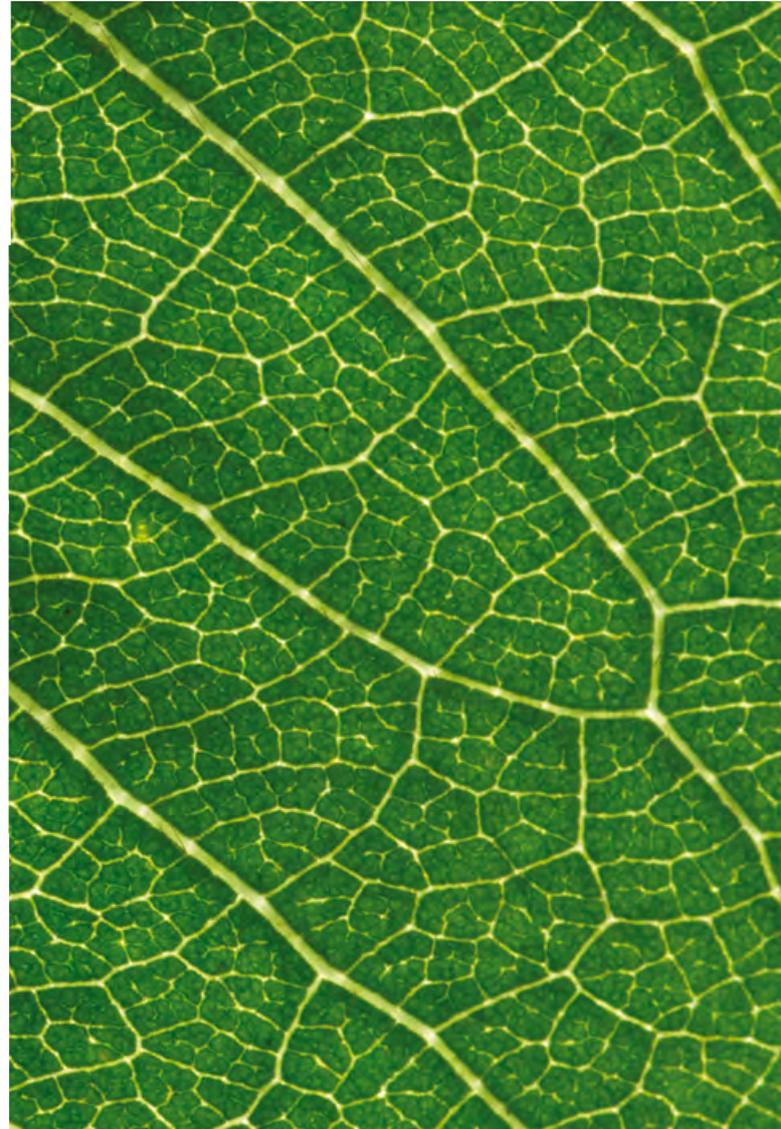


Jahresbericht 2018

ECSM | European Center for Sustainable Mobility



Vorwort	4
---------	---

Profil	6
Tätigkeitsfelder des European Center for Sustainable Mobility	6
Aufbau des Instituts	6
Vorstellung des neuen ECSM-Forschungsschwerpunktes „Fahrzeuge und Infrastruktur des Schienenverkehrs“	7
Bericht zur 2. ECSM-Fachtagung	9

Kooperationen	12
Auf Projektebene mit externen Partnern	12
Auf Projektebene mit FH Aachen-Instituten	13
Auf Netzwerkebene	14

Projekte	15
Integrierte Mobilitätsplanung	17
Klima, Energie und Mobilität	20
Digitalisierung der Mobilität	24
Fahrzeuge und Infrastruktur des Straßenverkehrs	26
Fahrzeuge und Infrastruktur des Schienenverkehrs	34

Ausstattungen und Labore	35
Fahrzeugelektronik und EMV	35
Automobiltechniklabor (ATLab)	35
Dieselmotorenprüfstand für die Abgasnachbehandlung am Solar-Institut Jülich	36
mobile media & communication lab. FH Aachen (m ² c lab)	37
Labor der Stadt- und Verkehrsplanung	37
Labor für Verbrennungsmotoren und Verbrennungstechnik (LTV)	38
Labor im Bereich Bahnsystemtechnik	38
Labor im Bereich Schienenfahrzeugantriebe	39
Labor im Bereich Schienenfahrzeugtechnik	39

Veranstaltungen und Vorträge	40
------------------------------	----



Vorwort des Rektors

Die Luft- und Lebensqualität in Städten ist aktuell ein zentrales Kernthema, das Anlass zum Umdenken gibt und eine stetige Weiterentwicklung im Bereich der Mobilität erfordert. Die Dynamik, insbesondere in den politischen Diskussionen, nimmt mehr und mehr Fahrt auf. Im Kontext der Luftreinhaltung wurde in diesem Jahr weiterhin über Fahrverbote für Dieselfahrzeuge diskutiert und im Rahmen des Sofortprogramms „Saubere Luft 2017-2020“ erstellten viele Städten bundesweit sogenannte „Green City Pläne“. Es erfolgte zudem eine kritische Hinterfragung der tatsächlichen Auswirkungen von NO_x- und Feinstaubbelastung. Die Politik stellte eine massive Förderung des Ausbaus der Ladeinfrastruktur in Aussicht und auch Themen wie der Radverkehr bzw. der Ausbau von Radschnellwegen und die Modernisierung und Optimierung lokaler ÖPNV-Systeme standen 2018 weit oben auf der Agenda bundesweiter Förderprogramme. Das ausgesprochene Ziel ist eine bezahlbare, nachhaltige und klimafreundliche Mobilität.

Auch wenn im Jahr 2018 die verkehrsnahen Stickstoffdioxid (NO₂)-Konzentrationen in vielen Städten gesunken sind, liegen diese vielerorts weiterhin über dem Grenzwert von 40 µg/m³. Vorläufige Schätzungen des Umweltbundesamtes gehen davon aus, dass im Jahr 2018 an 39% der rund 500 Messstationen deutschlandweit Grenzwertüberschreitungen vorlagen. Dies entspräche zwar immerhin einer Reduktion zum Vorjahr um 7 Prozentpunkte, allerdings weisen weiterhin einige Städte und Kommunen in unserer Region starke Grenzwertüberschreitungen auf; betroffen sind u.a. die Einwohnerinnen und Einwohner von Aachen, Köln, Düren, Düsseldorf, Mönchengladbach und Eschweiler. Dies macht deutlich, dass der Forschungsbedarf im Bereich Mobilität noch immer hoch und somit die Arbeit für unsere Forscherinnen und Forscher längst nicht abgeschlossen ist. Der Blick auf die zahlreichen und vielfältigen Forschungsprojekte, an denen das European Center for Sustainable Mobility (ECSM) im Jahr 2018 tätig war, bestätigt diesen Eindruck. Durch seinen interdisziplinären Aufbau bündelt das ECSM die vielfältigen Kompetenzen der FH Aachen im Themenfeld der nachhaltigen Mobilität und ist somit für dieses aktuell breite Spektrum an Forschungsfragen bestens aufgestellt. Das Team des ECSM-Instituts bearbeitete im Jahr 2018 Projektinhalte aus diversen Bereichen wie u.a. der Verkehrskonzeptionierung (Entwicklung eines elektrmobilen Car- und Bikesharing-Systems), der Energieversorgung (Entwicklung einer Kletterroboteranlage für die Instandhaltung von Türmen von Windenergieanlagen), dem Güter- und Wirtschaftsverkehr (der Güterwagen als aktives, kommunikatives Betriebsmittel), der Schadstoffuntersuchung bzw. Umweltbilanzierung (volks- und betriebswirtschaftliche Berechnungen bei der Integration von Elektrofahrzeugen) sowie der Fahrzeugkonzeptionierung und Antriebstechnologie (technischen Weiterentwicklung der Fahrzeuge unter Berücksichtigung nachhaltiger Kraftstoffe).

Im Jahr 2018 war die „Nachhaltige Mobilität“ einer der hervorragenden Forschungsschwerpunkte an der FH Aachen. Der vorliegende Jahresbericht verdeutlicht dies mit der Darstellung von Projekten, Kooperationen und Laboren des ECSM-Instituts.

Ich wünsche Ihnen, liebe Leserin, lieber Leser, eine anregende Lektüre.

Prof. Dr. rer. nat. Marcus Baumann
Rektor der FH Aachen

Vorwort des Geschäftsführenden Direktors

Aufgrund der vielfältigen aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen kommt der Forschung und Entwicklung im Bereich Mobilität eine besondere Bedeutung zu. Das ECSM-Team hat sich auch im Jahr 2018 wieder mit vielen interessanten Fragestellungen aus dem Themenfeld „Nachhaltige Mobilität“ befasst. Daher rücken zunehmend interdisziplinäre Fragestellungen in den Vordergrund. Bei Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern in Politik und Wirtschaft, aber auch bei Privatpersonen ist derzeit eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich der erwartbaren Entwicklungen spürbar: Wie entwickeln sich die „neuen“ Antriebstechnologien? Wie verändert das Autonome/Automatisierte Fahren den Mobilitätssektor? Dies sind nur einige Fragen, die derzeit bei den Forscherinnen und Forschern des ECSM-Instituts gestellt werden.



Aus der Machbarkeitsstudie zur Implementierung eines neuartigen flexiblen Sharing-Systems in der deutsch-niederländischen Grenzregion wurde ein groß angelegtes F+E-Projekt mit Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung. Darüber hinaus befassten sich die Forscherinnen und Forscher u.a. mit der Weiterentwicklung eines Testfeldes für Autonomes Fahren in Kooperation mit der RWTH Aachen (CERMCity) und der Integration von Elektrobussen in bestehende öffentliche Nahverkehrssysteme (CO-START). Das hochinnovative und vom BMWi im Rahmen ihres 6. Energieforschungsprogramms geförderte Projekt „SMART“ durchlief die zweiten Phase und wurde flankiert vom sogenannten „SpiderRobot“, einem Projekt zur Entwicklung eines Roboters für die Instandhaltung von Windenergieanlagen-Türmen. Im Jahr 2018 wurde insgesamt an 12 Projekten gearbeitet.

Das Jahr 2018 brachte auch Veränderung innerhalb des ECSM mit sich. In diesem Jahr konnte das Institut um eine Forschungsgruppe erweitert werden, die vornehmlich im Bereich Schienenverkehr arbeitet. Aktuelle Themen sind der Schienengüterverkehr sowie die Digitalisierung im Eisenbahnsektor; hervorzuheben ist in dem Zusammenhang das Forschungsvorhaben Güterwagen 4.0 (weitere Informationen in Kapitel „Vorstellung des neuen ECSM-Forschungsschwerpunktes ‚Fahrzeuge und Infrastruktur des Schienenverkehrs‘“, Seite 7 und „Fahrzeuge und Infrastruktur des Schienenverkehrs“, Seite 34).

Was im Jahr 2017 gestartet war, konnte in diesem Jahr erfolgreich wiederholt werden. Im November 2018 fand die zweite ECSM-Fachtagung statt, auf der gemeinsam unter dem Motto „Fit für die Mobilität der Zukunft – 1 Jahr nach dem Dieselgipfel“ diskutiert wurde. Die Veranstaltung wurde wieder in Kooperation mit der Stadt Aachen durchgeführt. Die Herangehensweise und Effekte der neuen „Masterpläne Mobilität“ wurden ebenso wie aktuelle F+E-Vorhaben mit den rund 85 Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutiert.

Der Jahresbericht 2018 gibt Ihnen eine Übersicht der verschiedenen Aktivitäten sowie ausgewählter Ergebnisse aus aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Weiterhin werden auch die neuen Labore vorgestellt, um einen besseren Eindruck über das erweiterte Leistungsspektrum des Instituts zu erhalten.

Ich wünsche Ihnen eine interessante und spannende Lektüre und freue mich auf einen Austausch mit Ihnen!

Prof. Dr.-Ing. Christoph Hebel
Geschäftsführender Direktor

Tätigkeitsfelder des European Center for Sustainable Mobility

Das European Center for Sustainable Mobility führt Forscherinnen und Forscher der FH Aachen aus diversen Kompetenzbereichen wie Energieversorgung, Elektromobilität, Stadt- und Verkehrsplanung, Fahrzeuge und Antriebe sowie Informationstechnik zusammen, um ganzheitlich Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen im Bereich der nachhaltigen Mobilität zu erbringen. Sowohl Wirtschaftsunternehmen als auch öffentliche Auftraggeber treffen in diesem Themengebiet Entscheidungen für die Zukunft, die eine fachliche und wissenschaftliche Begleitung resultierend aus fundierter Expertise aus unterschiedlichsten Disziplinen erfordern.

Mit Gründung dieses Instituts, das sich durch die Interdisziplinarität auszeichnet, trug die FH Aachen zur Deckung aktueller Forschungsbedarfe bei.

Zur Bearbeitung von FuEul-Projekten stehen dem ECSM hervorragend ausgestattete Labore und Einrichtungen zur Verfügung (siehe Kapitel 4 dieses Berichts).

Tätigkeitsfeld: Forschung

- > Die Durchführung von interdisziplinären sowie nationalen und internationalen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Themenfeld nachhaltige Mobilität
- > Die Initiierung und Durchführung von kooperativen Promotionen mit Universitäten im Themenbereich nachhaltige Mobilität
- > Marktrecherchen zu mobilitätsrelevanten Fragestellungen

Tätigkeitsfeld: Beratung

- > Beratung bei der ganzheitlichen und individuellen Gestaltung von Mobilitätssystemen
- > Beratung von öffentlichen Verwaltungen und Auftraggebern aus Industrie und Wissenschaft
- > Das ECSM fungiert als Schnittstelle und Initiator für Kooperationen mit Partnern, die sich mit dem Thema der nachhaltigen Mobilität auseinandersetzen

- > Die Mitglieder des Instituts verfügen über besondere Beratungskompetenzen im Themenfeld Elektromobilität

Tätigkeitsfeld: Projektentwicklung

- > Die strategische Planung und Entwicklung von Mobilitätskonzepten für öffentliche und private Auftraggeber
- > Aufbau von „living-labs“ (z.B. Feldtests zu den Themen Carsharing und Akzeptanz von Elektromobilität), also von „Forschung zum Anfassen, um die Öffentlichkeit zu beteiligen“
- > Zusammenführung von Wissenschaft und Industrie bei der Entwicklung von innovativen Mobilitätskonzepten

Aufbau des Instituts

Das Institut besteht aus den folgenden Organen:

1. Beirat | Zur Sicherung der wissenschaftlichen Qualität und wirtschaftlichen Relevanz der Ergebnisse des ECSM-Instituts wurde ein Beirat gebildet. Dieser besteht für eine Amtszeit von jeweils vier Jahren aus renommierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie hochrangigen Industrievertreterinnen und -vertretern. Die Mitglieder des Beirats wählen aus ihren Reihen einen Vorsitzenden und einen Stellvertreter. Der Beirat tagt mindestens einmal jährlich.

2. Vorstand | Das Institut wird von einem Vorstand, bestehend aus vier Vorstandsmitgliedern (drei Gründungsprofessoren sowie einem wissenschaftlichen Mitarbeiter) geleitet. Die Vorstandsmitglieder werden für eine Amtszeit von jeweils vier Jahren vom Rektorat der FH Aachen berufen.

3. Geschäftsführender Direktor | Die Mitglieder des Vorstands wählten aus ihren Reihen für vier Jahre den Direktor. Er vertritt das Institut nach innen und nach außen und führt dessen Geschäfte in eigener Zuständigkeit.

4. Mitgliederversammlung | Die Mitgliederversammlung hat den Vorstand vorbehaltlich seiner Berufung durch das Rektorat aus dem Kreis der Mitglieder, die Professoren an der FH Aachen sind, gewählt. Die Versammlungen finden jeweils im 2. Quartal des



Geschäftsjahres statt oder werden bei relevanten Themen außerordentlich einberufen.

5. Mitarbeiterversammlung | Die Mitarbeiterversammlung besteht aus den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die die jeweilige Projektleiterin oder den jeweiligen Projektleiter bei der Umsetzung einzelner Projekte unterstützen. Aus der ersten Sitzung ging der Vertreter für den Institutsvorstand hervor.

Mitglieder des Institutsbeirats

Der Beirat des Instituts setzt sich aus renommierten Wissenschaftlern und hochrangigen Industrievertretern zusammen:

Prof. Dr. rer. nat. Christiane Vaeßen

Geschäftsführerin Region Aachen – Zweckverband

Prof. Dr.-Ing. Jakob Andert

Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen der RWTH Aachen University, Fachgebiet „Mechatronische Systeme am Verbrennungsmotor“

Prof. Dr.-Ing. Ralph Pütz

Lehrstuhlinhaber für Nutzfahrzeugtechnik und Verbrennungskraftmaschinen Hochschule Landshut, Hochschule für angewandte Wissenschaften, Geschäftsführer des An-Instituts für angewandte Nutzfahrzeugforschung und Abgasanalytik (BELICON GmbH)

Dipl.-Volkswirt Dieter Rehfeld

Vorsitzender der Geschäftsführung regio IT GmbH

Dipl.-Ing. Lars Ullrich

Robert Bosch LLC, Farmington Hills | Vice President Global Product Management and Marketing, Automotive Service Solutions

B.Ec. Harm Weken

Geschäftsführender Gesellschafter FIER Automotive, Helmond (NL)

Das ECSM versteht sich als interdisziplinäre Kompetenzplattform, die weiteren Kolleginnen und Kollegen der FH Aachen offensteht.

