegt.

Forschungsschwerpunkt:

In zahlreichen Forschungsprojekten werden seit mehreren Jahren Fahrerstudien und Expertentests sehr erfolgreich durchgeführt. Die größte unserer Anlagen ist der Roboter-basierte Fahrsimulator RODOS® (Robot based driving and operation simulator). Das RODOS®-System erlaubt mit 1.000 kg Nutzlast die Verwendung von Serienkabinen und -chassis, sodass die Haptik der eines realen Fahrzeuges entspricht. Das interaktive Fahrszenario wird dem Fahrenden über eine nahtlose Projektion innerhalb eines sphärischen Projektionsdomes mit 10m Durchmesser präsentiert. Neben dem RODOS® verfügt das Fraunhofer ITWM auch über einen statischen Fahrsimulator (VI-Grade compact-DIM). Dieses System ist für die interaktive Simulation von PKW optimiert.

Ein weiteres Highlight zur Untersuchung der Mensch-Maschine Schnittstelle ist ein speziell ausgestattetes Virtual Reality Labor. Es wird einerseits für die Integration von Fußgängern in die interaktive Simulation eingesetzt. Andererseits können darin aber auch Szenarien mit kollaborativen Roboter-Arbeitsplätzen nachgestellt werden. Eine oder mehrere Personen können sich hier auf einer 10m*6m großen Fläche frei bewegen und mit der virtuellen Umgebung interagieren.

Das VR-Labor wird auch als Demonstrations- und Entwicklungsumgebung für innovative Bedienkonzepte der Software IPS genutzt. Das Modul IPS Cable Simulation ermöglicht die interaktive Simulation der Handhabung flexibler Bauteile, nicht nur als konventionelle Desktop-Anwendung, sondern auch in einer VR-Umgebung mittels Controllern und Datenhandschuhen. Auch die Simulation von Montagearbeiten durch menschliche Werker kann mit dem Menschmodell IPS IMMA in VR durchgeführt werden und ermöglicht dem Nutzer der IPS-Software erweiterte Erfahrungs- und Interaktionsmöglichkeiten, die sich insbesondere für die realitätsnahe Ergonomieanalyse von Montagetätigkeiten mit IPS IMMA nutzen lassen.

Die Simulationssoftware EMMA ist eine Erweiterung von IPS IMMA in Bezug auf Dynamik und biomechanische Funktionalität. Mittels mathematischer Optimalsteuerungsverfahren lassen sich dynamische Bewegungen ohne Nutzung von Motion-Capture-Daten erzeugen. Die Bewegungen des Manikins werden hierbei durch integrierte vereinfachte Muskelmodelle erzeugt, so dass man damit auch Kraftaufwände bei Arbeitstätigkeiten simulationsgestützt analysieren und ergonomisch bewerten kann.

Im aktuellen Forschungsprojekt EMMA4Drive wird die Software EMMA für die ergonomische Analyse dynamischer Fahrmanöver erweitert. Bewegungen des Manikins beim Lenken, Schalten, Bremsen etc. werden unter Berücksichtigung von Fahrzeugbeschleunigung und Fahrer-Sitz-Wechselwirkung berechnet. Das erweiterte Simulationsmodell wird dabei auch mit dem Fahrsimulator RODOS® validiert.

Angebote für die Wirtschaft:

In zahlreichen Industrieprojekten werden seit mehreren Jahren Fahrerstudien und Expertentests sehr erfolgreich durchgeführt. Die risikolose und hoch reproduzierbare Simulatorumgebung trägt entscheidend dazu bei, dass auch subtile Unterschiede zwischen den zu untersuchenden Systemen entdeckt und erfahrbar gemacht werden können. Größen Stellenwert nehmen die zur Simulation verwendeten Fahrzeug-

, Reifen- und Maschinenmodelle ein. Am RODOS stehen derzeit zwei Baggerkabinen, eine Traktorkabine sowie ein PKW-Chassis (VW Passat) zur Verfügung. Der Wechsel der Simulatorkabine kann binnen eines Tages erfolgen. Studien mit deutlich mehr als 100 Teilnehmenden sind möglich. Unsere Kunden am Simulator profitieren zudem vom Zugriff auf die branchenübergreifende Expertise des Fraunhofer ITWM in den Themengebieten (Fahr)Simulation, Psychologie, Experimentdesign und Versuchsdatenauswertung.