<p>Beirat Prof. Dr. rer. nat. Christiane Vaeßen Prof. Dr.-Ing. Jakob Andert Prof. Dr.-Ing. R. Pütz, Dipl.-Vw. D. Rehfeld Dipl.-Ing. L. Ullrich B.Ec. H. Weken</p>	<p>Vorstand Prof. Dr.-Ing. C. Hebel (Geschäftsführender Direktor) Prof. Dr.-Ing. T. Ritz (stellv. Geschäftsführender Direktor) Prof. Dr.-Ing. T. Esch T. Merkens M.Eng.</p>	<p>Rektorat FH Aachen University of Applied Sciences</p>
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Projektleiterinnen und Projektleiter Prof. Dr.-Ing. P. Dahmann, Prof. Dr.-Ing. M. Enning, Prof. Dr.-Ing. I. Elsen, Prof. Dr.-Ing. G. Feyerl, Prof. Dr.-Ing. F. Hartung Prof. Dr.-Ing. U. Herrmann, Prof. Dr.-Ing. M. Hillgärtner, Prof. Dr.-Ing. F. Janser, Prof. Dipl.-Ing. H. Kemper, Prof. Dr. rer. nat. K. Melcher, Prof. Dr. R. Pfaff, Prof. Dr.-Ing. T. Röth, Prof. Dr.-Ing. B. Schmidt, Prof. Dr.-Ing. G. Schmitz, Prof. Dr. rer. nat. M. Schuba</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Dipl.-Ing. A. Anthrakidis M.Eng. Dipl.-Ing. M. Bagheri Dipl.-Ing. B. Billion Dipl.-Ing. K. Brittner Dipl.-Ing. D. Busse Dipl.-Ing. M. Damm Dr.-Ing. J. Du T. Franzke M.Eng. Dipl.-Betriebsw. B. Fuchs M. Görög B.Eng., T. Grodzki B.Eng. Dipl.-Päd. C. Hornig-Flöck, W. Janzen B.Eng. Dipl.-Ing. J. Jung M. Kramer M.Eng. M. Kleinen M.Eng. Dipl.-Ing. J. Kreyer M.Sc., J. Mirsch M.Sc. S. Schulze M.Sc. S. Scholtes B.Eng. Dipl.-Ing. J. Theis M.Eng. D. Wilbring B.Eng. Z. Wu M.Sc. S. Ziegler B.Sc.</p> </td> </tr> </table>	
<p>Projektleiterinnen und Projektleiter Prof. Dr.-Ing. P. Dahmann, Prof. Dr.-Ing. M. Enning, Prof. Dr.-Ing. I. Elsen, Prof. Dr.-Ing. G. Feyerl, Prof. Dr.-Ing. F. Hartung Prof. Dr.-Ing. U. Herrmann, Prof. Dr.-Ing. M. Hillgärtner, Prof. Dr.-Ing. F. Janser, Prof. Dipl.-Ing. H. Kemper, Prof. Dr. rer. nat. K. Melcher, Prof. Dr. R. Pfaff, Prof. Dr.-Ing. T. Röth, Prof. Dr.-Ing. B. Schmidt, Prof. Dr.-Ing. G. Schmitz, Prof. Dr. rer. nat. M. Schuba</p>	<p>Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Dipl.-Ing. A. Anthrakidis M.Eng. Dipl.-Ing. M. Bagheri Dipl.-Ing. B. Billion Dipl.-Ing. K. Brittner Dipl.-Ing. D. Busse Dipl.-Ing. M. Damm Dr.-Ing. J. Du T. Franzke M.Eng. Dipl.-Betriebsw. B. Fuchs M. Görög B.Eng., T. Grodzki B.Eng. Dipl.-Päd. C. Hornig-Flöck, W. Janzen B.Eng. Dipl.-Ing. J. Jung M. Kramer M.Eng. M. Kleinen M.Eng. Dipl.-Ing. J. Kreyer M.Sc., J. Mirsch M.Sc. S. Schulze M.Sc. S. Scholtes B.Eng. Dipl.-Ing. J. Theis M.Eng. D. Wilbring B.Eng. Z. Wu M.Sc. S. Ziegler B.Sc.</p>	

Organigramm des ECSM-Instituts

Vorstellung des neuen ECSM-Forschungsschwerpunktes „Fahrzeuge und Infrastruktur des Schienenverkehrs“

Über die Forschungsgruppe

In Verbindung mit der Einrichtung des Bachelorstudiengangs wurden die Lehr- und Forschungsgebiete „Schienenfahrzeugtechnik“, „Schienenfahrzeugantriebe“ und „Bahnsystemtechnik“ am Fachbereich Maschinenbau und Mechatronik begründet und besetzt. Diese Struktur ermöglicht eine umfassende Forschung und Entwicklung im System Bahn, da ausgehend von betrieblichen Anforderungen die Anpassungen an Fahrzeug und Antrieb vorgenommen werden können.

Zusammen mit Kolleginnen und Kollegen wurde die Arbeit an den großen Herausforderungen im Schienenverkehr, vornehmlich aus den Bereichen Digitalisierung, Infrastruktur und Fahrzeuge, aufgenommen.

Neu in das Institut aufgenommene Personen sind:

Prof. Dr.-Ing. Ingo Elsen

Lehr- und Forschungsgebiet Big Data

Prof. Dr.-Ing. Manfred Enning

Lehr- und Forschungsgebiet Bahnsystemtechnik

Prof. Dr.-Ing. Haldor Jochim

Lehr- und Forschungsgebiet Verkehrswesen

Prof. Dr. Karin Melcher

Lehr- und Forschungsgebiet Mathematik

Prof. Dr. Raphael Pfaff

Lehr- und Forschungsgebiet Schienenfahrzeugtechnik

Prof. Dr.-Ing. Bernd Schmidt

Lehr- und Forschungsgebiet Bahnantriebe

Im Bereich Schienengüterverkehr ist unter dem Namen „Güterwagen 4.0“ ein Konzept erstellt worden, das die Möglichkeiten der Einbindung des Schienengüterverkehrs in moderne Supply-Chain-Strukturen (Logistik 4.0) verbessert. Durch den Ansatz der hierarchielosen Vernetzung von Güterwagen im Sinne des „Internet der Dinge“ und der starken Fokussierung auf Effizienzsteigerung insbesondere der sehr personalintensiven Nebenprozesse hat die FH Aachen durch das ECSM-Institut eine Vorreiterstellung eingenommen. In einem ersten geförderten Projekt wird derzeit an Demonstratoren gearbeitet. Das Projekt wird ausführlich in Kapitel „Güterwagen 4.0 | Innovative Güterverkehrslösungen“ vorgestellt.

Weitere Arbeiten aus diesem Bereich beschäftigen sich mit der Nutzung von maschinellem Lernen für die Zustandsüberwachung von Bahnfahrzeugen oder mit der Prognose optimaler Bremskurven. Darüber hinaus findet Forschung zu den Themen „Additive Fertigung“ und „Rad-Schiene-Kontakt unter Einbringung von reibwertverbessernden Mitteln“ statt.

Innotrans

Die Forschergruppe ist bereits seit 2012 auf der zweijährlich in Berlin stattfindenden Leitmesse der Branche, der „Innotrans“, vertreten. Möglich ist dies durch eine dauerhafte Kooperation mit dem Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), die belegt, dass die von der FH Aachen durch das ECSM vorgestellten Konzepte für die Mitgliedsunternehmen des VDV eine hohe Relevanz aufweisen.

Gremientätigkeit

Es besteht eine gute Verbindung zu nationalen und internationalen Forschungsstätten sowie in die Industrie. Die Mitglieder der Forschungsgruppe arbeiten an aktuellen Richtlinien mit, darunter die VDI 5905 „Schnittstellen aktiver, kooperierender Güterwagen“ und sind Teil einer internationalen Arbeitsgruppe zur Erarbeitung einer Norm zum Bremsverhalten autonomer Schienenfahrzeuge.

Bericht zur 2. ECISM-Fachtagung

**30. November 2018 |
FH Aachen | Bayernallee 11 | 52066 Aachen**

Im Rahmen der 2. Fachtagung wurde gemeinsam mit Vertreterinnen und Vertretern aus Politik, Verwaltung und öffentlichen Aufgabenträgern sowie von Wirtschaft und Wissenschaft auf das vergangene Jahr geblickt, um eine Zwischenbilanz nach dem Dieselgipfel zu ziehen und zu diskutieren, welche Herausforderungen und Chancen daraus für die Zukunft resultieren. Darüber hinaus präsentierte das Team des ECISM-Instituts aktuelle Ergebnisse und Erkenntnisse aus den laufenden Forschungsvorhaben. Gemeinsam wurde unter dem Motto „**Fit für die Mobilität der Zukunft – 1 Jahr nach dem Dieselgipfel**“ bilanziert, analysiert und diskutiert, wie die Mobilität der Zukunft ausgestaltet werden kann.

Als Grundlage für die zukünftige Förderung nachhaltiger Mobilität in Städten und Gemeinden, war auch die Stadt Aachen (als eine Kommune mit Stickstoffdioxid-Grenzwertüberschreitungen) aufgefordert, einen sogenannten „Green City Plan“ zu erstellen. Der Co-Gastgeber der Veranstaltung präsentierte, wie auch der Gast aus der Stadtverwaltung Heidelberg, wie zukünftige, kommunale Planung im Bereich Mobilität entwickelt wird.

ab 10 Uhr | **Empfang**

10.30–10.45 | **Begrüßung**

Prof. Dr.-Ing. Christoph Hebel, Geschäftsführender Direktor ECISM | Axel Costard, Referent des Oberbürgermeisters der Stadt Aachen

10.45-12.30 | **Session 1 - Masterplan Green City**

Einführung

Prof. Dr.-Ing. Christoph Hebel

Masterplan Green City für die Städte Mannheim, Heidelberg und Ludwigshafen

Helen Dorn, Stadt Heidelberg

Masterplan Green City der Stadt Aachen

Axel Costard, Stadt Aachen

Diskussionsrunde

12.30-13.30 | **Mittagspause**

13.30-15.00 | **Session 2 - Forschung und Entwicklung**

Integration von Elektrobussen in bestehende öffentliche Nahverkehrssysteme

Daniel Busse, Torsten Merkens, FH Aachen

Entwicklung, Implementierung und Etablierung eines grenzüberschreitenden, elektromobilen und flexibilisierten Sharing-Systems

Prof. Dr.-Ing. Thilo Röth, FH Aachen

Präsentation von SVEN – das perfekte Fahrzeug für urbane geteilte Mobilität

Michael Pielen, Markus Volm, share2drive GmbH

ab 15.00 | **Verabschiedung**

Das Programm



Begrüßung durch Herrn Axel Costard (Stadt Aachen) und Prof. Dr.-Ing. Christoph Hebel (ECISM)



Green City Pläne, Beispiele aus Heidelberg und Aachen



Nach einer anschließenden Diskussionsrunde gab das ECSM-Team den etwa 85 Teilnehmerinnen und Teilnehmern im zweiten Teil der Veranstaltung Einblicke in die aktuellen Forschungsarbeiten. Darüber hinaus wurde der „Ducktrain“, ein autonomes und vernetztes Logistikkonzept, das an der RWTH Aachen entwickelt wird, vorgestellt.

Einen gelungenen Abschluss der 2. ECSM-Fachtagung bildete das Kennenlernen von SVEN, dem „perfekten Fahrzeug für urbane geteilte Mobilität“, das derzeit von der Firma share2drive GmbH entwickelt wird. Prof. Dr.-Ing. Christoph Hebel, Geschäftsführender Direktor des European Center for Sustainable Mobility, und Axel Costard, Referent des Oberbürgermeisters der Stadt Aachen für Emissionsfreie Mobilität, eröffneten die 2. ECSM-Fachtagung mit einem Impuls zu den wichtigsten Schlagzeilen und zentralen Fragestellungen, die 1 Jahr nach dem Dieselgipfel bundesweit, aber auch regional, diskutiert und erarbeitet werden.

Den Anfang der ersten Vortragsreihe machten Helen Dorn (Stadt Heidelberg) und Axel Costard, indem sie

die Green City Masterpläne, die im Rahmen des „Sofortprogramms Saubere Luft 2017-2020“ gefördert werden, vorstellten. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) setzte für die Erstellung dieser Masterpläne inhaltliche Schwerpunkte auf Digitalisierung des Verkehrs, Vernetzung im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), Elektrifizierung des Verkehrs, Radverkehr und Urbane Logistik. Frau Dorn und Herr Costard gingen in ihren Ausführungen auf die aktuelle Situation in den Kommunen sowie auf konkrete Maßnahmen zur Erreichung der Zielvorstellungen ein. Im Städtedreieck Ludwigshafen, Mannheim, Heidelberg wurden insgesamt 21 sogenannte Maßnahmenbündel, 113 Teil-Maßnahmen und 15 Einzelmaßnahmen den o.g. Schwerpunkten des BMVI zugeordnet. Auch für die Stadt Aachen entstanden für jeden dieser Schwerpunkte mögliche Maßnahmen(-bündel) unter Abschätzung der NOx-Reduktionspotenziale sowie der Kosten. In der anschließenden Diskussionsrunde wurde lebhaft über die Fragen debattiert, ob Masterpläne reine „Fördermittelbeschaffer“ sind? Oder ob sich die erste

Vorstellung der ECSM-Forschungsprojekte „Integration von Elektrobussen in bestehende öffentliche Nahverkehrssysteme“ durch Dipl.-Ing. Daniel Busse & Torsten Merken M.Eng.; „Entwicklung, Implementierung und Etablierung eines grenzüberschreitenden, elektromobilen und flexibilisierten Sharing-Systems“ durch Prof. Dr.-Ing. Thilo Röth (v.l.n.r.)





Präsentation von „SVEN“, dem „perfekten Fahrzeug für urbane geteilte Mobilität“

Hysterie gelegt hat – und ein Aussitzen bis zur vollständigen Flottenerneuerung zielführender ist? Es scheint als sei eine „Ratlosigkeit an der Basis“ - Wie gehen wir damit um? Und wie sehen die möglichen nächsten Schritte 1 Jahr nach dem Dieselgipfel aus? In der zweiten Vortragsreihe wurden Forschungs- und Maßnahmenansätze, die im Jahr 2018 durch die Forscherinnen und Forscher im Institut erarbeitet wurden, dargestellt. „COSTART“ und „SHAREuregio“ sind die Projektakronyme zweier ECSM-Projekte, die sich mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen auseinandersetzen, im Kern jedoch beide die Elektromobilität adressieren und ihren Beitrag dazu leisten wollen, Elektromobilität schneller auf die Straße zu bringen. Eine ausführliche Darstellung der beiden Projekte befindet sich in diesem Jahresbericht unter Kapitel SHAREuregio und Kapitel COSTART.



Das Institut geht im Rahmen seiner Tätigkeiten Kooperationen auf Projektebene sowie auf Netzwerkebene ein. Dabei wird mit Partnern aus Industrie, Forschung und Lehre auch über die Landesgrenzen hinweg zusammengearbeitet. Diese Kooperationsformen und wichtige strategische Partnerschaften des ECSM-Instituts, die sowohl mit externen Partnern als auch FH-Intern mit In-Instituten bestehen, werden im Folgenden beschrieben.

Auf Projektebene mit externen Partnern

Die FH Aachen führt Projekte mit einer Vielzahl an regionalen und auch überregionalen Partnern durch und erzielt darüber hinaus auch immer wieder Kooperationen mit strategischen Partnern, die ein langfristiges und engeres Zusammenarbeiten insbesondere in der Region erleichtern und nachhaltig verbessern. In diesem Zusammenhang liefert das ECSM einen maßgeblichen Beitrag, indem die Gelegenheit genutzt werden konnte, durch Kooperationen wie z.B. mit dem Ford Forschungszentrum zusätzliche Forschungsgelder zu gewinnen, um in enger Zusammenarbeit die Mobilität von morgen mitzugestalten.

Im Rahmen des „University Research Programms“ (URP), initiiert von der **Ford Forschungszentrum GmbH**, arbeitete die FH Aachen (u.a. Projektleiter aus dem ECSM) erfolgreich mit Ford zusammen. Der neue Kooperationsvertrag, geschlossen im Jahr 2015, hat diese Kooperation weiter vertieft bzw. nachhaltig ausgebaut und bietet seither die Möglichkeit, Lehre und Forschung im Automotive-Bereich noch enger mit der Praxis zu verknüpfen. Inhaltlich stellt zunächst das FH-Institut ECSM die notwendigen Kompetenzen zur Verfügung. Für Ford stellt die FH Aachen fortan einen wichtigen regionalen Partner in Forschung, Entwicklung und Ingenieurwachstum dar.

Lehre und Forschung an der FH Aachen profitieren vom intensiven Austausch mit internationalen Partnern. Eine besondere Form des Auslandsstudiums stellen die Double-Degree-Programme dar, in denen neben dem FH-Abschluss auch ein Abschluss der

ausländischen Partnerhochschule erlangt werden kann. Im Juli 2014 unterzeichnete der Rektor der FH Prof. Dr. rer. nat. Marcus Baumann und die Acting Vice-Chancellor and President des **Royal Melbourne Institut of Technology** (RMIT Melbourne) Professor Gill Palmer in Melbourne das Double-Degree-Programm „International Automotive Engineering“ zwischen dem Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik und der School of Aerospace, Mechanical and Manufacturing Engineering. Die Bilanz im Jahr 2017 beinhaltet zwei abgeschlossene Promotionen und vier RMIT-Studierende mit erfolgreichem FH-Masterabschluss sowie drei FH-Studierende mit RMIT-Masterabschluss. Darüber hinaus konnte am 12. Januar 2017 der Dual Degree Aerospace-Vertrag unterzeichnet werden und am 7. September 2017 folgte die Unterzeichnung der zweiten Vertragsperiode des PhD-Abkommens mit einer Laufzeit bis zum Jahr 2021.

Das ECSM hat die **Energie-Agentur.NRW** dabei unterstützt, ein Expertenpapier „Sektorenkopplung als Herausforderung und Chance für das Energieland NRW“ zu erstellen. Unter Sektorenkopplung versteht man dabei alle Maßnahmen, die zu einem Zusammenwachsen der Sektoren Strom, Mobilität und Wärme und ihrer jeweiligen Energieinfrastruktur führen. Der Schwerpunkt liegt auf der Kopplung von Wärme und Strom, Mobilität rückt jedoch in diesem Kontext mehr und mehr in den Fokus. Insbesondere die Elektromobilität, beispielsweise Fahrzeuge als mobile Speichersysteme, oder neue alternative Kraftstoffe, generiert aus Strom (Power-to-X), können hier als Bindeglied der drei Sektoren dienen. Das Ergebnispapier der Expertengruppe hat zum Ziel,

- > in die zentralen Hintergründe und Rahmenbedingungen für die Sektorenkopplung einzuführen,
- > die aktuell diskutierten Leitplanken des Energiesystems zu beschreiben und die Notwendigkeit der Sektorenkopplung darin einzuordnen,
- > ein gemeinsames Verständnis über die daraus resultierenden Handlungsbedarfe für das Land und die im Kontext des Energiesystems tätigen Unternehmen abzuleiten und

- > die Handlungsoptionen und Chancen für das Land konkret zu benennen und Voraussetzungen für deren Umsetzung zu formulieren.

Auf Projektebene mit FH Aachen-Instituten

Das ECSM-Institut arbeitete im Jahr 2018 erfolgreich an dem Projekt „SMART Phase 2“ in Kooperation mit dem In-Institut MASKOR und an dem Projekt „InKa-Mobil“ mit dem FH-Institut NOWUM-Energy sowie Kolleginnen und Kollegen von der Kompetenzplattform Synergetic Automotive/Aerospace Engineering (SAAE).