Lizenzen der verschiedenen Module der Software IPS können über die fleXstructures GmbH, einem Spin-Off des ITWM, erworben werden. Die Bedienung der Software in VR kann im VR-Labor getestet werden. Das Labor steht auch für entsprechende Machbarkeitsstudien, z. B. Ergonomieanalysen für konkrete Montagevorgänge oder die Untersuchung dynamischer Fahrsituationen zur Verfügung.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Michael Kleer: michael.kleer@itwm.fraunhofer.de
Dr.-Ing. Marius Obentheuer: marius.obentheuer@itwm.fraunhofer.de

Bereich Mathematik für die Fahrzeugentwicklung: www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/mf
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE

Adressierter Themenbereich:

Funktionalität und gute Usability eines Softwaresystems alleine reichen heute nicht mehr aus, um bei den Benutzenden Erfolg zu haben. Innovative Unternehmen entwerfen ihre Systeme so, dass nicht nur die Benutzenden effektiv und effizient unterstützt werden, sondern dass auch eine positive User Experience (UX) erzeugt wird. Heutzutage definiert sich der Erfolg eines Produkts hauptsächlich über die Erfahrung bei der Produktnutzung. Eine positive User Experience steigert die Qualität und Effizienz der Arbeit, führt zu einer stabilen, positiven und angenehmen Arbeitsatmosphäre und erhöht die Akzeptanz der zu verwendenden Anwendungen und die Bereitschaft, diese zu benutzen.

Forschungsschwerpunkt:

Als Institut mit dem Fokus auf Innovation-, Systems und Software Engineering beschäftigen sich die Forscher*innen des Fraunhofer IESE mit neuen UX-Methoden, die optimal in die Entwicklungsprozesse integriert sind und nicht parallel zur technischen Entwicklung laufen. Es geht darum, wie man in jedem Abschnitt des Produktlebenszyklus die User Experience verbessern kann. Dies können Benutzerschnittstellen von Mobiltelefonen, Tablets oder auch Bedienoberflächen in und an Fahrzeugen sein.

Angebote für die Wirtschaft:

Das Fraunhofer IESE unterstützt Unternehmen dabei neue innovative Produkte „auf der grünen Wiese“ zu entwickeln oder existierende Produkte zu modernisieren und neue innovative Features zu entwickeln bzw. ein neues Interaktionsdesign umzusetzen. Die Leistungen umfassen dabei im Einzelnen:

- Gestaltung und Durchführung von kundenindividuellen Kreativitäts- und Innovation-Workshops in speziell dafür ausgestatten Räumlichkeiten am Fraunhofer IESE, bei Unternehmen vor Ort oder verteilt virtuell
- Analyse des User Experience Potentials
- Usability & User Experience Evaluation (von Expert based bis Formal Usability Test)
- Feature Selection Support
- Interaction Design
- Visual Design
- Prototyping
- Standards & Guidelines Reviews
- Usability Process Introduction.

Ansprechpartner:

Dr. Marcus Trapp (Department Head Digital Innovation Design): Marcus.Trapp@iese.fraunhofer.de
Fraunhofer IESE: www.iese.fraunhofer.de
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

d. Sensorik und Leistungselektronik

Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Die Teams von Hrn. Prof. Liu und Hrn. Prof. Götz arbeiten im Bereich der Leistungselektronik eng zusammen und decken das gesamte Spektrum von der Schaltungstopologieentwicklung, neuen Regelungsverfahren, der Schaltungsentwicklung, der Implementierung bis zur Erprobung ab.