Darüber hinaus gibt es eine enge Partnerschaft mit dem Solar-Institut Jülich (SIJ) der FH Aachen. Insbesondere der Motorenprüfstand (Darstellung auf Seite 36), der seit 2014 im Besitz des SIJ ist, bildet immer wieder die Grundlage für Anwendungen in Forschung und Lehre zwischen den beiden Instituten. Im Folgenden werden die FH Aachen-Institute vorgestellt.

MASKOR (Institut für Mobile Autonome Systeme und Kognitive Robotik)

Kurzprofil | Das Institut MASKOR ist unter der Leitung von Direktor Herr Prof. Dr. Alexander Ferrein auf Forschung und Technologieentwicklung sowohl im Bereich „Mobiler Autonome Systeme“ als auch auf dem Gebiet der „Kognitiven Robotik“ ausgerichtet. Während sich der erst genannte Forschungsschwerpunkt mit Fragen der Navigation, Lokalisierung, Umgebungswahrnehmung und Steuerung mobiler Systeme in strukturierter und unstrukturierter Umgebung beschäftigt, deckt das zweite Arbeitsfeld den Bereich der Steuerung von Robotersystemen ab, mit dem durch intelligente Algorithmen und Methoden Probleme der Situationsinterpretation, Entscheidungsfindung, Interaktion mit der Umwelt und Verwirklichung von autonomen Funktionen in unterschiedlichen Anwendungsszenarien gelöst werden sollen.

Kooperation mit dem ECSM auf Projektebene | SMART Phase 2-Projekt (siehe Seite 20)

NOWUM-Energy

Kurzprofil | Das Institut, geleitet von Frau Prof. Dr.-Ing. Isabel Kuperjans, setzt sich aus einem Team von Ingenieurinnen, Ingenieuren und Studierenden verschiedener Fachrichtungen zusammen. Die Finanzierung des Instituts erfolgt zum Großteil aus eingeworbenen Drittmitteln.

Das Team des Instituts NOWUM-Energy am Campus Jülich der FH Aachen erforscht und entwickelt Konzepte, Verfahren und Technologien zu den Themenschwerpunkten Klimaschutz, Biomasse und Biogas, Energiesysteme und Energiemanagement sowie Umweltverfahrenstechnik. Das Ziel ist, einen Beitrag zur flächendeckenden nachhaltigen Energieversorgung zu leisten und dabei Energie rationell einzusetzen, effizient umzuwandeln und unabhängig von fossilen und nuklearen Energieträgern bereitzustellen.

Das NOWUM-Energy erstellt in diesem Zusammenhang Machbarkeitsstudien und Gutachten für neue Produkte und Verfahren, Simulationen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen für alternative Energieversorgungskonzepte, und bietet Betreuung und Überwachung von Biogasanlagen sowie Simulationen von Strömungs- und Wärmeübertragungsprozessen an. Darüber hinaus beraten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des NOWUM-Energy Unternehmen, Städte und Gemeinden, Industrieparks, Energieversorger und Forschungseinrichtungen beim wirtschaftlichen Einsatz von konventionellen und neuen Energietechniken.

Kooperation mit dem ECSM auf Projektebene | InKa-Mobil-Projekt (Projektbericht siehe Seite 23)

Solar-Institut Jülich

Kurzprofil | Das Solar-Institut Jülich (SIJ) ist eine zentrale wissenschaftliche Einrichtung der FH Aachen. Seit der Gründung des SIJ im Jahr 1992 wurde die solare Energiebereitstellung noch nie so stark nachgefragt wie zurzeit. Das wissenschaftliche, wirtschaftliche und gesellschaftspolitische Interesse an sauberer Energie wächst rasant. Die globale Verfügbarkeit fossiler Energieträger nimmt unbestritten ab, die Klimaerwärmung ist längst Fakt und die Debatte um den

Ausstieg aus der Kernkraft nimmt in vielen Ländern wieder an Bedeutung zu.

Ein hochmotiviertes, junges Team aus über 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unterschiedlicher Disziplinen forscht in direkter Zusammenarbeit mit der Industrie, Hochschulen und Forschungseinrichtungen daran, dass der begonnene Transformationspfad – weg von fossilen und hin zu erneuerbaren Energien – erfolgreich und bezahlbar bleibt.

Kooperation mit dem ECSM auf Projektebene | Motorenprüfstand (siehe Seite 36)

- > Fahrzeugsicherheit
- > Verkehrstechnik
- > Wirtschaftlichkeit

Hier existieren dann auch Berührungspunkte in unterschiedlichen Disziplinen. Der Technologietransfer findet jedoch weniger im Produkt selbst, sondern im Bereich der Produktentwicklung und den entsprechenden Prozessen statt.

Das ECSM ist seit 2013 Mitglied der „Synergetic Automotive/Aerospace Engineering“.

Auf Netzwerkebene

Das ECSM-Institut als Partner in verschiedenen Netzwerken aktiv. Daraus ergeben sich Synergie für das gesamte Spektrum der Institutstätigkeiten.

Im Folgenden werden die Netzwerke vorgestellt.

Synergetic Automotive/Aerospace Engineering (SAAE):

Die vom Ministerium für Innovation, Wirtschaft und Forschung des Landes NRW eingerichteten Kompetenzplattform „Synergetic Automotive & Aerospace Engineering“ ist der interdisziplinäre Zusammenschluss von mehreren Forschungsschwerpunkten aus den Fachbereichen der FH-Aachen: Luft- und Raumfahrtstechnik, Maschinenbau und Mechatronik, Design sowie Angewandte Naturwissenschaften und Technik.

In der SAAE setzen sich Forscherinnen und Forscher der FH Aachen mit der Fragestellung auseinander, ob Synergien zwischen den unterschiedlichen Industriezweigen wie der Luft- und Raumfahrt sowie der Automobiltechnik vorhanden sind. Beide Industrien haben einen fast zeitgleichen Ursprung: der Motorwagen von Carl Benz aus dem Jahre 1885, der erste Motorflug der Gebrüder Wright fand 1903 statt. Im Laufe der Zeit jedoch haben die Produkte beider Industrien eine unterschiedliche Verbreitung gefunden. Automobile sind heute – ganz im Gegensatz zu Flugzeugen, Raketen oder Satelliten – ein Massenprodukt, ein Konsumprodukt.

Beide Industrien weisen jedoch große Übereinstimmung in den wichtigsten Programmenthemen auf:

- > Ressourcenschonung
- > Umweltverträglichkeit

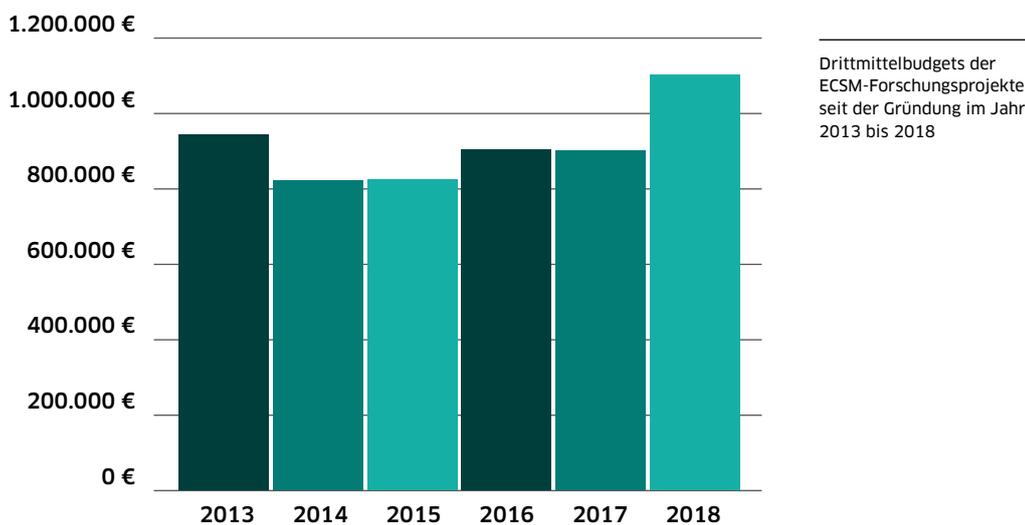
Projekte

Im Zuge der personellen und inhaltlichen Instituts-Erweiterung, wurden die Forschungsschwerpunkte neu definiert:

- > Integrierte Mobilitätsplanung
- > Klima, Energie und Mobilität
- > Digitalisierung der Mobilität
- > Fahrzeuge und Infrastruktur des Straßenverkehrs
- > Fahrzeuge und Infrastruktur des Schienenverkehrs

Das Team des ECSM-Instituts war im Jahr 2018 insgesamt an 12 Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Themenkomplex nachhaltige Mobilität tätig. Dabei stand den Forscherinnen und Forschern in diesem Jahr ein Budget an Drittmitteln in Höhe von über 1,1 Mio. Euro zur Verfügung.

Die Tabelle zeigt die Drittmittelprojekte im Berichtszeitraum und im Folgenden fasst der ECSM-Jahresbericht auszugsweise die Projektaktivitäten im Jahr 2018 zusammen.



Drittmittelprojekte, die 2018 bearbeitet wurden (nach Projektleiter sortiert)

Kurztitel und Titel des Projektes	Projektleiter
SMART Phase 2 Entwicklung einer kletterbaren Plattform für Windenergieanlagen (Scanning Monitoring And Repair Transportation)	Prof. Dahmann
Spider Robot Roboter für WEA-Turm Instandhaltung	
Güterwagen 4.0 Neue Elektronik- und Kommunikationssysteme für den intelligenten, vernetzten Güterwagen; Teilprojekt: Entwicklung von Grundlagen für Aktorik, Sensorik und Predictive Maintenance (mit Prof. Pfaff und Prof. Schmidt)	Prof. Enning
DAAD Integrierter internationale Studiengang in International Automotive Engineering mit Doppelabschluss am Royal Melbourne Institute of Technology in Australien	Prof. Esch
InKa-Mobil Integration des Themas „Klimafolgenanpassung“ in den Masterstudiengang International Automotive Engineering	
eGLM Support on services “Logistics, monitoring and hands-on support” within the e-GreenLastMile project (mit Prof. Hebel)	Prof. Feyerl
PEMS Portable Emissions-Mess-Systeme	
COSTART Comprehensive Strategy to Accelerate the Integration of Electric-Buses into Existing Public Transport Systems (mit Prof. Feyerl und Prof. Kemper)	Prof. Hebel
CERMCity Center for European Research on Mobility Urban Validation Environment; Teilprojekt: Wellenausbreitungsmodellierung und EMV der Fahrzeugplattformen	Prof. Hillgärtner
E-Boost Teststand for Electrically Driven Supercharger (mit Prof. Esch)	Prof. Kemper
SHAREuregio Entwicklung, Implementierung und Etablierung eines euregionalen elektromobilen Car- und Bikesharing-Angebotes für die Städte Venlo, Roermond, Mönchengladbach und den Kreis Viersen (mit Prof. Hebel, Prof. Herrmann und Prof. Ritz)	Prof. Röth
LeiRa Leichtbau-Rating-System für Karosserie und Fahrwerkstrukturen	

Integrierte Mobilitätsplanung

Im Kontext von integrierter Mobilitätsplanung werden Verkehrs- und Mobilitätskonzepte entwickelt, deren Anforderungen durchaus komplex sind. Diese Komplexität spiegelt sich in den Bedürfnissen von Menschen und Städten wider, da beispielsweise die demografische Entwicklung, die steigende Urbanisierung sowie die Änderungen der wirtschaftlichen, ökologischen und gesundheitlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen. Eine integrierte Planung umfasst dabei unter anderem Konzepte zur Förderung des Umweltverbundes (Fuß, Rad, ÖV) bzw. alternativer Mobilitätsangebote wie Sharing Mobility.

SHAREuregio | Entwicklung, Implementierung und Etablierung eines euregionalen elektromobilen Car- und Bikesharing-Angebotes für die Städte Venlo, Roermond, Mönchengladbach und den Kreis Viersen

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. T. Röth, roeth@fh-aachen.de
mit Prof. Dr.-Ing. C. Hebel, hebel@fh-aachen.de
Prof. Dr.-Ing. U. Herrmann, ulf.herrmann@sj.fh-aachen.de
Prof. Dr.-Ing. T. Ritz, ritz@fh-aachen.de

Mitarbeitende | Dipl.-Ing. Anette Anthrakidis M. Eng.,
Till Franzke M. Eng., Thomas Grodzki B. Eng.,
Torsten Merckens M. Eng.

Förderlinie | INTERREG V A-Programm Deutschland-Niederland
2014-2020

Projektvolumen | 376.055 €

Der anhaltende Trend der Urbanisierung hat sowohl in Deutschland als auch in den Niederlanden Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten der Menschen. Der Autobesitz verliert an Bedeutung und die Vielfalt flexibler Mobilitätsangebote sowie der verbesserte und vereinfachte Zugang zu Mobilität werden wichtiger. Insbesondere Unternehmen stehen vor der Herausforderung, ihr betriebliches Mobilitätsmanagement neu auszurichten. Das INTERREG-Projekt „SHAREuregio“ verfolgt die Entwicklung und Integration eines flexiblen elektromobilen Car- und Bikesharing-Systems für die Gemeinden Venlo, Roermond, den Großraum Mönchengladbach und den Kreis Viersen.

SHAREuregio soll aufzeigen, welchen Einfluss Elektromobilität auf die Luftqualität in Städten (Reduktion von CO₂-, NOx-Emissionen) haben kann. Dies wird in einem innovativen, grenzüberschreitenden, kooperativen Projekt mit dem Ziel realisiert, neue Elektromobilitätskonzepte zu entwickeln, zu erproben und nachhaltig umzusetzen.

Gleichzeitig ist SHAREuregio ein integrativer Ansatz, was bedeutet, dass in Form einer Plattform die Mobilitätsangebote und Verkehrsmittel besser miteinander verknüpft und vernetzt werden. SHAREuregio wird Elektromobilität (E-Pkw und E-Rad) für dienstliche und auch für private Fahrten anbieten. Das Projekt wird für den Einsatz von Elektrofahrzeu-

gen werben und die teilnehmenden Unternehmen aus der Region für das Thema Elektromobilität und geteilte Mobilität weiter sensibilisieren.

Arbeitspaket „Konzeptionierung und Implementierung des Sharing-Systems“

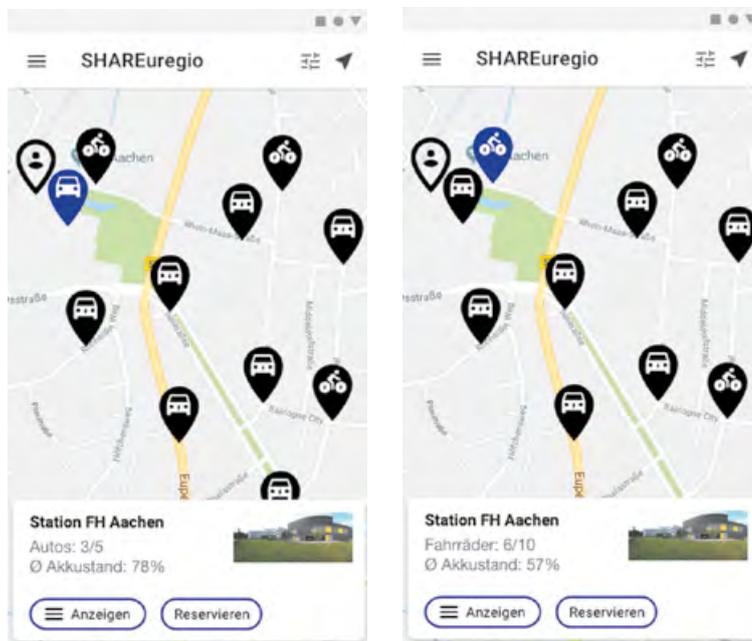
Das ECSM fungiert im SHAREuregio-Projekt als Maßnahmenleiter für das Arbeitspaket „Konzeptionierung und Implementierung des Sharing-Systems“ und ist dabei in den folgenden vier Forschungsaufgaben tätig:

WitCar & WitBike

Das Automobiltechniklabor, zugehörig zum Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik, unterstützt die Projektpartner rund um das Thema „Elektromobilität“. Zur Auswahl einer geeigneten Fahrzeugflotte wurde eine Marktanalyse aktueller Elektroautos durchgeführt und Fahrzeugeigenschaften definiert, die die Mobilitätsanforderungen des Carsharing-Projektes erfüllen. Zusammengefasst als Kriterienkatalog dient dieser als Entscheidungsgrundlage bei der Fahrzeugbeschaffung.



„SHAREuregio“-Raum



Weiterhin konzipiert das Automobiltechniklabor das WitCar 2.0 – das optimale elektrische Sharing-Fahrzeug zur Bewältigung des regionalen Verkehrs. Im Zuge dessen sind mit einem der Flottenfahrzeuge eigene Erprobungsfahrten und Probandenstudien in Aachen geplant.

Der Fahrzeugeinsatz ist in mehreren Pilotphasen im Projekt geplant und wird stetig durch das Team des ECSM-Instituts wissenschaftlich begleitet und unterstützt.

Sharing Experience

Das mobile media & communication lab des Fachbereichs Elektrotechnik und Informationstechnik beschäftigt sich mit der Sharing Experience von Buchungsplattformen im Bereich Car- und Bikesharing. Betrachtet werden verschiedene Einflüsse, die beim Nutzer eine positive oder negative Sharing Experience auslösen. Um diese Einflüsse bestimmen zu können, wurde die Anwenderfreundlichkeit von Plattformen sowohl von am Markt etablierten als auch von regionalen Sharing-Anbietern mit Hilfe von Testequipment analysiert. Die Ergebnisse der Analyse fließen in einen „Styleguide“ für euregionales Car- bzw. Bike Sharing ein, der in einem zweiten Schritt auf das Konzept FlexShare erweitert werden soll. Eine große Herausforderung für „Shared Mobility“-Anbieter ist die Identifizierung nachhaltiger und profitabler Geschäftsmodelle. Um dies zu verbessern, soll ein Baukasten zur Entwicklung digitaler Sharing-Geschäftsmodelle konzipiert werden.

FlexSHARE-Mobilität

Im Arbeitspaket Mobilität wird das Forschungsteam eine Bestandsanalyse des „SHAREuregio“-Raumes im Hinblick auf Stadt-, Verkehrs- und Mobilitätsplanung durchführen, bei der u.a. die relevanten Mobilitäts- und Verflechtungsstrukturen für die Region dargestellt werden. In einem nächsten Schritt werden verschiedenen Betriebsformen von Sharing-Systemen (stationsgebunden, free-floating, Mischformen) und deren ökologischen, ökonomischen sowie räumlichen und (infra-)strukturellen Rahmenbedingungen beschrieben.

Auf diesen Grundlagen soll eine Methodik zur Identifizierung geeigneter Sharing-Systemangebote (Pkw und Rad) im SHAREuregio-Kontext entwickelt

werden. Dabei ist zunächst zu untersuchen, welche Ansätze bzw. Merkmale grundsätzlich geeignet sind, um eine Systemauswahl zu treffen und wie diese Auswahl konkret ausgestaltet werden könnte.

Abschließend werden die Wirkungen der Einsatzszenarien geeigneter Sharing-Betriebsformen abgeschätzt.

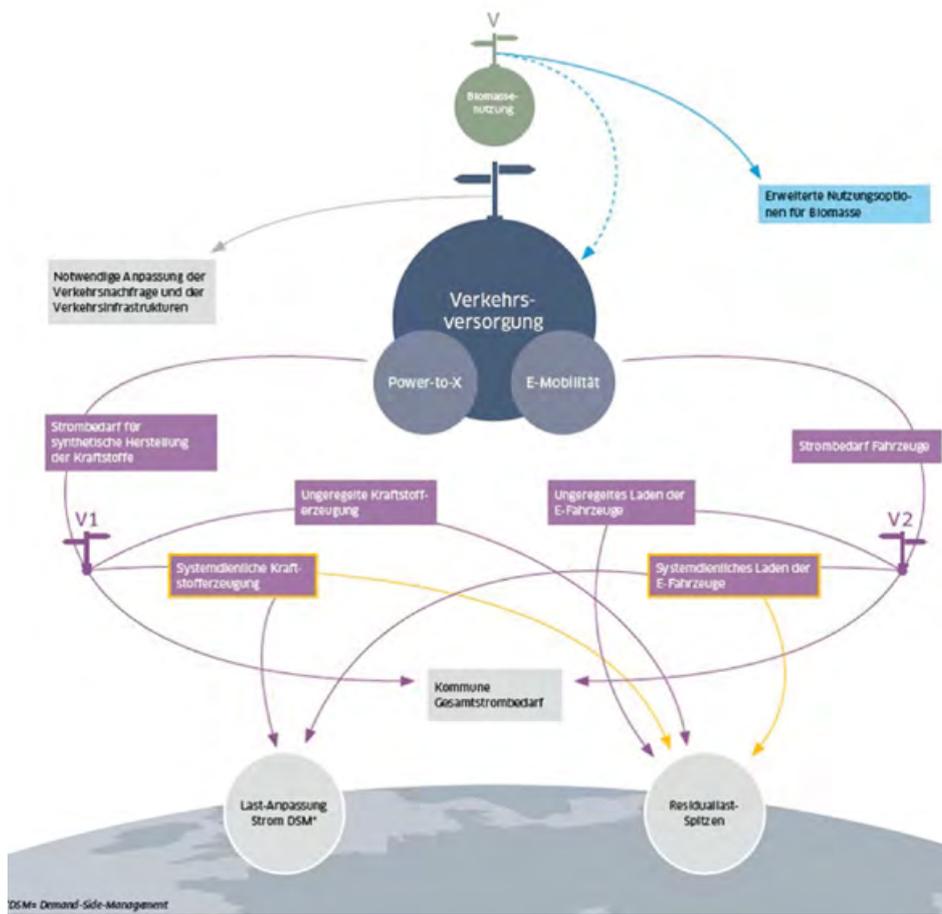
FlexSHARE-Energie

- > Analyse der grenzüberschreitenden Mobilität in Bezug auf Energie und Klimaschutz
- > Durchführung von Simulationen und Szenarienentwicklungen unter dem Aspekt des CO₂-Einsparpotenzials des SHAREuregio-Konzepts

Das Team des Solar Instituts Jülich untersucht, inwieweit das SHAREuregio-Konzept z.B. durch Fahren mit erneuerbarem Strom und Substitution von fossilen Antriebsarten zu einer Reduktion von Treibhausgasemissionen und somit zu einem verbesserten Klimaschutz beiträgt. Hierzu werden am SIJ Simulationen durchgeführt und verschiedene Szenarien entwickelt. Die Einschätzung des Energiebedarfs zukünftiger Mobilitätskonzepte ist vor dem Hintergrund der Erreichung von CO₂-Reduktionszielen eine wichtige Voraussetzung zur Bewertung zukünftiger Energieversorgungsoptionen.

Arbeitspaket „Monitoring und Evaluation“

Darüber hinaus ist das Team um Prof. Dr.-Ing. Hebel Leiter des Arbeitspakets „Monitoring und Evaluation“ und somit verantwortlich für die Konzeptionierung, Durchführung und Auswertung von Prozessevaluation und Monitoring des Fahrzeugeinsatzes. Finalisiert wird das Arbeitspaket nach ca. 3,5 Jahren Projektlaufzeit mit einem Abschlussbericht Evaluation, der u.a. auch eine Wirkungsanalyse beinhaltet.



Mögliche Wechselwirkungen bei der Energieversorgung einer vernetzten, klimafreundlichen Mobilität der Zukunft (Quelle: Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung - Kommunale Masterpläne für 100 % Klimaschutz, SJ)

Klima, Energie und Mobilität

Eine entscheidende Rolle für den Erfolg der Energiewende kommt der Weiterentwicklung und Etablierung von Elektromobilität zu. Elektrofahrzeuge sind leise und stoßen weder klimaschädliches CO₂ noch gesundheitsschädliche Schadstoffe aus. Die zentrale Grundlage für die Verwendung sauberer Mobilitätsformen ist eine nachhaltige Energieproduktion und der flächendeckende Ausbau von Ladeinfrastruktur. Einen Beitrag zum Klimaschutz leisten inzwischen neben dem Automobil Fahrzeugklassen aller Art, wie elektronisch angetriebene Roller und E-Bikes, aber auch elektrifizierte Lastkraftwagen und Busse, die vermehrt in Flotten von Städten und Kommunen eingesetzt werden. Diese trägt wesentlich zur besseren Integration und Akzeptanz von Elektromobilität in der Bevölkerung bei.

SMART Phase 2 | Entwicklung einer kletterbaren Plattform für Windenergieanlagen (Scanning Monitoring And Repair Transportation)

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. P. Dahmann,
dahmann@fh-aachen.de
mit Dipl.-Ing. Mohsen Bagheri

Mitarbeitende | M. Görög B.Eng., M. Kramer M.Eng.

In Zusammenarbeit mit | MASKOR Institut für Mobile Autonome Systeme und Kognitive Robotik

Förderlinie | Energieforschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Projektvolumen des ECSM-Instituts | 758.873 €

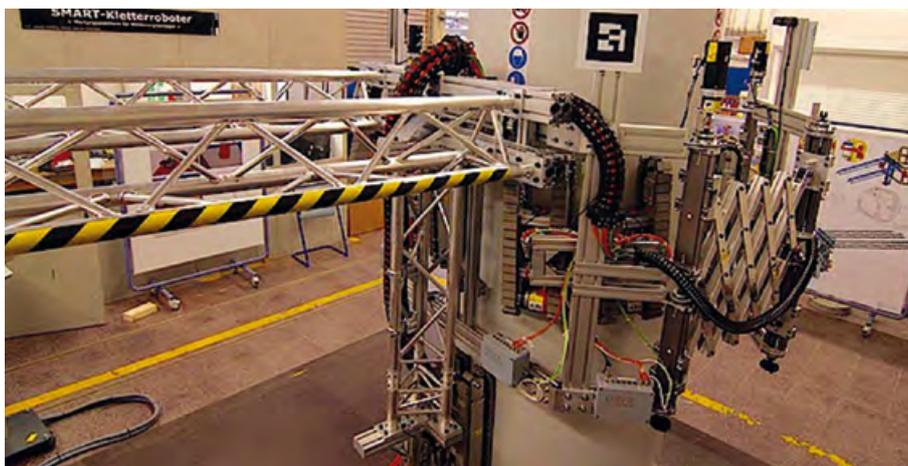
Das Ziel des Forschungsprojektes SMART war die Entwicklung einer kletterfähigen Plattform mit einer abgedichteten, geschlossenen Arbeitskabinen, die das Rotorblatt an gewünschter Stelle umschließt. In dieser Kabine soll sich das Service-Personal (schwindel-)frei bewegen und arbeiten können. Somit könnten die Stillstandzeiten der WEA auf ein Minimum reduziert werden. Die Zukunft des Services für Windenergieanlagen sollte mit dem SMART Kletterroboter wesentlich effizienter, wirtschaftlicher, gefahrloser und besser planbar sein. In Phase 1 lag der Fokus darin, das SMART Klettersystem mit den in Frage kommenden Belastungen im Labormaßstab 1:3 (Demonstrator) zu

entwickeln, zu testen und die Kletterfähigkeit nachzuweisen. Die Phase 2 des SMART-Projekts mit der Entwicklung eines Prototyps startete dann im August 2016.

In Phase 2 wird der 1:3 Demonstrator aus der Phase 1 zum 1:1 Prototypen skaliert und weiterentwickelt. In dieser Phase werden die Arbeitskabinen für die Instandhaltung der Rotorblätter und die zwei langen Lastausleger, welche am Klettersystem befestigt werden, entwickelt. Zusätzlich wird der Innenraum der Arbeitskabinen für die Arbeiten an den Rotorblättern vorbereitet und Peripheriegeräte, sowie ein Robotersystem integriert. Die Installation des SMART erfordert ein multifunktionales Transport- und Montagehilfsmittel. Die optimierte Logistik und eine schnelle, kosteneffiziente Installation des SMART an einer WEA sind wesentliche Anforderungen aus der Industrie.

Es wird vorrangig ein mantragendes Konzept für die SMART Kletterplattform verfolgt. Parallel dazu erfolgt die Entwicklung einer teleoperativen, roboterassistierten Erweiterung, die in vielen Anwendungen, wie zum Beispiel bei reinen Prüfaufgaben mit Thermografie- oder Ultraschallmesssystemen ferngesteuert in der Höhe operieren kann. Ursächlich für diese parallele Entwicklung sind die wachsenden Hürden der Sicherheitsvorschriften für bemannte Instandhaltung.

Demonstrator im Labormaßstab 1:3 (Ausgangspunkt für Phase 2)



E-Boost | Teststand for Electrically Driven Supercharger

Projektleitung | Prof. Dipl.-Ing. H. Kemper
h.kemper@fh-aachen.de
mit Prof. Dr.-Ing. T. Esch, esch@fh-aachen.de

Mitarbeitende | Dipl.-Ing. Daniel Busse,
Dipl.-Ing. Jörg Kreyer M.Sc.

Auftraggeber | University Research Program – Test Stand to Assess Electrically Driven Supercharger (EDS) – E-Boost

Projektvolumen | 150.000 €

Projektaufgabe

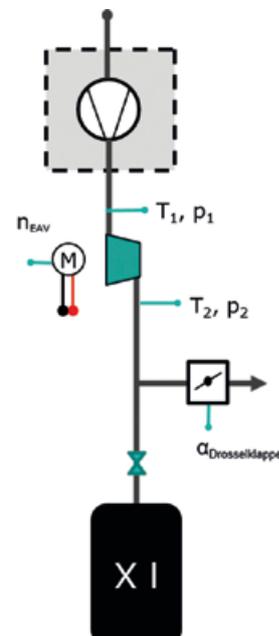
Das Forschungsprojekte „E-Boost“ hat zum Ziel, einen leistungsstarken Prüfstand für den Betrieb, die Vermessung und die Analyse des statischen und dynamischen Verhaltens eines elektrischen Verdichters aufzubauen und zu betreiben. Der elektrische Verdichter wird dazu genutzt, vorverdichtete Frischluft aus einer konventionellen Turboaufladung unter allen Motorbetriebszuständen sinnvoll nachzuverdichten. Der Prüfstand erlaubt auch die Untersuchung der elektrischen Seite des elektrischen Verdichters hin-

sichtlich des Energieverbrauchs sowie des elektrischen Rekuperationsvermögens im Saugbetrieb.

Konzept des Prüfstandes

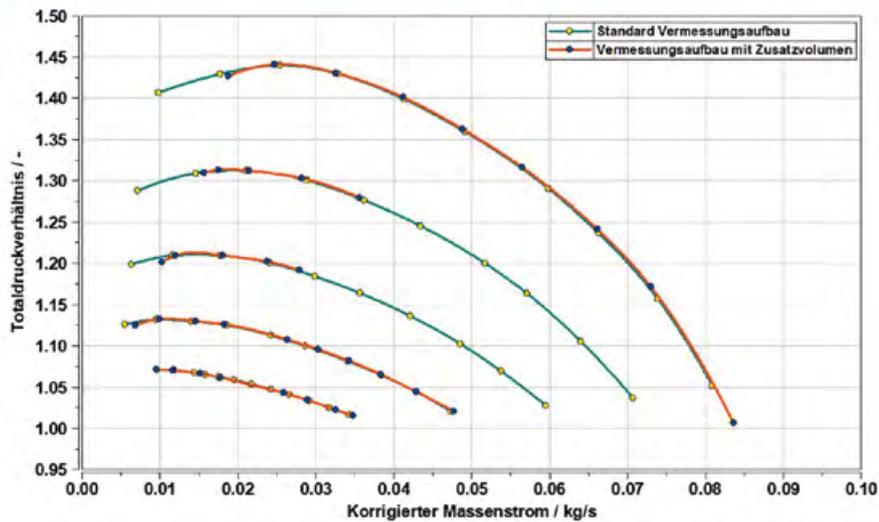
Die Integration eines externen Aufladeaggregates und weiterer Konditioniereinrichtungen für Kühlwasser und Schmiermittel in den Prüfaufbau, eröffnet ein weitreichendes Betriebsspektrum für die Untersuchungen eines mehrstufigen Aufladeverhaltens. Ein geschleppter Verbrennungsmotor (im hinteren Teil des Aufbaus) wird als dynamischer Massenstromsteller und als Pulsationsquelle eingesetzt. Die Untersuchung des Verhaltens verschieden großer Saugrohrvolumina wird durch den Tausch entsprechender Druckbehälter (siehe Prinzipaufbau), ermöglicht.

Dadurch wird das Anfahren und Analysieren aller denkbaren Betriebszustände für den elektrischen Verdichter, sowohl stationär als auch transient, erreicht. Die Ergebnisse der Vermessung des stationären Kennfeldes bei verschiedenen Saugrohrvolumina mit den Auswirkungen auf die Pumpgrenze sind in folgender Abbildung erkennbar.



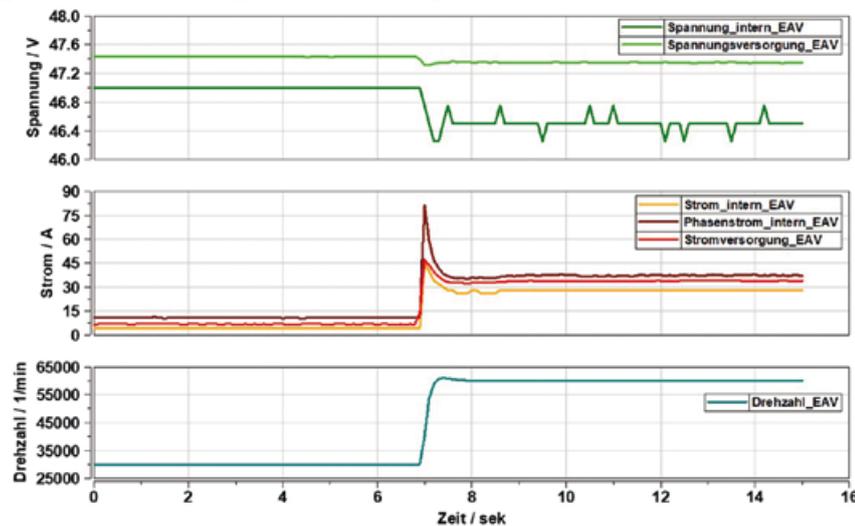
links: Prüfaufbau
rechts: Prinzipaufbau

Elektrischer Verdichter	Referenzdaten	Ansaugbedingungen	Prüfstandsbedingungen
	$T_{ref} = 25 \text{ °C}$ $p_{ref} = 1000 \text{ hPa}$	$T_{AC} = 25 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ $p_{AC} = 1000 \text{ hPa} \pm 1 \text{ hPa}$ $T_{CC,ref} = 35 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$	$T_0 = 22 \text{ °C}$ $p_0 = 995 \text{ hPa}$ $\phi = 44 \%$



Stationäres E-Boost
Kennfeld bei
verschiedenen
Saugvolumina

Elektrischer Verdichter	Referenzdaten	Ansaugbedingungen	Prüfstandsbedingungen
	$T_{ref} = 25 \text{ °C}$ $p_{ref} = 1000 \text{ hPa}$	$T_{AC} = 25 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ $p_{AC} = 1000 \text{ hPa} \pm 1 \text{ hPa}$ $T_{CC,ref} = 35 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$	$T_0 = 22 \text{ °C}$ $p_0 = 995 \text{ hPa}$ $\phi = 44 \%$



Spannungs- und
Stromverläufe bei
Drehzahlsprung

Die elektrische Vermessung des Verdichters erlaubt eine Bewertung der Leistungsaufnahme. Auch Wechselwirkungen zwischen elektrischem Verdichter und einem Fahrzeugbordnetz können mithilfe des leistungsstarken programmierbaren Bordnetzemulators analysiert werden. Der gesamte Prüfstands Aufbau ermöglicht somit eine Gesamtbewertung, sowohl der thermodynamischen als auch der elektrischen Eigenschaften, sowie deren Beziehung zueinander und wird dadurch zu einem interessanten Werkzeug für die Weiterentwicklung der Aufladetechnik vor dem Hintergrund verschärfter Emissions- und Kraftstoffverbrauchsanforderungen.



Starkregenereignisse
in Folge des
Klimawandels

SpiderRobot | Roboter für WEA-Turm Instandhaltung

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. P. Dahmann,

dahmann@fh-aachen.de

mit Dipl.-Ing. Mohsen Bagheri

Mitarbeitende | Steffen Scholtes B.Eng.