Forschungsschwerpunkt:

Hierbei können sie Inverter und Gleichspannungswandler bis zu 300 kW und bis zu 1500 V. Die Teams haben in der Vergangenheit bereits diverse leistungselektronische Systeme, auch mit Automotive-Anforderungen und komplizierten Bauräumen) im Niedervoltbereich (48 V) als auch Hochvoltbereich entwickelt.

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme bietet Unterstützung bei der Entwicklung neuer Schaltungstopologien, bei Konzeptaufbauten und Demonstratoren, beim Vergleich unterschiedlicher Konzepte, bei der Optimierung von Leistungsschaltungen (Schaltzellenoptimierung, Schaltverhalten, EMI-Optimierung) und bei Regelungsverfahren mit größerem Dynamik- und Stabilitätsbereich an.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Götz (Lehrstuhlleiter): goetz@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme: www.eit.uni-kl.de/meas
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 11
67663 Kaiserslautern

7. Querschnittsthemen

In unserer vernetzten Welt wird es zunehmend wichtiger, fachübergreifend zu denken und zu arbeiten. Es entwickeln sich immer mehr Fragestellungen, die nur interdisziplinär zu lösen sind. Insbesondere die Verbindung klassischer Ingenieursarbeiten mit IT-Themen wird immer wichtiger. Die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung machen ein gutes Zusammenspiel von Software und Hardware erforderlich. In Kaiserslautern sitzen Experten vieler Themenbereiche Tür an Tür und Kooperationen können leicht in die Tat umgesetzt werden, um diese Querschnittsthemen zu bearbeiten.

a. Infrastrukturen

Lehrstuhl für Regelungssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Zum „Betanken“ von insbesondere Wasserstofffahrzeugen kann eine autonome Roboteroperation für die Zukunft von großer Bedeutung sein. Hierzu gehören vor allem Technologien der mobilen Robotermanipulation und Mensch-Roboter-Kollaboration.

Forschungsschwerpunkt:

An diesen Themen wird in Kaiserslautern seit Jahren sowohl grundlagenorientiert als auch praktisch-experimentell intensiv gearbeitet. Auch für Industrie 4.0- Anwendungen finden diese Technologien weit reichende Einsatzmöglichkeiten.

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl für Regelungssysteme bietet in diesem Themenbereich gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit der Wirtschaft an.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Steven Liu: sliu@eit.uni-kl.de
Fachgebiet Regelungssysteme: www.eit.uni-kl.de/lrs
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 12
67663 Kaiserslautern

Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Der Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme arbeitet an DC- und AC-Fahrzeugladetechnik. Hierbei werden neuartige Schaltungstechniken (unidirektional mit minimalen Kosten einerseits vs. Elektronik mit der Möglichkeit, Zusatzfunktionalitäten zu integrieren vs. direkter Mittelspannungsanschluss für Höchstleistungsladen) ebenso bearbeitet wie zukünftige Batteriediagnose durch Ladesysteme sowie netzdienliche Funktionen von Ladesystemen. Mitglieder des Lehrstuhles haben Erfahrung in der Umsetzung von Ladeschaltungskonzepten in industrielle Produkte und der serienreifen Entwicklung diverser Ladesysteme nach IEC 61851, die sich inzwischen auf dem Markt befinden.

Forschungsschwerpunkt:

Der Lehrstuhl arbeitet derzeit an mehreren Bereichen zum Thema Ladesysteme. Einerseits werden Schaltungen (beispielsweise Solid-State-Transformatoren) betrachtet. Ferner arbeitet das Team an Diagnosefunktionen für die Batterie, die ein Ladesystem während des Ladens durchführen kann. Ein besonderer Schwerpunkt sind jedoch ferner Netzthemen. Dabei ist das Problem von schwachen Netzen und die Instabilität derzeitiger Ladesysteme ein zentrales Thema. Bereits einzelne leistungsgeregelte Ladesäulen können aufgrund der ungewöhnlich hohen Leistung und der aktuell steigenden Leistungselektronikdurchdringung auf der Niederspannungsebene (auch aufgrund von privaten Solarsystemen und diversen Netzteile) an vielen Netzanschlüssen zu Spannungsfluktuationen und Instabilität führen. Bei mehreren Ladesystemen am selben Netzsegment bilden sich bei vielen heutigen Ladesystemen Schwingungen heraus. Hierfür arbeitet der Lehrstuhl an Lösungen im Regelungssystem. Derartige Regelungslösungen wurden in der Vergangenheit bereits erfolgreich in ein Produkt transferiert. Über einfache Stabilitätsverbesserung hinaus entwickelt der Lehrstuhl ferner Lösungen zur Netzdienlichkeit von Ladesystemen, sodass Ladesysteme das Netz lokal ferner stützen (beispielsweise Trägheit bereitstellen) oder sogar formen können.

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme bietet Unterstützung bei der Entwicklung neuer Schaltungstopologien, bei Konzeptaufbauten und Demonstratoren, bei der Beratung zur IEC 61851, bei Batteriediagnosefunktionen im Ladesystem, bei Lösungen zur Stabilisierung des Netzanschlusses bei geringer Kurzschlussspannung im Netz, bei der Entwicklung netzdienlicher Funktionen einschließlich von Trägheitsbereitstellung sowie bei der Entwicklung von netzformenden Regelungsmethoden an.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Götz (Lehrstuhlleiter): goetz@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme: www.eit.uni-kl.de/meas
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 11
67663 Kaiserslautern

Lehrstuhl für Regelungssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Insbesondere für komplett oder größtenteils elektrifizierte Nutzfahrzeuge größerer Leistungen stellen sowohl Schnellladeneinrichtungen als auch kabelgebundene Energieübertragung wichtige Energieversorgungsmöglichkeiten dar. Hierfür werden elektrische Übertragungsleistungen benötigt, deren Bereitstellung oft die Kapazität von Niederspannungsnetzen übersteigt und regelmäßig eine geeignete Mittelspannungsversorgung mit zugehörigen Energieverteilungs- und Energiemanagementsystemen im und am Fahrzeug notwendig macht.

Forschungsschwerpunkt:

Das systematische Design, die geeignete Auslegung und die Integration solcher Systeme inklusive intelligenter Steuerung und Regelung erfordern sehr viel Erfahrungen und technisches Know-how. An der TU Kaiserslautern wird seit Jahren sowohl theoretisch und simulationsgestützt als auch praktisch an realen Prototypen solcher Systeme gearbeitet. Experimentelle Anlagen mit Leistungen von mehreren hundert Kilowatt stehen für verschiedene Untersuchungen zur Verfügung.

Angebote für die Wirtschaft:

Der Lehrstuhl für Regelungssysteme bietet in diesem Themenbereich gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit der Wirtschaft an.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Steven Liu: sliu@eit.uni-kl.de
Fachgebiet Regelungssysteme: www.eit.uni-kl.de/lrs
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 12
67663 Kaiserslautern

b. Qualifizierung

Lehrstuhl Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern

Angebote für die Wirtschaft:

Basierend auf der Industrieerfahrung des Lehrstuhlinhabers bietet das Team bereits seit einigen Jahren Weiterbildung im Bereich Elektromobilität, elektrische Antriebe, Batterietechnik und Leistungselektronik für Unternehmen an. Diese Seminare umfassten insbesondere Umschulungsseminare für Getriebe- oder Verbrennungsmotorentwickler, Sicherheitskonzepte bei der Entwicklung von Hochvoltsystemen und neue Antriebstechnologien und Trends.

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Götz (Lehrstuhlleiter): goetz@eit.uni-kl.de
Lehrstuhl für Mechatronik und Elektrische Antriebssysteme: www.eit.uni-kl.de/meas
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße 11
67663 Kaiserslautern

c. Transfer, Gründungen & Patentinformation

Referat Technologie und Innovation an der Technischen Universität Kaiserslautern

Adressierter Themenbereich:

Kooperationen mit der Wirtschaft und mit anderen Akteuren, Ideen schützen, ein Unternehmen gründen und sich selbstständig machen. Das sind Themen des Referats Technologie und Innovation (RTI), der zentralen Transfereinrichtung der TU Kaiserslautern. Als Schnittstelle zwischen Universität, Wirtschaft und Gesellschaft engagieren sich die Mitarbeitenden in zahlreichen Transfernetzwerken.

Schwerpunkt:

Im Bereich forschungsbasierter Transfer bietet das RTI Informationen zu Programmen, die anwendungsorientierte Forschung fördern. Mit Akteuren wie der Science and Innovation Alliance Kaiserslautern (SIAK) entwickelt es eine regionale Strategie, um den Wissenschaftsstandort zu stärken. In der „Offenen Digitalisierungsallianz für die Pfalz“ („Innovative Hochschule“) setzt das RTI Digitalisierungsprojekte in Innovationsbereichen um. Das Gründungsbüro TU & HS Kaiserslautern unterstützt und begleitet Gründungsinteressierte der Hochschulen auf dem Weg zur Realisierung Ihrer eigenen unternehmerischen Idee. Es erarbeitet in einem Erstgespräch individuell die passenden Schritte und vernetzt Gründer*innen innerhalb und außerhalb der Hochschulen. Um die Ideen oder Forschungsergebnisse in Startups zu verwerten, bietet das Gründungsbüro Qualifizierungs- und Begleitungsangebote und hilft Gründer*innen, Fördermittel oder Stipendien zu akquirieren.

Angebote für die Wirtschaft:

Die Kontaktstelle für Information und Technologie ist Ansprechpartnerin für den Zugang zu Forscher*innen an der TU Kaiserslautern oder anderen Forschungseinrichtungen. Anfragen aus Unternehmen werden zielgerichtet weitergeleitet – diese Dienstleistung ist wie viele andere des RTI kostenlos. Das Patent- und Informationszentrum (PIZ) bietet als Partner des Deutschen Patent- und Markenamtes umfangreiche Dienstleistungen - von Fragen zu gewerblichen Schutzrechten oder Patent- und Markenrecherchen bis zur Erfindererstberatung durch einen Patentanwalt. Ergänzend führt das PIZ Recherchen zu Fachgebiets- und Wirtschaftsinformationen durch.

Ansprechpartner:

Dr. Cornelia Blau (Leiterin des Referats): blau@rti.uni-kl.de
Klaus Dosch (Kontaktstelle für Information und Technologie): dosch@rti.uni-kl.de
Markus Bauer (Forschungsbasierter Transfer): bauer@rti.uni-kl.de
Nadine Wermke (Offene Digitalisierungsallianz für die Pfalz): wermke@rti.uni-kl.de
Jan-Ulrich Glup (Patent- und Informationszentrum Rheinland-Pfalz): glup@rti.uni-kl.de
Dr. Bernhard Schu (Gründungsbüro TU & HS Kaiserslautern): schu@gruendungsbuero.info
Referat Technologie und Innovation: https://www.rti.uni-kl.de/
Technische Universität Kaiserslautern
Paul-Ehrlich-Straße (Gebäude 32 und 86)
67663 Kaiserslautern

Impressum

Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben kann dennoch nicht übernommen werden.

Sämtliche Inhalte, Texte und Bilder sind urheberrechtlich geschützt. Jede entgeltliche Weitergabe der Broschüre an Dritte ist untersagt.

Herausgeber:

Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V.
Amtsgericht Kaiserslautern, VR 30076
Luxemburger Str. 3
D-67657 Kaiserslautern
E-Mail: info@siak-kl.com
Tel.: +49(0)631-56001750
Fax: +49(0)631-56001759
Web: www.siak-kl.com
Vorsitzender des Vorstands: Prof. Dr. Dr. h.c. Dieter Rombach
Geschäftsführer: Dr. Valentin Petzsche

Redaktioneller Kontakt:

Dr. Valentin Petzsche
Luxemburger Str. 3
D-67657 Kaiserslautern
Tel.: +49(0)631-56001753
E-Mail: valentin.petzsche@siak-kl.com

Gefördert durch:

RheinlandPfalz

MINISTERIUM FÜR
WISSENSCHAFT
UND GESUNDHEIT