Förderlinie, Auftraggeber | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) Förderprogramm „NRW-Patentvalidierung“

Projektvolumen des ECSM-Instituts | 220.000 €

Mit dem „SpiderRobot“ wird eine Kletterroboteranlage für den Transport erforderlicher Geräte und Personen zur Instandhaltung von Türmen von Windenergieanlagen (WEA) entwickelt. Instandhaltungswerkzeuge, wie z.B. Laseranlagen für die Reparatur von Roststellen oder Ultraschall für die Diagnose von Schweißnähten, können damit wetterunabhängig an beliebigen Stellen der Turmoberfläche eingesetzt werden. Schäden, wie z.B. Rost auf Schweißnähten und Beschichtungsfehler, können so repariert werden. Der SpiderRobot wird als Plattform für Instandhaltungswerkzeuge eingesetzt, die zur Inspektion, Überwachung und Wartung von Türmen bereits existieren. Mit geringem Adaptionsaufwand können diese an den WEA bemannt, sowie unbemannt mit höchster Bearbeitungspräzision eingesetzt werden. Der SpiderRobot benutzt die äußere Oberfläche des Turms als Fahrbahn für seine Bewegung entlang der Turmachse. Diese Aufwärtsbewegung wird durch Fahrantriebe realisiert, welche um den ganzen Turmumfang herum verteilt sind und durch Aktuatoren an die Turmoberfläche gedrückt werden. Im Rahmen dieses Projektes wird ein SpiderRobot-Demonstrator in kleinerem Maßstab für den unbemannten Betrieb entwickelt und am Teststand der FH Aachen getestet. Gleichzeitig wird die Skalierbarkeit des Demonstrators auf größere Maßstäbe untersucht. Die Steuerung, Kinematik, Strukturbelastung, Stabilität der Anlage, sowie das dynamische Verhalten bei verschiedenen Belastungsfällen werden anhand des Demonstrators getestet. Außerdem werden einige Werkzeugzellen integriert, worin verschiedene Werkzeuge wie Laser oder Ultraschall getestet werden können.

InKa-Mobil | Integration des Themas „Klimafolgenanpassung“ in den Masterstudiengang International Automotive Engineering

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. T. Esch, esch@fh-aachen.de

Mitarbeitende | N.N.

In Zusammenarbeit mit | NOWUM-Energy und Synergetic Automotive/Aerospace Engineering (SAAE)

Förderlinie, Auftraggeber | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin, Förderprogramm „Anpassung an den Klimawandel“

Projektvolumen des ECSM-Instituts | 68.591 €

Während der Klimawandel bereits in zahlreichen Studiengängen und Weiterbildungsangeboten thematisiert wird und Bildungs- und Kommunikationsmaterialien zum Thema Klimawandel vielfältig und umfassend vorhanden sind, wird das Thema „Anpassung an den Klimawandel“ insbesondere in technischen Studiengängen bisher nur am Rande betrachtet. In erster Linie konzentrieren sich bestehende Angebote und Materialien auf die Vermittlung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge der Klimaproblematik sowie auf die gesellschaftlichen Konsequenzen. Die mit der Anpassung an den Klimawandel und seinen Folgen einhergehenden Aspekte und Herausforderungen wurden insbesondere für den Bereich der Mobilität bislang nur ansatzweise in der Lehre aufgegriffen. Ziel des Projektes ist daher die Entwicklung eines Lehrmoduls auf Masterniveau.

Die Projektaufgaben sind:

- > Entwicklung eines englischsprachigen Lehrmoduls auf Masterniveau zum Thema „Klimawandelanpassung in der Kraftfahrzeugtechnik“ inkl. Lehrplan, Vorlesungsmaterialien, Übungen und Prüfungsaufgaben gemeinsam mit Professoren und Lehrbeauftragten.
- > Integration in den bestehenden Masterstudiengang.
- > Teile der Lehrveranstaltung werden als E-Learning Module umgesetzt.
- > Pilotphase in dem Masterstudiengang „International Automotive Engineering“ mit studentischer Evaluation.

Digitalisierung der Mobilität

Kommunikation und Information haben einen hohen Stellenwert bei der Entwicklung nachhaltiger Mobilität: Die IT-Systeme in Automobilen werden immer komplexer, bisher getrennte Komponenten wie Motorsteuerung, Sicherheit, Navigation etc. werden zunehmend vernetzt. Die Digitalisierung ist dabei nicht nur im Innern des Fahrzeugs wichtig, sondern wird z.B. bedingt durch die Entwicklungen im Bereich des Autonomen Fahrens zunehmend Fahrzeugübergreifend. Die Vernetzung von Mobilitäts- und Fahrzeugsystemen wird zum Standard, die Anwenderfreundlichkeit rückt in den Fokus.

CERMCity | Center for European Research on Mobility Urban Validation Environment; Teilprojekt: Wellenausbreitungsmodellierung und EMV der Fahrzeugplattformen

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. M. Hillgärtner,
hillgaertner@fh-aachen.de

Mitarbeitende | Michael Kleinen M.Eng.

Förderlinie | Bundesministerium für Bildung und Forschung
„IKT 2020 – Forschung für Innovationen“

Projektvolumen | 226.232 €

Das Projekt „CERMcity“ ist ein vom BMBF gefördertes Gemeinschaftsprojekt der RWTH Aachen University, dem Deutschen Forschungszentrum für künstliche Intelligenz (DFKI) in Bremen und dem Labor für Fahrzeugelektronik und EMV des ECSM, FH Aachen. Ziel ist es zum einen, eine Umgebung zur Validierung neuer, innovativer Funktionen und Systeme im Bereich des Autonomen Fahrens in urbaner Umgebung aufzubauen. Darüber hinaus ist die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) von autonom aufzubauenden Fahrzeug-Evaluationsplattformen zur Erprobung neuer Fahr-funktionen sicherzustellen und zu erforschen.

Um in einer immer stärker vernetzten Umgebung eine zufriedenstellende Funktionsweise aller teilnehmenden Geräte gewährleisten zu können, wird es zunehmend wichtiger, dass Grenzwerte bezogen auf die elektromagnetische Störfestigkeit, sowie die

Störemission der Geräte definiert und eingehalten werden. Im Hinblick auf das Autonome Fahren beeinflusst die EMV von Fahrzeugen deren Kommunikationsfähigkeit über den Funkweg maßgeblich.

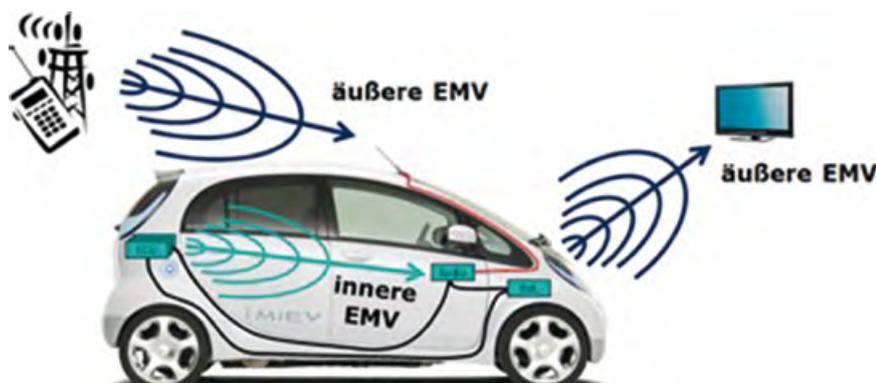
Eine verlässliche Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern sowie dem Umfeld setzt zunächst eine hinreichende Feldstärke der ausgesendeten Signale voraus. Zusätzlich müssen Störungen, welche von allen elektronischen Geräten im Pkw ausgehen ausreichend unterdrückt werden, um den Empfang nicht negativ zu beeinflussen.

Im Rahmen des Projekts werden von den Projektpartnern Fahrzeugplattformen entwickelt, welche vor allem von KMUs auf der Teststrecke in Aldenhoven verwendet werden können, um neue, innovative Fahrfunktionen zu evaluieren.

Die Plattform „Mia“ ist vom DFKI in Bremen mit entsprechender Sensorik für autonome Fahrfunktionen ausgestattet worden. Anschließend haben die Mitglieder des ECSM das EMV Verhalten des umgebauten Fahrzeugs in einem akkreditierten Drittlabor gemessen und bewertet. Dabei stand insbesondere die zulassungsrelevante Prüfung der gestrahlten Störemission- und Festigkeit im Vordergrund.

Die Messergebnisse der Störaussendung zeigen hierbei über den Frequenzbereich bis 1 GHz verteilt Gleichtaktstörströme an Kabelführungen verursacht werden. Durch den Einsatz geeigneter Ferritkern-Ringdrosseln an den entsprechenden Stellen werden die

EMV Modell am Pkw



Störungen an den ermittelten Komponenten weitestgehend unterdrückt.

Neben der Störaussendung muss jedoch auch die volle Fahrzeugfunktionalität unter elektromagnetischer Feldbelastung sichergestellt sein. Da während der Messung der Störfestigkeit das Kamerasystem der Plattform bereits bei niedrigen Feldstärken ausgefallen ist, sind weitere Untersuchungen im Labor für Fahrzeugelektronik und EMV durchzuführen.

Die Messungen sind mit Hilfe der leitungsgebundenen Bulk Current Injection (BCI) Methode durchgeführt worden. Hierbei wird die Einkopplung einer elektromagnetischen Welle in den Kabelbaum über einen direkt in den Kabelbaum eingepprägten, hochfrequenten Störstrom nachgebildet. Es kann eine gute Reproduktion des Fehlers mit Hilfe der Umrechnung von gestrahlter zu leitungsgebundener Störgröße erzielt werden. Die Störanfälligkeit des Systems wird maßgeblich von der nicht ausreichenden Filterung der Kamerarleitungen hervorgerufen. Durch die Anwendung von entsprechenden Ferritkernen kann die Ausfallrate des Systems deutlich reduziert werden.

Somit liegen dem Projektpartner DFKI Lösungsvorschläge für die während der Fahrzeugmessung auftretenden EMV Probleme vor. Eine abschließende Validierung der Modifikationen steht allerdings noch aus.

Fahrzeuge und Infrastruktur des Straßenverkehrs

Insbesondere der motorisierte, straßengebundene Individualverkehr verursacht große Menge an Schadstoffemissionen wie Kohlenstoffdioxid, Stickstoffdioxid und Feinstaub, die nachweislich direkten Einfluss auf die Gesundheit und das Klima haben. Mit etwa 3,5 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist Europa der drittgrößte CO₂-Emitent weltweit. Zur Senkung des Endenergieverbrauchs sind innovative Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die z.B. die Weiterentwicklung von alternativen Antriebstechnologien und Fahrzeugkomponenten und den Ausbau sowie die Optimierung der Ladeinfrastruktur vorantreiben, unabdingbar.

PEMS | Portable Emissions-Mess-Systeme

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. G. Feyerl,
feyerl@fh-aachen.de

Mitarbeitende | Waldemar Janzen B.Eng.

Förderlinie | Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen

Projektvolumen | 300.000 €

Wie wurden und wie werden in Zukunft die Emissionswerte für Pkw bestimmt?

In Europa erfolgte die Zertifizierung von Pkw bezüglich Emissions- und Kraftstoffverbrauchswerten anhand des „Neuen Europäischen Fahrzyklus“ (NEFZ) unter vorgegebenen Randbedingungen auf einem Fahrzeug-Rollenprüfstand. Das synthetische Fahrprofil des NEFZ spiegelt durch die begrenzten Leistungsanforderungen in einem eingeschränkten Drehzahlbereich den realen Fahrbetrieb vieler Fahrsituationen nicht wieder – eine auf den Prüfzyklus optimierte Abstimmung des Verbrennungsmotors wird begünstigt. Aufgrund der im realen Fahrbetrieb, durch Verkehrssituation und Fahrerverhalten stark variierenden Geschwindigkeitsprofile und damit weiterer Motorbetriebspunkte sowie veränderlicher Umgebungsbedin-

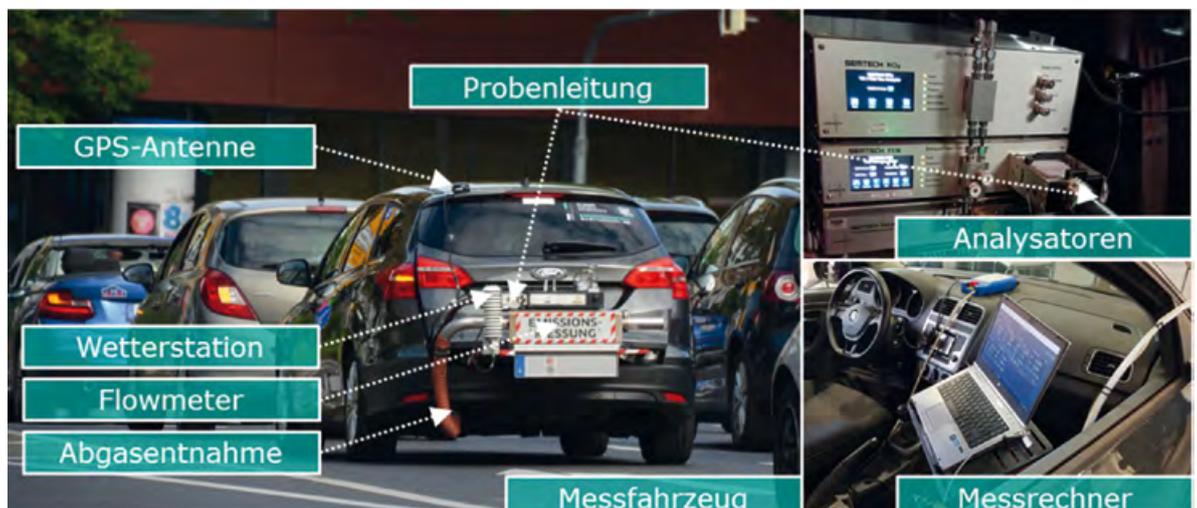
gungen, kommt es zu einer hohen Differenz zwischen offiziellen Zertifizierungswerten und real erfahrbaren Verbrauchs- und Emissionsergebnissen.

Daher wurde der NEFZ mit Einführung der nächsten Stufe der Euro-6-Abgasnorm (EURO 6 c/ dTemp) seit September 2017 durch den „Worldwide harmonized Light-duty Test Cycle“ (WLTC) abgelöst. Der WLTC ist einer Fahrt im realen Straßenverkehr nachempfunden. Das dynamischere Lastprofil, stärkere Beschleunigungen und höhere Geschwindigkeiten führen zu einem realistischeren Lastkollektiv von Antriebsstrang und Verbrennungsmotor.

Real Driving Emissions (RDE)

Im Kontext von Zyklen-Erkennung und Abschalteneinrichtungen für die Abgasnachbehandlung sollte auch ein realitätsnäherer Rollen-Prüfzyklus allein nicht für eine Beurteilung des Emissionsverhaltens der Fahrzeuge im realen Straßenverkehr verwendet werden. Deshalb wird im Pkw-Segment zusätzlich ein bereits aus dem Nutzfahrzeugbereich bekanntes Testverfahren schrittweise eingeführt. Dabei werden die für RDE-Messungen limitierten Abgas-Emissionen im realen Straßenverkehr über ein „Portable Emission Measurement System“ (PEMS) gemessen. Für die Euro 6d Abgasgesetzgebung müssen Neuzertifizierungen die definierten RDE-Vorgaben im realen Straßenver-

Aufbau des PEMS am Untersuchungsfahrzeug



kehr erfüllen. Dazu wird ein zu untersuchendes Fahrzeug mit einem PEMS ausgerüstet.

Nach der Kalibrierung des PEMS erfolgt eine 90 bis 120 Minuten andauernde Messfahrt. Dabei wird das Fahrzeug unter „normalen“ Randbedingungen im Straßenverkehr betrieben. Die verschiedenen geforderten Betriebsszenarien – Stadt, Landstraße und Autobahn – werden gemäß den Vorgaben abgefahren und anschließend analysiert.

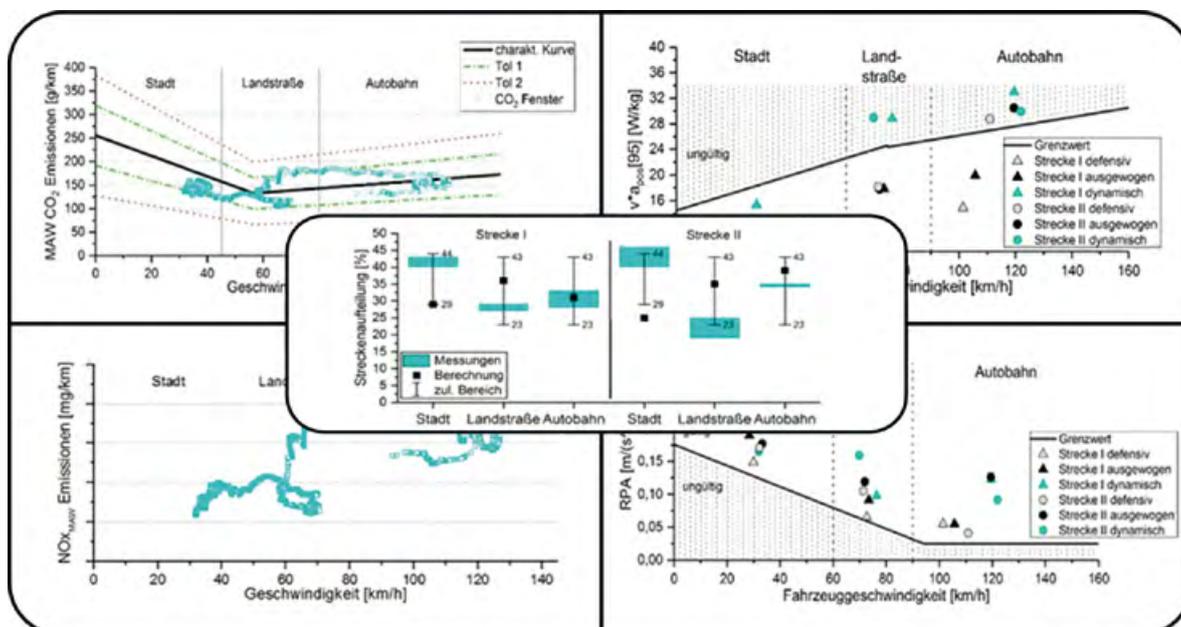
Das Lehr- und Forschungsgebiet „Alternative Antriebssysteme“ verfügt ein PEMS mit welchem z.B. RDE-Messungen an Pkw und Lkw durchgeführt werden. Das System besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- > **POWER DISTRIBUTION CONTROL MODULE (PDCM)**
- > **FUEL ECONOMY METER (FEM) - NDIR-Analysator**
-> CO und CO₂ Konzentration
- > **NOX MODULE - NDUV-Analysator**
-> NO und NO₂ Konzentration
- > **EXHAUST FLOW METER (EFM)**
-> Abgas- sowie Analyse-Massenstrom
- > **GPS / Wetterstation / OBD-Schnittstelle**

- > **DUAL FID**
-> THC/NMHC Konzentration (ab Mitte 2018)
- > **PN MODULE**
-> Partikelanzahl (ab Mitte 2018)
- > **Flow Meter:** 1.5, 2.5 und 4 Zoll für Pkw- und Nutzfahrzeug-Motoren

Somit kann die gesamte Bandbreite der limitierten Abgas-Emissionen für verschiedenste Fahrzeuge und Arbeitsmaschinen im on- und offroad-Bereich während des realen Einsatzes untersucht und optimiert werden.

Aktuell werden die forschungsspezifischen Analyse- und Auswerte-Tools weiterentwickelt, die eine RDE-konforme Auswertung der Messdaten sowie eine Echtzeit-Anzeige der Messparameter zur Konformitätsabschätzung während einer laufenden Messfahrt ermöglichen. So können auch kundenspezifische Anforderungen hinsichtlich Nutzungsprofil und Fahrdynamikanforderungen gezielt untersucht und optimiert werden.



RDE-konforme Auswertung der Messdaten sowie eine Echtzeit-Anzeige der Messparameter zur Konformitätsabschätzung

LeiRa | Leichtbau-Rating-System für Karosserie- und Fahrwerksstrukturen

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. T. Röth, roeth@fh-aachen.de

Mitarbeitende | Dr.-Ing. Juan Du,
Dipl.-Ing. Jochen Jung

Auftraggeber | Projektträger Mobilität und
Verkehrstechnologie TÜV Rheinland

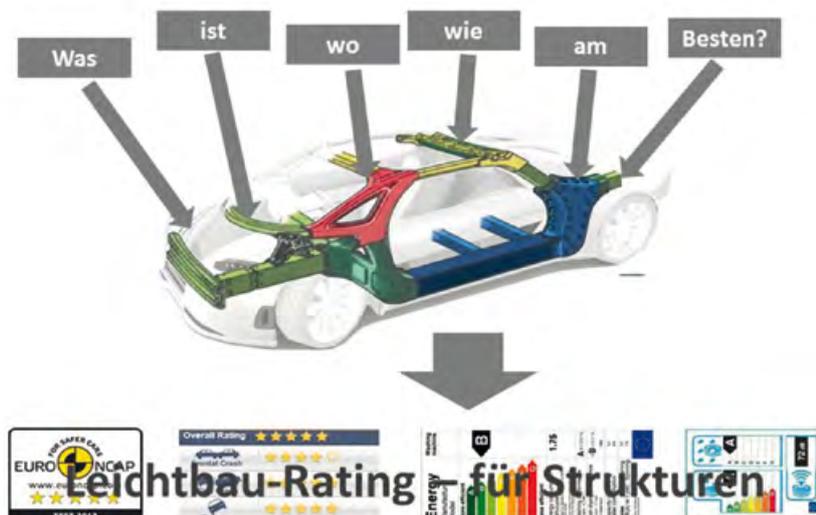
Projektvolumen | 514.074 €

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird weltweit erstmalig ein Bewertungssystem entwickelt, welches ermöglicht, Leichtbautechnologien „technisch objektiv“ miteinander zu vergleichen. Es wird das tatsächliche Leichtbaupotential hinsichtlich funktionaler Aspekte bewertet und mit wirtschaftlichen Kenngrößen ergänzt. Mit „LeiRa“ können aktuelle und auch zukünftige Werkstoffe, Fertigungs- und Fügeverfahren sowie Bauweisen miteinander verglichen und direkt Aussagen getroffen werden, an welcher Stelle im Fahrzeug „welche Technologie“ zu „welchen Kosten“ am sinnvollsten zum Einsatz kommen sollte. Dank LeiRa kann sichergestellt werden, dass zu geringsten

Kosten tatsächlich maximaler Leichtbau in einem Fahrzeugprojekt bereits in der Konzeptphase umgesetzt wird. Auch wenn der Einsatz von Bewertungssystemen in manchen Bereichen der Technik heute schon hinreichend bekannt ist, so stellt LeiRa einen gänzlich neuen Ansatz von Strukturleichtbau dar. Das Herzstück bildet eine neue Versuchs- und Simulationsmethodik. Das Leichtbau-Ratingsystem bedient sowohl Karosserie- und Anbauteilestrukturen als auch Fahrwerksstrukturen. Mit LeiRa entsteht ein eigenständiges Produkt und eine damit verbundene Dienstleistung, die alle bekannten Disziplinen des Leichtbaus adressiert.

Das Leichtbau-Rating-System muss für das volle Leichtbau-Portfolio von aktuellen und zukünftigen Werkstoffen, Fertigungs- und Fügeverfahren wie diese im Fahrzeugbau vorkommen, kompatibel sein. Selbstverständlich sind Bauweisen-Variationen wie auch jede Art von Mischformen als Untersuchungsumfang denkbar. Zusammenfassend kommen allein heute viele tausend Strukturbaueisen und Kombinationen im Fahrzeugbau zum Einsatz, welche sich für eine Bewertung mit LeiRa anbieten.

Leichtbau-Rating –
für Strukturen



Für die mechanischen Kennwerte von Fahrwerks- und Karosseriestrukturen sowie für Konzeptkosten und erste CO₂-Impakt-Kenngrößen werden klare Bewertungskriterien definiert. Diese werden im Rahmen des Forschungsprojekts erarbeitet und bilden einen wesentlichen Projektschwerpunkt (Bewertungsschema). Ausgangsbasis bieten neben „theoretischen“ Überlegungen auch wichtige Funktions-Kenngrößen aus Versuchen und Simulationen.

Auf Basis der Bewertungskriterien wird ein fest vorgegebener Versuchs- und FEM-Simulations-Validierungsablauf definiert. Dieses Programm liefert alle funktionalen Werte, welche für den Auswerteprozess benötigt werden. Der Ablauf wird sowohl versuchstechnisch als auch simulationstechnisch abgebildet und erfolgt komplementär und auch substituierend: Komplementär um eine Leichtbauweise zu validieren, substituierend bei zukünftigen Leichtbauweisen, soweit noch keine reale Hardware in Form von Profilen vorliegt. Die Projektziele lassen sich in vier aufeinander aufbauende Stufen unterteilen:

- > Ableitung einer standardisierten Profilgeometrie

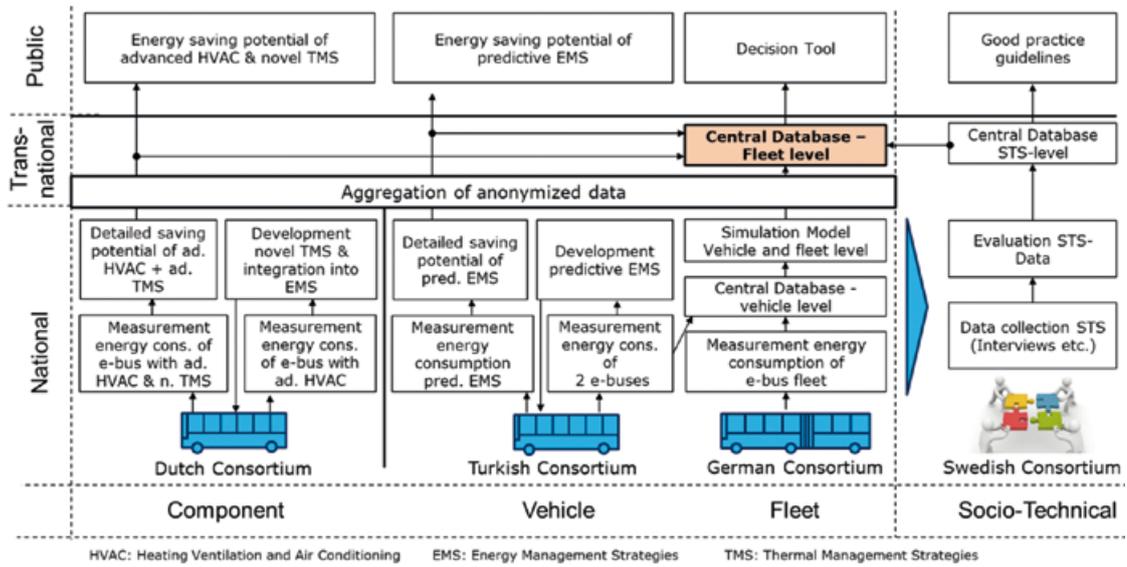
- > Entwicklung eines funktionsbasierten Bewertungsschemas
- > Definition eines standardisierten Versuchs- bzw. FEM-Simulationsablauf
- > Umsetzung eines Auswerte-Prozesses (zur Umsetzung in „LeiRa Soft“)

Im Verbundprojekt LeiRa verantwortet das ECSM mit dem Automobiltechniklabor die im Projekt erforderliche Versuchstechnik und Versuchsdurchführung zur Ermittlung der im „LeiRa-Tool“ zu verarbeitenden Kenngrößen.

Das im Rahmen des Projektes zu entwickelnde Leichtbau-Rating-Tool liefert einen entscheidenden Beitrag zur Erhöhung der Leichtbaugüte von Kraftfahrzeug-Strukturen und trägt damit vor allem zur Ressourcenschonung/Klimaschutz und allen damit verbundenen positiven Effekten bei.

Werkstoffe, Fertigungsverfahren und Fügeverfahren in heutigen Serienkarosserien										
Werkstoffe	Stahl	Complexphasenstahl Bake-Hardening-Stahl mikrolegierte Stähle Dualphasenstahl TRIP-Stahl Mangan-Bor-Stahl	Fertigungsverfahren	Urformen	Gießen generative Verfahren	Fügeverfahren	mechanisch	Stanznieten Blindnieten FDS Schrauben Bördeln Chlinchen Falzen Schrauben Buchsen	thermisch	Punktschweißen Stiftschweißen Laserschweißen Laser Löten Reibschweißen Elektrostrahl-schweißen Induktionsschweißen Widerstands-schweißen Ultraschallschweißen Magnetpulsschweißen Plasmapunkt-schweißen
	Leichtmetalle	Aluminium Magnesium		Umformen	Tiefziehen Stanz Extrudieren Walzen Rollformen Formblasen Hydroformen Biegen Kanten Strangpressen			chemisch		Bördelfalz-klebungen Unterfütterungs-klebungen Strukturklebungen Injektionskleben
	Kunststoffe	PP PUR PA PE-HD								
	Verbundwerkstoffe	CFK GFK								

Leichtbaubewertung – durch „LeiRa“ abgedecktes Spektrum an Werkstoffen und Verfahren



COSTART | Comprehensive Strategy to Accelerate the integration of electric buses into existing public transport systems

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. C. Hebel, hebel@fh-aachen.de
 mit Prof. Dipl.-Ing. H. Kemper, h.kemper@fh-aachen.de,
 Prof. Dr.-Ing. G. Feyerl, feyerl@fh-aachen.de

Mitarbeitende | Ziyi Wu M.Sc., Dipl.-Ing. Daniel Busse,
 Torsten Merkmens M.Eng., Sven Schulze M.Sc.

Förderlinie | Electric Mobility Europe Call der Europäischen Kommission in Zusammenarbeit mit der „European Green Vehicles Initiative Association

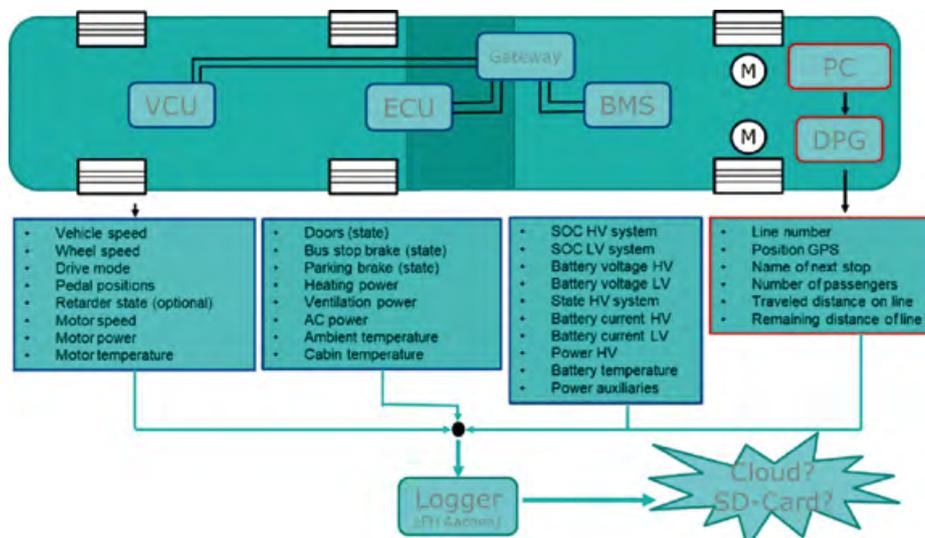
Projektvolumen | 396.647 €

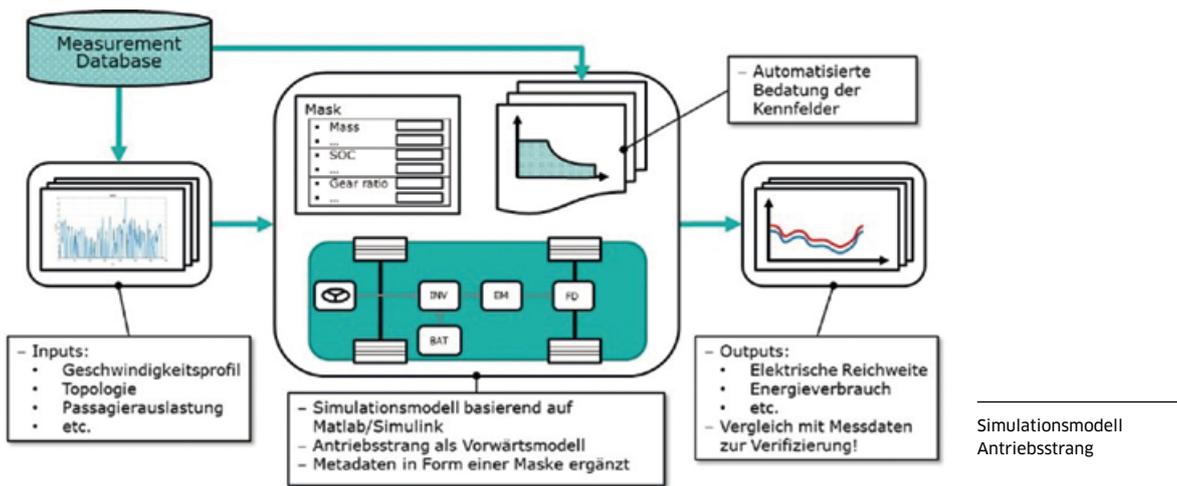
COSTART steht für eine umfassende Strategie zur Beschleunigung der Integration von elektrisch angetriebenen Bussen in bestehende öffentliche Verkehrssysteme.

Der integrative Ansatz dieses EU-Forschungsprojektes mit Partnern aus Deutschland, den Niederlanden, Schweden und der Türkei befasst sich daher mit aktuellen Forschungsfragen auf zwei verschiedenen Ebenen. Zum einen die fahrzeugtechnischen Fragestellungen auf Komponenten-, Fahrzeug- und Flotten-Ebene und zum anderen die Erarbeitung von Bewertungs-

werkzeugen, die den Entscheidungsprozess unter betriebswirtschaftlichen und sozial-ökonomischen sowie sozio-technischen Gesichtspunkten unterstützen. Das Aachener Busunternehmen ASEAG steht vor der Aufgabe, in den nächsten Jahren batterieelektrische Busse in ihren Fuhrpark zu integrieren. Dabei strebt die ASEAG einen Fahrbetrieb mit den Bustypen (Solo-, Gelenk-, Doppelgelenkbus) mit Übernacht-Ladekonzept und verschiedenen Heizsystemen an. Das nationale Konsortium im COSTART-Projekt, bestehend aus dem European Center for Sustainable Mobility und der ASEAG, begleitet, analysiert und optimiert die Inbetriebnahme der batterieelektrischen Busflotte. Die Vermessung der Elektrobusse unter realen Betriebsbedingungen liefert eine belastbare Datenbasis bezüglich Energieverbrauch für den Antrieb, für die Systeme des Heating, Ventilation & Air Conditioning (HVAC) sowie für weitere Nebenaggregate der Elektrobusflotte. Diese Datenbasis wird in ein Simulationsmodell überführt, um anschließend ein Bewertungswerkzeug, das unter Berücksichtigung der o.g. Betriebsparametern des Fahrzeugs eine Bewertung aus betriebswirtschaftlicher sowie volkswirtschaftlicher Sicht durchführt, abzuleiten.

Dies ermöglicht dem Anwender, insbesondere kommunalen Aufgabenträgern und deren ÖPNV-Betreibern, unterschiedliche Elektrobus-Konfigurationen





(Ladekonzept, HVAC-System, Solo-/Gelenk-/Doppelgelenkbus) für die spezifischen Linien/Umläufe zu bewerten und diese Ergebnisse in den Entscheidungsprozess über zukünftige Strategien bzw. Beschaffungen miteinfließen zu lassen.

Das ECSM fungiert im COSTART-Projekt als Maßnahmenleiter für das Arbeitspaket „Anwendung und Demonstration“ und ist dabei in den folgenden vier Forschungsaufgaben tätig:

(1) Erhebung von Betriebsdaten der Elektrobusse zur Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs im Realbetrieb sowie seiner Aufteilung auf Antrieb, Heating, Ventilation & Air Conditioning (HVAC) und Nebenaggregate in Abhängigkeit von klimatischen Faktoren sowie Auslastung und Liniencharakteristik

(2) Der Aufbau eines Central Data Management-Systems beinhaltet die Prüfung, Normierung und Aufbereitung der geloggteten Daten vor der Überführung in eine Datenbank zur effizienten und sicheren Bereitstellung (auf nationaler und EU-Ebene) nach unterschiedlichen Suchkriterien.

(3) Die Erstellung eines Vorwärts-Simulationsmodells, welches mithilfe von Kennfeldern für einzelne Systeme wie Batterie, Elektrische Maschine, Inverter, Verluste im Leistungsfluss detailliert berechnen kann. Ein Simulationsmodell wird zur Berechnung des Energieverbrauchs bei variierenden Randbedingungen erstellt. Die Messdaten aus dem Linieneinsatz von Bussen werden genutzt, um die für den Energiebedarf des Busses relevanten Kennfelder automatisiert zu bedaten. Als Ergebnisse folgen u.a. Energieverbrauch, Elektrische Reichweite, Ladezeit, Lokale Emissionen (falls vorhanden z.B. durch Dieselheizter).

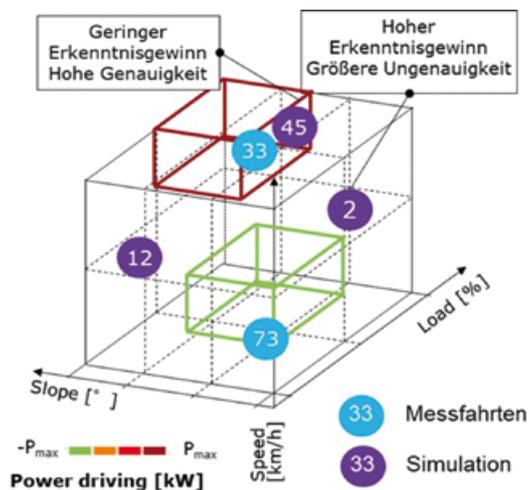
Der DOE-Optimierungsansatz wird angewendet:

- > Weil nur eine begrenzte Anzahl an Messfahrten auf spezifischen Bus-Linien möglich ist, da der Einsatz der e-Busse zunächst auf 2 ASEAG Linien begrenzt wird.
- > Um mögliche Bus-Linien mittels DOE bezüglich der Einflussfaktoren auf den Energiebedarf zu identifizieren.
- > Um den Energieverbrauch identifizierter Linien zu berechnen.

> Um mit Hilfe realer Messfahrten im Linien-Betrieb die Simulations- und DOE-Modelle evaluieren und optimieren zu können.

(4) Die Aufgabe des Teams um Prof. Dr.-Ing. Hebel ist für die Erstellung eines Bewertungstools zur Analyse von betriebs- und volkswirtschaftlichen Effekten, die durch den Einsatz von Elektrobusflotten entstehen. Mit Hilfe dieses Tools sollen Buseinsatzszenarien definiert werden, die sich optimal zur Elektrifizierung eignen. Des Weiteren sollen damit Angaben zur optimierten Konfiguration des Elektrobusse für den realen Linienbetrieb bereitgestellt werden und bereits betriebene Elektrobus-Flotten bzw. elektrifizierten Linien optimiert werden. Die Konzeptionierung des Bewertungstools erfolgt in sechs Arbeitsschritten:

- > Analyse vorhandener Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (RWS, Standardisierte Bewertung, BVWP) und Ableitung von geeigneten Berechnungsmethoden
- > Gegenüberstellung und Identifikation der relevanten Nutzenkomponenten und Kostenkategorien
- > Aufsetzen des Bewertungstools
- > Input aus Messungen der Elektrobusse
- > Simulation des Dieselmotors als Referenzfahrzeug (Kraftstoffverbrauch, Emissionen)
- > Anwendung des Bewertungstools am Beispiel der ASEAG



DOE-Versuchsraum

links: RMIT futuristisch
(Quelle: RMIT University,
2018)

rechts: Royal Melbourne
Institute of Technology
(RMIT University)



DAAD | Integrierter internationale Studiengang in International Automotive Engineering mit Doppelabschluss am Royal Melbourne Institute of Technology in Australien

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. T. Esch, esch@fh-aachen.de

Mitarbeitende | Dipl.-Päd. Corinna Hornig-Flöck

Förderlinie | DAAD, Programm „Integrierte internationale Studiengänge mit Doppelabschluss“, Bonn

Projektvolumen | 85.680 €

Hintergrund

Verstärkte Internationalisierung stellt für die FH Aachen eine strategische Positionierung dar. Dies geschieht zum einen im Kontext der zunehmenden Globalisierung im Bildungswesen und zum anderen im Kontext der Wirkung demographischer Entwicklungen. Es besteht zunehmendes Interesse internationaler (australischer) Studierender, einen Studienabschluss an der FH Aachen (möglichst in der Zusammenarbeit mit einem deutschen Industrieunternehmen) zu erlangen. Ebenso steigt auf Seiten der deutschen Studierenden die Nachfrage nach Auslandsaufenthalten, mit dem Ziel des Erfahrungsgewinns und der Vertiefung von Sprachkenntnissen. Gleichzeitig hat auch die FH Aachen das Interesse, internationale Kontakte weiter auf- und auszubauen und damit natürlich auch weitere Studierende zu gewinnen. Mit attraktiven Double Degree Abkommen in den Masterstudiengängen Aerospace Engineering und International Automotive Engineering, abgeschlossen mit dem renommierten Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) in Melbourne, vertieft die FH Aachen die langjährige erfolgreiche Partnerschaft zwischen den beiden technischen Hochschulen. Mit dem internationalen Studiengang wird für beide Partner zusätzliches Bildungs- und Forschungspotenzial geschaffen.

Das Double-Degree Studium

Im Gegensatz zum grundständigen Masterstudium mit 3 Semestern umfasst das Double Degree Studium 4 Semester. Die ersten beiden Semester werden dabei jeweils an der Heimathochschule absolviert, im 3. und 4. Semester sind die Studierenden dann an der Part-

nerhochschule und fertigen auch dort ihre Masterarbeit an. Der Kooperationsvertrag mit dem RMIT sieht eine Kohorte beider Hochschulen von insgesamt 10 Studierenden je akademischem Jahr vor. Nach dieser Regelung werden für beide Studiengänge jeweils fünf freie (nicht studiengebührenpflichtige) Studienplätze vom RMIT bereitgestellt. Diese werden als „Fee Waiver“ bezeichnet und in einem Auswahlverfahren vergeben. Im Gegenzug sichert die FH Aachen ebenfalls jeweils fünf Plätze den Studierenden des RMIT zu.

Im Juli 2018 ist planmäßig die 4. Kohorte (1. Kohorte mit DAAD Förderung) des Studienganges International Automotive Engineering gestartet und ein deutscher Studierender nach Australien gereist, um dort den zweiten Teil des Studiums zu absolvieren. Der Studierende konnte erstmalig, neben der Befreiung der Studiengebühren, von einem DAAD Stipendium aus dem Programm „Integrierte internationale Studiengänge mit Doppelabschluss“ profitieren. Geförderte Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhalten einen Reisekostenzuschuss von 1350€, eine Versicherungspauschale von 35€ pro Monat, sowie ein Teilstipendium in Höhe von 300€ pro Monat, welches über die gesamten 12 Monate gezahlt wird. Dieses Stipendium erhöht in großem Maße die Attraktivität des Studiengangs, da die finanzielle Hürde eines Aufenthalts in einem Land mit deutlich höheren Lebenshaltungskosten sinkt. Es wird sichergestellt, dass der Studienerfolg steigt, da geförderte Studierende weniger Zeit für Nebentätigkeiten zur Finanzierung des Auslandsaufenthalts verwenden müssen und sich somit mehr auf ihr Studium konzentrieren können.

Erfolge

FH-Studierende in Melbourne berichten durchweg positiv über ihre Zeit an der Partnerhochschule und profitieren in hohem Maße von der Möglichkeit ihr Wissen und Können an einer renommierten Universität zu vertiefen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erzielten in den letzten Jahren durchweg sehr gute Erfolge während ihres Auslandsaufenthaltes und konnten in hohem Maße von dem Doppelabschluss profitieren. So bekamen mehrere Studierende bereits während des Studiums Promotionsmöglichkeiten oder



Studierende im DAAD
Programm

attraktive Jobangebote und konnten nach erfolgreichem Abschluss des Studiums nahtlos eine Erwerbstätigkeit aufnehmen.

Das Double-Degree-Studium bringt exzellente Absolventen hervor, die es verstehen, sich im internationalen Markt zu bewegen und weltoffen zu handeln.

Ausblick

Im Rahmen des DAAD Programms werden auch im Juli 2019 wieder mehrere Studierende des Studiengangs International Automotive Engineering zum RMIT gehen, um dort den Abschluss zu erwerben. Für das Sommersemester 2019 ist zudem eine erste Austausch-Dozentur geplant, bei der ein deutscher Lehrender eine Veranstaltung in Melbourne halten wird. Ein Gegenbesuch ist ebenfalls vorgesehen. Beide Aufenthalte, die anteilig aus DAAD Mitteln mitfinanziert werden, bereichern die bisherigen Aktivitäten in hohem Maße.

Fahrzeuge und Infrastruktur des Schienenverkehrs

Der Schienenverkehrssektor hat den Sprung in die Elektromobilität bereits seit vielen Jahren erfolgreich vollzogen. Dennoch gibt es einige Themen, die sich, aufgrund der weltweiten Trends der Mobilität wie zunehmende Verstädterung, mehr und längere Pendlerwege, weniger privater Autobesitz und höheres Bedürfnis nach intermodalen Mobilitätsangeboten, ändern bzw. weiterentwickeln müssen. Insbesondere im Schienengüterverkehr liegt ein großer Forschungs- und Entwicklungsbedarf z.B. in der Weiterentwicklung von Fahrzeugkomponenten (u.a. Bremsen, Kupplung) und den Ausbau sowie die Optimierung der Infrastruktur (u.a. Gleisanschluss). Die Interoperabilität im Schienenverkehr zeigt sich in den Schnittstellen zu Industrie 4.0 und Logistik 4.0.

Güterwagen 4.0 | Innovative Güterverkehrslösungen

Projektleitung | Prof. Dr.-Ing. Manfred Enning, enning@fh-aachen.de
mit Prof. Dr.-Ing. Raphael Pfaff, pfaff@fh-aachen.de
Prof. Dr.-Ing. Bernd D. Schmidt, b.schmidt@fh-aachen.de

Mitarbeitende | Daniela Wilbring B.Eng.

Auftraggeber | Bundesministerium für Bildung und Forschung, Fördermaßnahme: KMU-innovativ

Projektvolumen | 299.442 €

Einer der Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte ist der Schienengüterverkehr (SGV). Weil es immer schwieriger wird, mit technologischen Konzepten von gestern einen schnellen und effizienten Schienengüterverkehr mit räumlich stark verteilten Quellen und Senken (Einzelwagenverkehr) zu realisieren, konzentriert sich der SGV zunehmend auf den Transport großer Gütermengen in Ganzzügen und auf den sogenannten „Kombinierten Verkehr“. Langfristig führt das aber zu weiteren Verlusten im Modal Split. Industrie 4.0 und Logistik 4.0 sind motiviert durch Mass Customisation, also der Herstellung individueller Produkte zu Stückkosten einer Massenfertigung sowie Just-In-Time-Lieferungen und hochindividualisierter Zustellung auf der letzten Meile zum Kunden.

Um diese Abwärtsspirale aufzubrechen und der Bahn Gelegenheit zu geben, ihre unbestreitbaren Vorteile bezüglich Energieverbrauch und CO₂-Emissionen auszuspielen, muss der Güterwagen zu einem aktiven und kommunikativen Betriebsmittel werden. Er muss

im Sinne des „Internet der Dinge“ selbständig mit den Prozessen der Intralogistik auf der einen und den Prozessen des Bahnbetriebs auf der anderen Seite kooperieren. Der Güterwagen 4.0 setzt auf Automatisierung aller wichtigen Funktionen und schafft somit einen Investitionsanreiz bei allen Beteiligten, also vornehmlich Eisenbahnverkehrsunternehmen, Eisenbahninfrastrukturunternehmen, Versendern und Wagenhaltern. Das Konzept basiert auf folgenden Komponenten:

- > Energiegewinnung und Speicherung
- > Bordnetz zur Stromversorgung
- > Kommunikationsstruktur:
 - > Wagenintern zu Aktoren und Sensoren
 - > Zugintern zu anderen Wagen und zur Lokomotive
 - > Geschützt zur IT-Infrastruktur der Stakeholder
- > Aktorik und Sensorik
 - > Sensorik zur Zustandsüberwachung
 - > Umstellantriebe, z.B. zur Bremseneinstellung
 - > Autarker Antrieb zum Betrieb auf der letzten Meile
- > Quelloffenes, erweiterbares Betriebssystem WagonOS

Da die Interoperabilität im Schienenverkehr eine große Rolle spielt, wurde zum Güterwagen 4.0 ein modulares Konzept entwickelt, das die schrittweise Nachrüstung der Fahrzeuge ermöglicht. Angefangen mit der Klasse 1, die über Energiegewinnung, -speicher und Kommunikationsinfrastruktur verfügt, bis zur Klasse 5, die mit zusätzlicher Aktorik und dem autarken Antrieb für viele Anwendungen einen hohen Zusatznutzen bietet.



Ausstattungen und Labore

Das ECSM verfügt durch die Beteiligung der Fachbereiche 2, 5, 6 und 8 sowie dem SIJ über ein breites Leistungsspektrum in Form von Ausstattungen und Labore, um ganzheitliche Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen im Themenkomplex nachhaltige Mobilität zu betreiben. Im Folgenden werden die Einrichtungen einiger Institutsmitglieder auszugsweise vorgestellt:

Fahrzeugelektronik und EMV

Das Labor für Fahrzeugelektronik und EMV verfügt über eine breitgefächerte Ausstattung zur normgerechten Untersuchung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) von elektronischen Fahrzeugbaugruppen. Im Einzelnen stehen folgende Messplätze zur Verfügung:

- > **BCI Messplatz**
Prüfung der gestrahlten Störfestigkeit von Steuergeräten und Sensorik nach ISO 11452-4 bis zu 400 MHz mit bis zu 200 mA Störbeaufschlagung.
- > **Störspannungsimpulse gemäß ISO 7637**
Untersuchung der leitungsgeführten und kapazitiven Störfestigkeit gegenüber den in der ISO 7637 genannten Störspannungsimpulsen. Die meisten Prüfungen können auch im 24 V Bordnetz durchgeführt werden. Je nach Prüfpuls beträgt der maximale Prüfstrom 5 A.
- > **Leitungsgeführte Störspannungs- und strommessung**
Bestimmung der Störemission von elektronischen Unterbaugruppen gemäß CISPR 25. Es kann sowohl der Störstrom als auch die Störspannung gemessen werden. Die vorhandenen Netznachbildungen lassen Prüfströme bis zu 200 A zu.
- > **ESD Messplatz**
Überprüfung der Störfestigkeit gegenüber Elektrostatischer Entladung (ESD). Die üblichen RC-Kombinationen sowie unterschiedliche Prüfspitzen können eingesetzt werden. Die maximale Prüfspannung beträgt 25 kV.

Die für die Analyse und Überwachung der Prüfkörper notwendige Hard- und Software steht weitestgehend zur Verfügung. Neben geeigneten Oszilloskopen mit bis zu 4 GHz Bandbreite inkl. optisch entkoppelter Tastköpfe bis 100 kHz Bandbreite sind eine optisch entkoppelte CAN-Bus Schnittstelle zur Überwachung sowie entsprechende CAN Analysetools vorhanden. Darüber hinaus steht ein EM-Nahfeldscanner der Firma EMSCAN Inc. zur Untersuchung der Nahfeldcharakteristik von Schaltungen zur Verfügung. Mit diesem Hilfsmittel ist es möglich, EMV Probleme zu analysieren und die Abhilfemaßnahmen auch ohne normative Feldstärkemessungen zu verifizieren.

Zur simulatorischen Untersuchung von Funkwellenausbreitung und EMV Problemen sind Lizenzen der Softwarepakete WinProp und FEKO der Firma Altair vorhanden.

Laborleitung | Prof. Dr.-Ing. Michael Hillgärtner
hillgaertner@fh-aachen.de

Automobiltechniklabor (ATLab)

Die technische Ausstattung des Automobiltechniklabors umfasst mehrere Komponenten, die im Folgenden näher dargestellt werden.

Crashschlittenanlage bis 80 km/h

Diese Anlage wird zur Ermittlung von Verformungen aus dynamischen Stauch- und Biegeversuchen eingesetzt und dient letztlich der Bestätigung von Ergebnissen aus FEM-Simulationen oder als Funktionskontrolle von Bauteilen. Die Besonderheiten der Crashschlittenanlage sind:

- > Höchste Genauigkeit durch präzise Schlittenführung
- > Variable Versuchsaufbauten
- > Hohe Wiederholgenauigkeit

Mechanischer Zug-Druck-Prüfstand

Ein weiterer Bestandteil des Labors ist der Prüfstand zur Ermittlung von Verformungen aus quasistatischen Stauch-, Biege-, Torsions- und Zugversuchen zur Bestätigung von Ergebnissen aus FEM-Simulationen oder als Funktionskontrolle von Bauteilen. Die Besonderheiten des mechanischen Zug-Druck-Prüfstands sind:

- > Übertragung sehr hoher Kräfte
- > Höchste Genauigkeit durch 4-Säulen-Führung
- > Umsetzung außergewöhnlich hoher Verfahwege

Der servohydraulische Betriebsfestigkeitsprüfstand

dient der statischen und dynamischen Material- und Bauteilprüfung für Zug-, Druck- und Biegeversuche mit ruhender und zügiger Belastung. Darüber hinaus sind Schwingprüfungen im Schwell- und Wechsellast-Bereich möglich.



Von der Fahrzeugentwicklung bis zum fertigen Prototypen bietet der Bereich „**Fahrzeug- und Karosserieaufbau**“ des Automobiltechniklabors diverse Dienstleistungen:

- > Recherchen und Benchmark
- > Fahrzeugkonzepte
- > Konstruktion und Bauteilfertigung
- > Simulation, Berechnung, Prüfung und Bewertungen

Das Automobiltechniklabor der FH Aachen verfügt darüber hinaus über einen **3D-Drucker ZPrinter 450**, der zum Bau dreidimensionaler, farbiger Demonstratoren für Konstruktions- und Funktionsüberprüfungen eingesetzt wird.

Weiteres Ausstattungsmerkmal ist die **Klimakammer 2250I** (-75°C bis 180°C) mit der temperatur- und/oder feuchtigkeitsabhängige Werkstoff- und Bauteileigenschaften ermittelt werden können und dabei nach gewünschtem Zyklus analysierbar sind. Die Besonderheit der Anlage ist der große Prüfraum und Temperaturbereich.

Mit Hilfe einer **Akustikkammer** lassen sich im Automobiltechniklabor akustische Bauteileigenschaften wie Dämpfung oder Absorption ermitteln. Die Besonderheiten dieser Akustikkammer sind:

- > Kammer mit Sender- und Empfängerseite
- > Variable Zwischenwände geschlossen oder mit definierten Öffnungen (Schlüssellocheffekt)

Die **CA_x-Ausstattung** deckt die Einsatzbereiche Konstruktion, Simulation, Design und Berechnung ab. In dem Zusammenhang verfügt das Labor über Konstruktions- und Berechnungssoftware für alle Fragen der Fahrzeugentwicklung und einen 60CPU-Cluster für Crashberechnungen.

Laborleitung | Prof. Dr.-Ing. Thilo Röth
roeth@fh-aachen.de

Dieselmotorenprüfstand für die Abgasnachbehandlung am Solar-Institut Jülich

Fördermittelgeber | Deutsche Forschungsgesellschaft (DFG), Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (MIWF)

Intelligente Abwärmenutzung in Kombination mit einem effizienten und zuverlässigen Abgasreinigungssystem sind Schlüssel zu einer innovativen Abgastechologie.

Mit dieser Aufgabe beschäftigt sich das Solar-Institut Jülich (SIJ) seit 2004 in öffentlich geförderten Projekten. Aufgrund überzeugender Forschungsarbeit in mehreren öffentlich geförderten Projekten, wurde dem SIJ ein neuer Motorprüfstand am Standort Jülich im Rahmen des Programms „Forschungsgroßgeräte“ nach Artikel 91b GG durch die Deutsche Fördergesellschaft (DFG) bewilligt. Die am Standort durchgeführten Forschungsprojekte stärken vor allem die erklärten Forschungsschwerpunkte Mobilität und Energie der FH Aachen. Ab dem Sommer 2016 wird dem Solar-Institut Jülich der FH Aachen auf dem Campus Jülich ein, dem neusten technischen Standard entsprechender Dieselmotorenprüfstand für die Forschung und Entwicklung zur Verfügung stehen. Folgende Forschungsschwerpunkte sollen zukünftig abgedeckt werden:

- > Innovative Diesel-Partikelfilter (DPF): Abgasnachbehandlung zur Reduktion von Rußemissionen
- > SCR Mischer / SCR Katalysatoren: Analyse von Konzentrationsprofilen zur Optimierung von Strömungs- und Reaktionsvorgängen
- > Komponenten zur Wärmerückgewinnung mit Keramikstrukturen (Fokus auf hohe Temperaturen und chemisch robuste Systeme und Materialien/Beschichtungen)

Das Solar-Institut Jülich ist seit vielen Jahren ein zuverlässiger Forschungspartner für Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen wie z.B. das Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Langjährige Erfahrung in der Beantragung und erfolgreichen Durchführung öffentlich geförderter Projekte sowie Praxisnähe und die Entwicklung neuer For-



Das „m²c lab“ unter der Leitung von Prof. Ritz

schungsansätze zusammen mit den kooperierenden Unternehmen zeichnen das SIJ aus. Mit modernster Infrastruktur bietet sich das SIJ auch als Auftragnehmer für Forschungsfragen der Industrie an.

Laborleitung | Prof. Dr.-Ing. Ulf Herrmann
ulf.herrmann@sjj.fh-aachen.de

mobile media & communication lab. FH Aachen (m²c lab)

Im m²c lab werden innovative, interaktive Systeme konzipiert und entwickelt; dabei liegt der Fokus auf mobilen Lösungen. Die Kompetenzen in den Bereichen Usability Engineering, Innovations- und Kreativitätsmanagement, mobilen Informationssystemen, eCommerce und Elektromobilität fließen sowohl in öffentliche Fördervorhaben als auch in industrielle Projekte. Zur Ausstattung gehören ein konventionell betriebenes Fahrzeug, ein Elektrofahrzeug, ein einfacher Fahrsimulator, eine Eye-Tracking-Anlage, alle gängigen Mobile Device Plattformen sowie entsprechende Entwicklungsumgebungen. Weiterhin verfügt das Labor über ein mobiles Usability Labor sowie ein mobiles Usability Schulungslabor für maximal acht Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

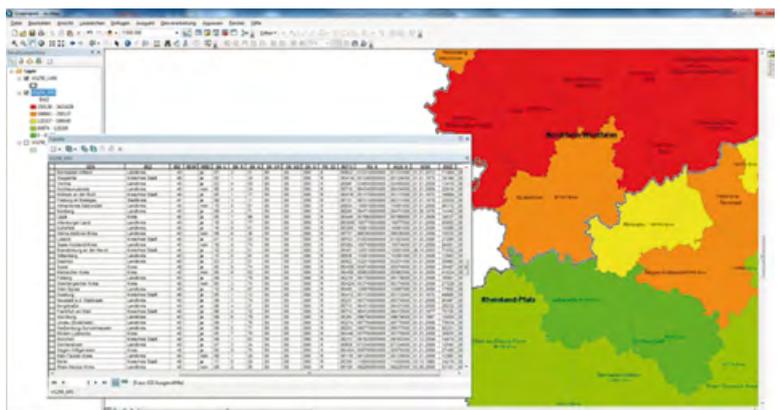
Laborleitung | Prof. Dr.-Ing. Thomas Ritz
ritz@fh-aachen.de

Labor der Stadt- und Verkehrsplanung

Das Labor im Lehrgebiet Verkehrswesen und Infrastrukturplanung des Fachbereichs Bauingenieurwesen verfügt über ein breites Spektrum an Instrumenten zum Entwurf von Verkehrsanlagen, zur Überprüfung und Optimierung von Verkehrsabläufen, zur Prognose und Abwicklung von Verkehrsaufkommen sowie zur Wirkungsanalyse:

- > VestraCad - Trassierung von Straßen als ACAD-Aufsatz
- > PROVI - Trassierung von Straßen und Schienen als ACAD-Aufsatz
- > Autoturn - Simulation von Schleppkurven als ACAD-Aufsatz
- > CARD - Trassierung von Straßen und Schienen
- > VISUM - Makroskopische Verkehrsstromsimulation
- > VISSIM - Mikroskopische Verkehrsflusssimulation
- > MapInfo, ArcGIS, QGIS - Geoinformationssystem
- > RLus - Berechnung von Luftschadstoffen aus Straßenverkehr
- > ANKE, FAKTUS, SLS, FBS - Analytische Untersuchung von Eisenbahnstrecken, Fahrplانبearbeitungssystem
- > KNOSIMO - Verkehrsqualität von Knotenpunkten
- > KREISEL - Verkehrsqualität von Kreisverkehren
- > KNOBEL - Verkehrsqualität von Knotenpunkten
- > AMPEL - Berechnung von LSA-Anlagen (mit und ohne Koordinierung)

Software im Labor der Stadt- und Verkehrsplanung





Das Leistungsangebot umfasst das gesamte Spektrum der Forschung und Entwicklung im Bereich Verkehrskonzepte, Verkehrsinfrastruktur, Mobilitäts- und Verkehrsmanagement sowie der Simulation von Verkehr auf mikroskopischer und makroskopischer Ebene.

Laborleitung | Prof. Dr.-Ing. Christoph Hebel
hebel@fh-aachen.de

Labor für Verbrennungsmotoren und Verbrennungstechnik (LTV)

Das Labor im Lehrgebiet Thermodynamik und Verbrennungstechnik im Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik verfügt über verschiedene moderne Forschungseinrichtungen zur Entwicklung aktueller und zukünftiger Antriebssysteme:

- > Einzylinder-Forschungsmotor mit variabler elektromagnetischer Ventilansteuerung (in Aachen)
- > Einzylinder-Forschungsmotor mit umfangreicher Abgasanalytik (in Melbourne)
- > Vier Motorenprüfstände mit Konditioniersystemen für Kühlmittel-, Öl- und Ansaugvolumenströme
- > Fahrzeugrollenprüfstand zur instationären Abgasemissions- und Kraftstoffverbrauchsmessung
- > Fahrzeugteststrecke für Fahrleistungsmessungen und Ausrollversuche
- > Brennkammerprüfstand für Verbrennungssystem-Analysen
- > Weitere Labore und Werkstätten zur Unterstützung des Prüfstandbetriebs

Mit CAE-Tools können lineare und nichtlineare (ein- und mehrdimensionale) Berechnung der Strömungsvorgänge im Brennraum sowie im Ansaug- und Abgasstrakt (CFD) unter Einkopplung von reaktionskinetischen Verbrennungsmodellen vorgenommen werden. In Kooperation mit dem Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) stehen weitere Forschungseinrichtungen zur Verfügung, die für gemeinsame Forschungsvorhaben genutzt werden können. Im RMIT „Green Lab“ steht den Forschern eine Konstantvolumen-Hochdruckzelle mit optischem Zugang zur Verfügung, die die freie Variation der Zündungs-/Einspritz-

zungs-Umgebungsbedingungen erlaubt. Diese ermöglicht eine grundlegende optische Analyse der Verbrennungs- und Einspritzvorgänge von flüssigen und gasförmigen Brennstoffen mittels Schlieren, PIV und LIF-Technologien und eine Charakterisierung der Turbulenz und anschließende Flammenausbreitung im Inneren der Brennkammer (PDPA, PIV, P-Sensor).

Laborleitung | Prof. Dr.-Ing. Thomas Esch
esch@fh-aachen.de

Labor im Bereich Bahnsystemtechnik

Das Labor für Bahnsystemtechnik wurde im Rahmen des Studiengangs Schienenfahrzeugtechnik (B.Eng.) an der FH Aachen im Jahr 2010 eingerichtet. Zur Ausstattung des Labors gehören eine Stellwerkssimulation mit vier Arbeitsplätzen, ein Führerstandsimulator und eine Modellbahn, die mit einer SpDrS60-Stellwerksimulation gesteuert wird.

Führerstandsimulator

Der Führerstandsimulator setzt sich aus einem Einheitsführerstand, einem Trainerarbeitsplatz und einer Verkehrssimulation zusammen. Er wird neben der Ausbildung und Lehre wie z.B. im Modul Leit- und Sicherungstechnik, auch auf Messen und in Forschungs- und Entwicklungsprojekten eingesetzt. Die Möglichkeit, mit dem Trainerarbeitsplatz in den Simulationsablauf einzugreifen macht die Anwendung sehr komfortabel und flexibel.

Stellwerksimulation

Mithilfe der Simulation eines elektronischen Stellwerks (ESTW) können verschiedene sicherungstechnische und betriebliche Zusammenhänge aus der Sicht eines Fahrdienstleiters veranschaulicht werden. Die Simulation umfasst vier Arbeitsplätze für Studenten und wird unter anderem im Modul Leit- und Sicherungstechnik eingesetzt.

Laborleitung | Prof. Dr.-Ing. Manfred Enning
enning@fh-aachen.de

Labor im Bereich Schienenfahrzeugantriebe

Im Labor für Schienenfahrzeugantriebe können an verschiedenen elektrischen Maschinen und Umrichtern Untersuchungen unter anderem zu Energieeffizienz, Regelungsalgorithmen und Bremsenergieerückspeisung durchgeführt werden. Dazu stehen zwei mechanisch gekuppelte Reihenschlussmaschinen mit je 700 kW Leistung, frei konfigurierbaren Umrichtern sowie eine umfangreiche Ausstattung mit Messtechnik zur Verfügung.

Laborleitung | Prof. Dr.-Ing. Bernd Schmidt
b.schmidt@fh-aachen.de

Labor im Bereich Schienenfahrzeugtechnik

Das Labor Schienenfahrzeugtechnik arbeitet schwerpunktmäßig in den Bereichen assistiertes, automatisiertes und Autonomes Fahren. Zu den spezifischen Einrichtungen zählen neben mehreren Workstations für numerische Simulationen und CAD auch Messtechnik und Handarbeitsplätze.

Autonomes und automatisiertes Fahren

Hier können Versuche mit der Modelllokomotive im Maßstab 1:5 auf der mobilen Gleisanlage durchgeführt werden. Sie verfügt über vier permanenterregte Synchronmotoren, eine Federspeicherbremse sowie umfangreiche Sensorik und Steuerungstechnik. Vorteil der Versuche im reduzierten Maßstab sind verkürzte Vorbereitungszeiten sowie reduzierte Kosten der Versuche.

Druckluft- und Bremstechnik

Neben in der Lehre eingesetzten didaktischen Aufbauten stehen Druckluftherzeuger der Firma Dürr sowie eine Lokomotiv-Bremstafel zur Verfügung. Der Aufbau eines Bremsprüfstands für einen vierteiligen Zug mit Bremse nach UIC/TSI ist vorgesehen. Für Untersuchungen im Bereich Brems-Blending und regeneratives Bremsen steht ein kombinierter Antriebs- und Bremsprüfstand im Maßstab 1:5 zur Verfügung.

Lebensdaueranalyse

Das Lebensdauerverhalten von Bauteilen bis zu einer Masse von 20 kg kann mit dem elektrodynamischen Shaker der Firma „MB dynamics“ bei Beschleunigungen von bis zu 30 g geprüft werden, also beispielsweise nach der DIN EN 61373 für Anbringung an Wagenkästen und Drehgestellrahmen.

Laborleitung | Prof. Dr. Raphael Pfaff
pfaff@fh-aachen.de

Veranstaltungen und Vorträge

Liste der Aktivitäten der
ECSM-Mitglieder im Jahr
2018

Datum	Mitglied	Tätigkeit	Name der Veranstaltung	Ort
03.02.2018	Pfaff, R.	Vortrag: Smart freight brake - The brake system for Wagon 4.0	SBB Brainpool innovativer Güterwagen	Zürich (Schweiz)
15.03.2018	Hebel, C.	Vortrag: Mobilitätsforschung an der FH Aachen	Tag der Forschung	Aachen
04.05.2018	Enning, M.	Gastvortrag: Der aktive und kommu- nizierende Güterwagen als Schlüssel zum nachhaltigen Schienengüterver- kehr	Gastvorlesung an der TU Dresden	Dresden
08.-09.05.2018	Röth, T.; Pielen, M.	Vortrag: Personal Public Vehicle – ein urbanes Fahrzeugkonzept für die „Shared Mobility“ der Zukunft	Hamburger Karosserie- bautagung	Hamburg
07.06.2018	Röth, T.; Pielen, M.	Vortrag: „Autonom-Ready“ – Das Elektrofahrzeug PPV (Personal Public Vehicle) als mitwachsender Technologieträger für den Einsatz in urbanen, geteilten Mobilitätsdienst- leistungen	10. Wissenschaftsforum Mobilität	Duisburg
07.06.2018	Merkens, T.; Pielen, M.	Vortrag: „SHAREuregio“ – Entwick- lung, Implementierung und Etablie- rung eines euregionalen, elektromo- bilen Car- & Bike-Sharing-Angebotes für eine Grenzregion Deutschland- Niederlanden	10. Wissenschaftsforum Mobilität	Duisburg
12.06.2018	Wu Z.; Kemper H.	Vortrag: 3D simulation and measure- ment of a specific 48 V Li-ion batte- ry module	Tagung EEHE 2018	Würzburg
03.-06.07.2018	Pfaff R.; Bücking, H.; Dirksmeier, R.	Sensor positioning and thermal model for condition monitoring of pressure gas reservoirs in vehicles	4. European Conference of the PHM Society	Utrecht (Nieder- lande)
03.-06.07.2018	Pfaff, R.; Melcher, K.; Franzen J.	Rare Event Simulation to Optimise Maintenance Intervals of Safety Critical Redundant Subsystems	4. European Conference of the PHM Society	Utrecht (Nieder- lande)
04.07.2018	Schulze, S.; Feyerl, G.; Dobelman, M.; Mühleisen, M.	Vortrag: Sensitivity Study of an Adaptive Energy Management Strategy for Heavy Vehicle Applica- tion with a P2-Hybrid Topology	4th International FEV Conference – Diesel Powertrains 3.0	Coventry, United Kingdom

Datum	Mitglied	Tätigkeit	Name der Veranstaltung	Ort
10.07.2018	Pfaff, R.	Vortrag: Towards ad hoc calculation of braking curves	Railway Brake and Friction Conference	Beijing (China)
03.-07.09.2018	Pfaff R.; Gao, H.; Babilon, K.; Reich, A.	Adhesion enhancement mechanisms and effects of sanding in wheel-rail contact	4 International Conference on Railway Technology	Sitges, Barcelona (Spanien)
13.09.2018	Hillgärtner, M.	Vortrag: EMV im HV-Bordnetz - Warum Schirmung notwendig und was erforderlich ist, auf diese zu verzichten	13. Dortmunder Autotag	Dortmund
13.-15.09.2018	Pfaff, R.	Towards the Monorail 4.0: a study of use cases and potential takeovers from the Wagon 4.0	10. International Monorail Association Annual Conference	Berlin
24.-27.09.2018	Pfaff, R.; Gao, H.; Babilon, K.; Gan, F.; Reich, A.	Model of Wheel Rail Contact for Sanding and Adhesion Management	11. International Conference on Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems 2018	Delft (Niederlande)
03.10.2018	Wu Z.; Haugg A.; Kemper H.; Pischinger S.	Vortrag: Optimal cooling solution for high-power automotive battery module - design optimization using finite element analysis and computational fluid dynamics	Tagung EVS 31	Kobe, Japan
18.10.2018	Enning, M.; Pfaff, R.; Schmidt B. D.	Vortrag: Innovationen im Betrieb: Vollautomatische "Briefkasten"-Anschlussbedienung - Gleisanschlussverkehr 4.0.	1. BME-VDV-Gleisanschlusskonferenz	Berlin
29.11.2018	Merkens, T.	Vortrag: SHAREuregio - Entwicklung eines elektromobilen Car- und Bikesharing-Angebotes für den Kreis Viersen und die Städte Venlo, Roermond, Mönchengladbach	Elektromobilitätsforum Kreis Viersen	Viersen
30.11.2018	Busse, D.; Merkens, T.	Vortrag: Integration von Elektrobusen in bestehende öffentliche Nahverkehrssysteme	2. ECSM-Fachtagung	Aachen
05.12.2018	Pfaff, R.	Vortrag: How To Optimise Your Maintenance Processes Without Compromising Safety And Performance	Railway Maintenance Conference	London (Großbritannien)

Impressum

Herausgeber | Der Rektor
FH Aachen | Bayernallee 11, 52066 Aachen
www.fh-aachen.de

Inhaltliche Konzeption und Redaktion | Torsten Merkens M.Eng.,
FH Aachen

Satz und Gestaltung | Susanne Hellebrand, Stabsstelle für
Presse-, Öffentlichkeitsarbeit und Marketing

Erscheinungsdatum | Mai 2019

Druck/Auflage | Druckerei Mainz/300 Exemplare

Bildnachweise | FH Aachen

außer:

Titel: Blattstruktur: colourbox, 2. Bild von unten: Daria Merkens,
Bild unten: FH Aachen, Pressestelle
Seite 4, 5, 7: FH Aachen, Thilo Vogel
Seite 9-11: FH Aachen, Arnd Gottschalk

Kontakt ECSM

ECSM | European Center for Sustainable Mobility
Bayernallee 9 | 52066 Aachen
T +49. 241. 6009 51170
ecsm@fh-aachen.de
www.ecsm.fh-aachen.de



Die Stabsstelle für Presse-, Öffentlichkeitsarbeit und Marketing bietet einen umfassenden Service bei der Gestaltung und Produktion von Printmedien im Corporate Design der Hochschule. Sprechen Sie uns an!
T +49. 241. 6009 51064



HAWtech
HochschulAllianz für
Angewandte Wissenschaften

ZERTIFIKAT 2014



Vielfalt
gestalten
in NRW

Gemeinsames Diversity-Audit des StifTERSverbandes
und des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft
und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen