

Fahrzeugtechnologien in und aus Österreich

Forschung und Entwicklung für eine innovative
und nachhaltige Mobilität der Zukunft



Fahrzeugtechnologien in und aus Österreich

Forschung und Entwicklung für eine innovative
und nachhaltige Mobilität der Zukunft

Wien, März 2020

Impressum

MedieninhaberIn, VerlegerIn und HerausgeberIn:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
(BMK)

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 1 711 62 65-0

bmk.gv.at

AutorInnen:

Dr. Andreas Dorda (BMK, Abteilung III/I 4 – Mobilitäts- und Verkehrstechnologien)

Katharina Kastberger (BMK, Abteilung III/I 4 – Mobilitäts- und Verkehrstechnologien)

DI Dr. Astrid Wolfbeisser (A3PS)

DI Mag. Walter Mauritsch, MA (AustriaTech – FTI-Hub-Mobilität)

Dr. Peter Raimann (AustriaTech – FTI-Hub-Mobilität)

Fotonachweis:

Covergrafik: Andrey Suslov/Shutterstock.com

Die Urheberrechte der Abbildungen in den Projektdarstellungen liegen bei den jeweiligen Fördernehmern, die Rechte der Porträtfotos bei den jeweils abgebildeten Personen (wenn nicht anders vermerkt).

Alle anderen Rechte liegen beim BMK.

Gestaltung: message Marketing- & Communications GmbH, message.at

Wien, 2020

Vorwort

Die Fahrzeugindustrie steht weltweit vor enormen Herausforderungen. Die bevorstehende Transformation bietet aber auch große Chancen. Denn durch Investitionen in Technologieentwicklung wird sie nicht nur in der Lage sein, die Ziele des Klimaschutzes zu erfüllen, sondern auch im Markt für Signalwirkung sorgen. Denn im Unterschied zu anderen Innovationen im Mobilitätsbereich bietet die Fahrzeugtechnik die Chance, durch alternative Antriebe, Leichtbau und die optimierte Steuerung der Fahrzeugelektronik nicht nur die Energieeffizienz zu erhöhen, sondern durch den Einsatz von alternativen Treibstoffen, grünem Strom und Wasserstoff auch die Energiewende durch die Nutzung klimaneutraler und erneuerbarer Energiequellen zu schaffen.

Über die Entscheidung, welchen Treibstoff und welchen Antrieb wir in Fahrzeugen einsetzen, beeinflussen wir nicht nur den Energieverbrauch, die Schadstoffemissionen und unsere Erfolge im Klimaschutz, sondern sichern auch die Arbeitsplätze in der österreichischen Fahrzeugindustrie. Fahrzeugtechnologie aus Österreich ist eine Erfolgsgeschichte mit langer Tradition und einer erfolgreichen Zukunft, wenn wir unsere Industrie durch Forschungsförderung rechtzeitig auf technologische Umbrüche vorbereiten.

Die österreichische Fahrzeugindustrie ist eine der wichtigsten Industriebranchen der heimischen Wirtschaft. Mit 370.000 Beschäftigten ist jeder zehnte Arbeitsplatz in der Fahrzeug- und Zulieferindustrie sowie den vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereichen angesiedelt. Direkt in der Produktion werden 17,1 Mrd. Euro von 42.800 Beschäftigten erwirtschaftet. Die hohe Exportquote von 88% trägt wesentlich zur österreichischen Handelsbilanz bei. Durch den Export der in Österreich hergestellten Fahrzeugkomponenten mit geringen oder keinen Treibhausgas- und Schadstoffemissionen sowie durch deren Einsatz in den Fahrzeugen internationaler Fahrzeugkonzerne trägt Österreich unmittelbar dazu bei, über die eigenen Grenzen hinaus einen nachhaltigen Straßenverkehr zu erreichen.

Aufgrund der hohen Kompetenz des Forschungsstandortes Österreich sind Ingenieurinnen- und Ingenieurdienstleistungen neben der Produktion die zweite Säule des Erfolges. Die Ausgaben für Forschung und Entwicklung betragen 2017 rund 24.862 Euro pro Mitarbeiterin und Mitarbeiter. Sie sind damit mehr als doppelt so hoch wie das Branchenmittel innerhalb der österreichischen Industrie.

Das BMK vereint durch seine Verantwortung für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie wesentliche Kompetenzen, um die Wirtschaft beim aktuellen Umbruch zu unterstützen und der Gesellschaft eine lebenswerte und nachhaltige Umwelt zu sichern. Wir fördern Forschung und Entwicklung an der Schnittstelle zwischen Verkehr und Umwelt, gestalten den rechtlichen Rahmen für Mobilität in Österreich und errichten die erforderliche Infrastruktur. In unserer Forschungsförderung kommt der Entwicklung



Bundesministerin
Leonore Gewessler

neuer Mobilitätstechnologien höchste Priorität zu. So schaffen wir die Grundlagen, um Schadstoffausstoß und Treibhausgasemissionen zu reduzieren, erneuerbare Energie auch im Mobilitätsbereich einzusetzen, und sichern gleichzeitig durch gezielte Förderung die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Fahrzeugzulieferindustrie.

Als Land im Herzen Europas ist Österreich für länderübergreifende Forschungs-kooperationen und Umsetzungsprojekte besonders geeignet. So errichten wir mit unseren Partnern ein effizientes und nachhaltiges Mobilitätssystem in Europa und beteiligen uns in der stark globalisierten Automobilindustrie an weltweiten Wertschöpfungsketten. Die österreichische Industrie und Forschung hat in den Rahmenprogrammen der EU seit Jahren weit überdurchschnittliche Erfolgsquoten. Um die österreichische Industrie und Forschung auf einer strategischen Ebene zu unterstützen, engagiert sich mein Ressort aktiv in Gremien zur Planung der F&E-Förderung sowie der Transformation in Richtung eines nachhaltigen Mobilitätssystems, wie beispielsweise in der EU-Technologieplattform ERTRAC, in den Technology Collaboration Programmes der Internationalen Energieagentur, in der Mission Innovation sowie in der International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy.

Komplementär dazu unterstützen wir seit fast 20 Jahren den Innovationsprozess auf nationaler Ebene mit speziell der Entwicklung von Fahrzeugtechnologien gewidmeten Ausschreibungen im F&E-Förderprogramm „Mobilität der Zukunft“ bzw. dessen Vorgängerprogrammen sowie mittels der Förderprogramme des Klima- und Energiefonds. In der vorliegenden Broschüre erhalten Sie einen umfassenden Überblick über nationale und internationale F&E-Projekte im Bereich Fahrzeugtechnologien mit österreichischer Beteiligung.



Leonore Gewessler

Inhalt

1 Herausforderungen und Ziele	9
1.1 Standortsicherung durch Innovation.....	10
1.2 open4innovation.....	11
1.3 Innovationsfördernde öffentliche Beschaffung.....	12
1.4 TECXPORTOnline-Plattform.....	13
2 Forschungsförderungslandschaft	15
2.1 Nationale Förderprogramme, Organisationen und Netzwerke.....	16
2.2 Internationale Forschungskooperationen und Technologieplattformen.....	30
2.3 Eckdaten zur Forschung im Bereich Fahrzeugtechnologien.....	38
3 Forschungsschwerpunkte	45
3.1 Elektromobilität, Speicher- und Hybridtechnologie.....	48
3.2 Brennstoffzellentechnologien und -fahrzeuge.....	114
3.3 Kraftstoffe.....	144
3.4 Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor.....	158
3.5 Abgasnachbehandlung und thermisches Management.....	174
3.6 Leichtbau.....	192
3.7 Automatisiertes Fahren und Fahrzeugelektronik.....	202
4 Projektverzeichnis	237
4.1 Projektverzeichnis.....	238
5 Verzeichnis der Projektpartner	249
5.1 Verzeichnis der Projektpartner.....	250
6 Glossar	281

1

Herausforderungen und Ziele

1.1 Standortsicherung durch Innovation

Das BMK arbeitet für einen Forschungs-, Technologie- und Innovationsstandort Österreich auf hohem Niveau, der mit der Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen die Wettbewerbsfähigkeit und die FTI-Intensität des österreichischen Unternehmenssektors erhöht. Damit sollen qualitativ hochwertige Arbeitsplätze gesichert und den großen Herausforderungen der Zukunft mittels Entwicklung von innovativen Technologien begegnet werden.

Im internationalen Vergleich konnte Österreich seine Position bei wichtigen FTI-Indikatoren in den letzten Jahren verbessern. So hat sich die F&E-Quote Österreichs seit 2010 von 2,73% auf 3,17% (2018) gesteigert. Damit gehört Österreich zu den führenden Nationen im Hinblick auf seine Forschungs- und Entwicklungsausgaben und liegt europaweit hinter Schweden an zweiter Stelle und weltweit vor Ländern wie den USA und China. Durch die positive Entwicklung der Patentintensität (Patente je 1.000 Beschäftigte in F&E) konnte sich Österreich im Europavergleich zwischen 2012 und 2016 vom 5. auf den 4. Rang verbessern.

Die Steigerung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben ist ein wesentliches Element der FTI-Strategie 2020. Österreich verbesserte sich seit ihrer Verabschiedung 2011 in den Bereichen technologische Reife, politische und ökonomische Rahmenbedingungen und in der Qualifizierung von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern. So ist die österreichische Wirtschaft in der Lage, komplexe Produkte und Prozesse zu generieren und auf einem globalen Markt zu etablieren, die Bevölkerung ist gut ausgebildet und Unternehmen kooperieren, im internationalen Vergleich betrachtet, häufig mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Das BMK beteiligt sich seit 2018 an den Arbeiten zur Erstellung der neuen FTI-Strategie Österreichs „Zukunftsoffensive für Forschung, Technologie und Innovation“.

Die privaten Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Industriesektors sind wegen der Wirtschaftsentwicklung zyklischen Schwankungen ausgesetzt und oftmals auf marktnahe Entwicklungen fokussiert. Zur Gegensteuerung setzt das BMK als strategische Maßnahmen auf die Stärkung von Forschungsaktivitäten allgemein und auf eine hohe Gewichtung zukunftssträchtiger Technologien, die das Potenzial haben, ökologische, soziale und wirtschaftliche Problemstellungen bewältigen zu helfen. Die Förderung der unternehmensorientierten und außeruniversitären Forschung und Technologieentwicklung in den Themenbereichen Mobilität, Energie, Produktion und IKT trägt dazu in hohem Maß bei.

BMK-Ziele

- Steigerung der Forschungs-, Technologie- und Innovationsintensität (FTI-Intensität) des österreichischen Unternehmenssektors.
- Entwicklung von Technologien für eine moderne, effiziente, leistungsfähige und sichere Infrastruktur zur Bewältigung der großen Zukunftsherausforderungen Klimawandel und Ressourcenknappheit.

- Steigerung der Zahl der Beschäftigten im Bereich Technologie und Innovation mit besonderem Augenmerk auf Erhöhung des Anteils der Frauen.

Innovationskette steht im Fokus

Das BMK hat das Ziel, die gesamte Innovationskette von der exzellenzorientierten Grundlagenforschung über die angewandte FTI bis hin zur Überleitung in marktfähige Produkte und Dienstleistungen umfassend zu fördern sowie die Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu intensivieren. Weiters ist das BMK bestrebt, die Wertschöpfung im Inland zu steigern, indem forschungsintensive Wirtschaft und wissensintensive Dienstleistungen gefördert werden und dabei verstärkt nachfrage-seitige Instrumente in der Beschaffung, der Regulierung oder der Standardisierung zur Stimulierung von Innovationen eingesetzt werden. Auf internationaler Ebene gestaltet Österreich die gesamteuropäische Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik in einer „European Knowledge Area“ entscheidend mit.

In diesem Kontext strebt das BMK den Aufbau und die Intensivierung internationaler Kooperationen wie beispielsweise im Rahmen der Tätigkeiten der Internationalen Energieagentur sowie die Vernetzung österreichischer (Zuliefer-)Unternehmen mit internationalen Wertschöpfungsketten wie etwa im Kontext der European Battery Alliance (EBA) und das Heranführen österreichischer Forschungsakteurinnen und -akteure an die EU-Forschungsrahmenprogramme an.

Weitere Informationen unter:

bmk.gv.at

1.2 open4innovation

Die digitale Transformation beschäftigt Politik und Gesellschaft. Innovative Lösungen helfen uns, die Zukunft besser zu meistern. Auf der Plattform open4innovation stellen wir Ergebnisse öffentlich geförderter Forschung und technologischer Entwicklung bereit und schaffen eine Basis, um Wissen zu teilen, Co-Creation zu ermöglichen und das Konzept Open Innovation für Unternehmen, Forschende sowie Bürgerinnen und Bürger mit Leben zu füllen. Unsere Motivation ist dabei, kontinuierlich Ergebnisse geförderter Projekte zentral und themenübergreifend zugänglich zu machen. Damit geben wir einen Anstoß zur Lösung unserer großen gesellschaftlichen Herausforderungen. Ziel des BMK ist es, mit der Plattform open4innovation die Basis für Vernetzung und für die Gestaltung von Neuem zu schaffen. Sie ist somit ein wesentlicher Baustein zur Umsetzung der Open-Innovation-Strategie für Österreich.

Weitere Informationen unter:

open4innovation.at

1.3 Innovationsfördernde öffentliche Beschaffung

Die nachfrageseitige Stimulierung von Innovationen gewinnt als Ergänzung angebotsseitiger Ansätze, wie beispielsweise der direkten Forschungsförderung im Rahmen der Mobilitätsforschungsprogramme des BMK, stetig an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund zielt die gemeinsam von BMK und BMDW umgesetzte Initiative „Innovationsfördernde öffentliche Beschaffung (IÖB)“ auf die Erhöhung jenes Anteils des öffentlichen Beschaffungsvolumens ab, der für Innovationen eingesetzt wird. Dies soll durch eine entsprechende Nachfrage des öffentlichen Sektors nach innovativen Produkten und Dienstleistungen erreicht werden. Bei einem jährlichen Beschaffungsvolumen von etwa 45 Mrd. Euro kann die öffentliche Hand als wichtiger Referenzkunde für Neuentwicklungen dienen und so Innovationen den Weg in den Markt erleichtern. Gleichzeitig verbessert der öffentliche Sektor durch den Einsatz moderner Technologien seine Aufgabenwahrnehmung, bietet seinen Kunden bessere Services und kann umweltfreundlicher oder kostengünstiger agieren. Im Mobilitätsbereich liegt dabei ein großes Potenzial, wie beispielsweise die gemeinsam mit ASFINAG und ÖBB bereits durchgeführten Pre-Commercial-Procurement(PCP)-Vorhaben des BMK zeigen, von denen das Projekt „eHybridlok (elektronisch betriebene Lokomotive im Verschub mit und ohne Oberleitung)“ in Kapitel 2 detailliert beschrieben ist.

Das Demonstrationsprojekt eHybridlok hat die technische Umsetzbarkeit einer Hybridlok bestätigt und die Vorteile für den operativen Betrieb dargestellt. Die ÖBB-Produktion GmbH hat sich aufgrund der positiven Erfahrungen für den Erwerb weiterer Hybridloks entschieden und die Projektergebnisse in die Beschaffungsstrategie einfließen lassen.

Abbildung 1: eHybridlok – Energiespeicher auf einer elektrischen Verschublokomotive Rh 1063 für Betrieb ohne Oberleitung auf Basis eines Lithium-Eisen-Phosphat-Akkumulators mit Supercap



Seit Inkrafttreten des BVerGG 2018 steht öffentlichen Auftraggebern mit dem neuen Vergabeverfahren „Innovationspartnerschaft“ ein Instrument zur Verfügung, das die Entwicklung und den anschließenden Erwerb innovativer Lösungen in einem Verfahren ermöglicht. Die FFG bietet mit der F&E-Innovationspartnerschaft in diesem Zusammenhang ein neues Förderinstrument an, das bereits von der ASFINAG im Projekt „Straßenkraftwerk“ genutzt wird.

Weitere Informationen unter:

ioeb-innovationsplattform.at

1.4 TECXPORTRonline-Plattform

Mit der TECXPORTRonline-Plattform stellen BMK und FFG in Kooperation mit der Außenwirtschaft Austria eine Onlineplattform für die kompakte Präsentation österreichischer Technologiekompetenzen zur Verfügung. Fahrzeugtechnologien haben dabei einen besonderen Stellenwert und erhalten auf TECXPORTR einen eigenen Bereich.

Was bietet die TECXPORTRonline-Plattform?

- Plattform für innovative Unternehmen aus Österreich, um sich mit möglichen Kunden weltweit einfach und gezielt zu vernetzen.
- Unterstützung innovativer Unternehmen beim Einstieg in den internationalen Markt.
- Gezielte Vermittlung von potenziellen Kunden durch die TECXPORTR-Partner BMK, FFG und Außenwirtschaft Austria.
- Kompakte Technologieprofile erleichtern potentiellen Kunden das Finden passender Lösungen für deren Vorhaben.

2

Forschungs- förderungs- landschaft

Forschungs- und Entwicklungsprojekte fördern die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und des Forschungsstandorts Österreich und liefern Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen wie den Klima- und Gesundheitsschutz durch Emissionsreduktion von Treibhausgasen, Schadstoffen und Lärm. Strukturelle Anpassungen erfordern technologiepolitische Strategien und die Vernetzung der politischen Entscheidungsträger mit Forschung und Industrie. Die Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien im BMK hat folgende Programme ins Leben gerufen und beteiligt sich in nationalen, europäischen und internationalen Netzwerken.

2.1 Nationale Förderprogramme, Organisationen und Netzwerke

Im Folgenden werden nationale Förderprogramme, Organisationen und Netzwerke aus dem Fachbereich Fahrzeugtechnologien vorgestellt.

2.1.1 Mobilität der Zukunft (MdZ)

Das BMK förderte die Entwicklung alternativer Antriebe und Treibstoffe bereits im Rahmen der Programme A3 und A3plus von 2002 bis 2011 mit 50 Mio. Euro. Die vorliegende Broschüre beinhaltet die seit 2012 geförderten thematischen Nachfolgeprojekte aus den Förderschienen „Mobilität der Zukunft“, „Energieforschung“, „Energieeffiziente Fahrzeugtechnologien“, „Leuchttürme der E-Mobilität“ und „Vorzeigeregion Energie“. Für die Umsetzung dieser Projekte wurden in Summe mehr als 135 Mio. Euro an Förderung bereitgestellt. Das BMK hat dadurch die Industrie und Forschung langfristig und unabhängig von wechselnden medialen Hypes für eine Einzeltechnologie durch ein ausgewogenes und technologieutrales Portfolio an Förderinstrumenten unterstützt.

„Mobilität der Zukunft“ ist das nationale Förderprogramm für Verkehrstechnologieentwicklung und Mobilitätsforschung des BMK. Es behandelt vier vorrangige Themenfelder: Personenmobilität, Gütermobilität, Fahrzeugtechnologien und Verkehrsinfrastruktur. Seit 2016 gibt es mit Automatisierung ein weiteres horizontales Themenfeld, das im Rahmen der FTI-Initiative „Automatisiert – Vernetzt – Mobil“ eingeführt wurde und im Rahmen des „Aktionspakets Automatisierte Mobilität (2019–2022)“ fortgesetzt wird. Die Umsetzung erfolgt programmübergreifend in den BMK-Programmen „Mobilität der Zukunft (MdZ)“, „Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) der Zukunft“ und dem Förderungsprogramm für Sicherheitsforschung „KIRAS“.

In den Themenfeldern Personenmobilität und Gütermobilität steht die „In-Wertsetzung“, d. h. die gesellschaftliche Anwendung von Technologien und Innovationen im organisatorischen und sozialen Kontext des Mobilitätssystems, im Vordergrund (systemische Innovationsfelder). Die Themenfelder Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugtechnologien sind komplementär dazu auf spezifische Technologien und Akteure ausgerichtet (Technologiefelder). Automatisierung als Querschnittsthema forciert die Forschung, die

Technologieentwicklung und das Testen von automatisiertem und vernetztem Fahren unter Nutzung von digitalen Testumgebungen in Österreich.

In regelmäßigen Abständen werden Ausschreibungen zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten veröffentlicht, bei denen Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Universitäten und Fachhochschulen ihre Forschungsprojekte einreichen können. Eine Fachjury gibt Förderempfehlungen über die eingereichten Projekte an das BMK. Mit den besten Projekten werden im Anschluss Förderverträge abgeschlossen. Die operative Abwicklung erfolgt über die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).



Abbildung 2: Systemische und technologische Innovationsfelder

Ziel des Programms „Mobilität der Zukunft“ ist es, durch Forschung, Innovation und Technologie neue gesamthafte Lösungsansätze zu entwickeln. Um mobilitätsbezogene Veränderungsprozesse anzustoßen und zu begleiten, ist es erforderlich, dass das gesamte Verkehrssystem als Zusammenspiel zwischen Nutzenden, Infrastruktur und Fahrzeug umfassend und integriert betrachtet wird.

„Mobilität der Zukunft“-Ziele:

- Klare Missionsorientierung: Durch das entstehende Wissen und die resultierenden Innovationen soll eine synergetische Verbindung zwischen FTI-Politik und Mobilitätspolitik entstehen.
- Ganzheitlicher Mobilitätsfokus: Ganzheitliche Lösungsansätze gehen weit über die physische Manifestation von Mobilität (Verkehr) hinaus und müssen auch vor- und nachgelagerte Bewusstseins- und Entscheidungsprozesse behandeln.
- Nutzerorientierung und umfassender Innovationsfokus: Neben technologischen Innovationen rücken verstärkt soziale und organisatorische Innovationen in den Vordergrund.
- Langfristiger thematischer Orientierungsrahmen: Neben der Impulssetzung steht eine kontinuierliche Förderung in strategischen Themenfeldern im Mittelpunkt.

- Entwicklung themenübergreifender Ansätze: Ein Fokus wird beispielsweise auf umweltfreundliche Logistikkonzepte mit Einsatz ganz neuer Fahrzeugtechnologien sowie auf urbane Mobilitätslabore gelegt.
- Forcierung programmbegleitender Maßnahmen: Diese dienen der Qualitätssicherung der Forschungsergebnisse, unterstützen die Implementierung und erhöhen die Sichtbarkeit.
- Erhöhte Kooperationen: Ziel ist die Zusammenarbeit zwischen Themenfeldern und mit anderen Programmen sowie mit Initiativen auf nationaler und internationaler Ebene.

Weitere Informationen unter:

mobilitaetderzukunft.at

Themenfeld „Fahrzeugtechnologien alternativ entwickeln“

Die Entwicklung neuer Fahrzeugtechnologien in Österreich sowie innerhalb und außerhalb Europas steht im Zeichen technologischer Innovationen. Die Fahrzeugindustrie ist eine hochglobalisierte Branche, in der die österreichischen Unternehmen in scharfem internationalem Wettbewerb stehen. Europa ist darauf bedacht, die derzeit führende Rolle seiner Fahrzeugindustrie am Weltmarkt abzusichern.

Hintergrund für den massiven Handlungsdruck zur Entwicklung neuer Fahrzeugtechnologien sind die verbindlichen umweltpolitischen Vorgaben zur Senkung von Schadstoff-, Lärm- und Treibhausgasemissionen sowie zur Erhöhung der Energieeffizienz und des Anteils nachhaltiger Energieträger im Verkehr. Weiters zwingen langfristige technologische Trends wie zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstrangs und Automatisierung der Fahrzeuge zur radikalen Neuausrichtung der Fahrzeugindustrie.

Die österreichischen Automobilzulieferer sind stark von der rechtzeitigen sowie qualitativ und quantitativ exzellenten Befriedigung der Bedürfnisse der Automobilproduzenten und deren Kunden abhängig.

Ziele des Themenfelds „Fahrzeugtechnologien alternativ entwickeln“:

Förderung der Diversifizierung der Antriebssysteme: inklusive deren Energieversorgung und Integration in ein optimiertes Gesamtfahrzeug sowie dessen Automatisierung und Vernetzung mit anderen Fahrzeugen und der Infrastruktur zur Einbettung in das Gesamtverkehrssystem. Damit soll einerseits eine Minderung der Emissionen von Schadstoffen, Treibhausgasen und des Energieverbrauchs erreicht werden. Andererseits sollen soziale und ökonomische Vorteile für den Standort Österreich generiert werden.

Schaffung von genügend hoch qualifizierten Humanressourcen: Das nachgefragte Ausbildungsprofil der Beschäftigten in der Fahrzeugindustrie wandelt sich durch die Einführung alternativer Antriebssysteme deutlich. Die in diesem Themenfeld geförderten kooperativen F&E-Projekte komplementärer Partner stellen deshalb ein wertvolles Ele-

ment der inner- und außerbetrieblichen Aus- und Weiterbildung dar, um die führende Position Österreichs auch in Zukunft halten zu können.

In Kooperation zwischen Industrie, Forschung und Technologiepolitik wurde eine Reihe von Strategiedokumenten erstellt, die dazu beitragen sollen, die führende Rolle der österreichischen Fahrzeug(zuliefer)industrie durch technologische Innovationen am Weltmarkt abzusichern.

Beispielhaft ist hier die A3PS-Roadmap zur „Eco-Mobility 2030plus“ zu nennen. Sie beschreibt Strategien der österreichischen Industrie und Forschung zur Entwicklung und Markteinführung alternativer Antriebe und Treibstoffe und zeigt auf, dass in den nächsten Jahrzehnten eine Vielzahl neuer Antriebssysteme entwickelt werden muss, um dem jeweiligen Einsatzzweck der Fahrzeugklasse optimal zu entsprechen. Weiters beschreibt die Roadmap, wie sich abzeichnende Fortschritte in der Materialforschung, Fahrzeugelektronik und Sensorik neue Potenziale für die Integration des Antriebs in ein optimiertes, gewichtsreduziertes und sicheres Gesamtfahrzeug und dessen Einbettung in das Verkehrssystem durch Vernetzung und Automatisierung eröffnen können.

Weitere Informationen unter:

a3ps.at

Die Fahrzeugtechnologieforschung in „Mobilität der Zukunft“ umfasst folgende Forschungsfelder:

- Entwicklung alternativer Antriebe und Energieträger für alle Fahrzeugklassen des Oberflächenverkehrs (inklusive elektrifizierter Antriebe)
- Flüssige und gasförmige alternative Treibstoffe
- Fahrzeugelektronik, Vernetzung, Automatisierung
- Leichtbau, Fahrzeugintegration

Horizontales Themenfeld Automatisierung

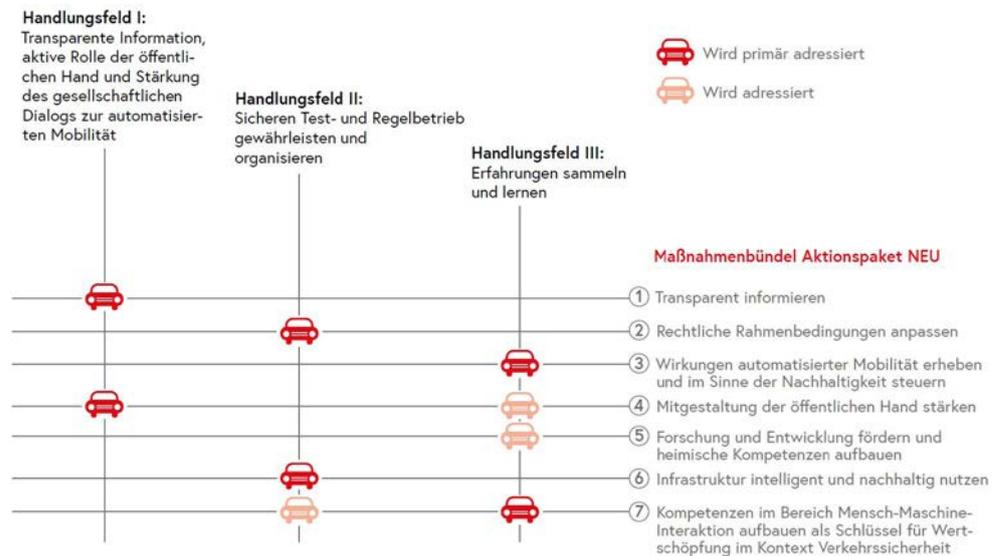
Automatisiertes und vernetztes Fahren ist eine Zukunftstechnologie an der Schnittstelle von Mobilität und digitaler Wirtschaft. Die Integration neuer Technologien und Kommunikationssysteme eröffnet Potenziale für die Mobilität des 21. Jahrhunderts, insbesondere im Hinblick auf die Erhöhung der Verkehrssicherheit und -effizienz, die Reduzierung von Energieverbrauch und Emissionen sowie hinsichtlich der nachhaltigen Stärkung des Wirtschafts- und Innovationsstandortes Österreich.

Um die daraus resultierenden neuen Wertschöpfungspotenziale auszuschöpfen und automatisiertes Fahren als Treiber für Veränderungen im Verkehrssystem in Richtung höhere Effizienz, Sicherheit und Umweltverträglichkeit zu nutzen, wurden bereits seit 2016 mit dem ersten Aktionsplan „Automatisiert – Vernetzt – Mobil“ rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen, Testumgebungen und eine Vielzahl von Forschungsprojekten gefördert. Waren damals die möglichen Potenziale von Bedeutung, so steht beim neuen „Aktionspaket Automatisierte Mobilität (2019–2022)“ der verkehrlich sinnvolle Einsatz im

Vordergrund. Testberichte und Erfahrungen aus laufenden Tests und Projekten verdeutlichen, dass die Technologieentwicklung nicht kurzfristig abgeschlossen sein wird und nur mit gestaltenden Rahmenbedingungen durch die öffentliche Hand eine gesellschaftlich sinnvolle Ausrollung ermöglicht werden kann.

Mit dem „Aktionspaket Automatisierte Mobilität“ strebt das BMK die Sicherstellung eines verkehrlich sinnvollen und effizienten Einsatzes automatisierter Mobilität sowie die Stärkung der Wettbewerbsposition Österreichs im internationalen Umfeld an. Aus dem im Zuge der Erstellung des Aktionspakets durchgeführten breiten Expertinnen- und-Experten-Prozess ergaben sich drei prioritäre Handlungsfelder für die weitere Entwicklung der automatisierten Mobilität anhand derer ein Paket von 34 Maßnahmen formuliert wurde. Alle festgelegten Maßnahmen orientieren sich an den Leitlinien eines lebenswerten öffentlichen Raumes und der Sicherstellung eines zukunftsfähigen und klimafreundlichen Mobilitätssystems.

Abbildung 3: Handlungsfelder Automatisierung



Für die Forcierung der nationalen interdisziplinären Forschungs- und Technologieförderungen zu automatisierter Mobilität (inklusive Luftfahrt) sowie für die Schaffung von Wissens- und Planungsgrundlagen und die Unterstützung der internationalen Einbindung österreichischer Akteure und Kompetenzen sieht das Aktionspaket im Zeitraum 2019–2022 rund 65 Mio. Euro vor. Diese werden in jährliche Ausschreibungen zum Thema automatisierte Mobilität in den FTI-Programmen „Mobilität der Zukunft“, „Take Off“, „Infrastruktur- und Kommunikationstechnologien (IKT) der Zukunft“, „KIRAS“ und österreichisches Weltraumprogramm (Austrian Space Applications Programme – ASAP) fließen.

Weitere Informationen unter:

bmk.gv.at/verkehr

2.1.2 Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

Forschung macht mobil

Gesellschaftliche, wirtschaftliche und technologische Entwicklungen, Digitalisierung, aber auch der Klimawandel stellen immer komplexere Anforderungen an das Verkehrssystem und seine Leistungsfähigkeit. Autonomes Fahren oder CO₂-Reduktion sind dabei nur zwei Schlagworte. Die Forschungs- und Innovationsaktivitäten zum Thema Verkehr beschäftigen sich mit Verkehrssystemen, intelligenter Infrastruktur, Verkehrssteuerung, Leitsystemen, Telematik und Navigation, Verkehrswegebau und Straßenerhaltung, aber auch mit einer großen Bandbreite an technischen Entwicklungen rund um alternative Antriebe und Treibstoffe, Kraftfahrzeuge, Bahn, Luft- und Raumfahrt oder Schiffsbau. Verkehr und Transport sind außerdem wesentliche Treiber für Technologien und Entwicklungen bei Mechatronik, Sensorik, IKT, Werkstoffwissenschaften oder barrierefreier und sozial leistbarer Mobilität.

Allein im Jahr 2018 hat die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) rund 67 Mio. Euro für neue Forschungsprojekte im Themenbereich Mobilität bewilligt. Neben themenoffenen Förderungen wie z. B. dem FFG-Basisprogramm, COMET oder COIN sind vor allem thematische Förderangebote wie „Mobilität der Zukunft“, „Take Off“, „Leuchttürme der Elektromobilität“ und internationale Programme und Initiativen wie Horizon 2020, EUREKA, Eurostars und ERA-NET sowie gemeinsame Technologie- bzw. Programminitiativen für die anwendungsorientierte Forschung relevant.

Österreich ist heute ein zentraler Standort der Automobilindustrie in Europa, ein Standort, der Arbeitsplätze schafft und sichert. Mobilität ist und bleibt ein strategisches Technologiethema – Forschung und Entwicklung, neue Technologien und Innovationen sind und bleiben der Schlüssel für die Zukunft!



Abbildung 4: Henrietta Egerth und Klaus Pseiner

Geschäftsführung der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Quelle: FFG / Martin Lusser

Forschung wirkt. FFG bewegt. Be Future

Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG wurde 2004 als Förderagentur der Republik Österreich gegründet und ist seither die nationale Förderstelle für die wirtschaftsnahe, anwendungsorientierte Forschung in Österreich. Ziel und Auftrag der FFG ist die Stärkung des Forschungs- und Innovationsstandorts Österreich im globalen Wettbewerb und damit die nachhaltige Absicherung hochwertiger Arbeitsplätze und des Wohlstands in Österreich. Die FFG fördert aktiv die Zusammenarbeit zwischen Innovationsplayern und versteht sich dabei als Partner der österreichischen Unternehmen und Institutionen in deren Bemühen, durch Forschung, technologische Entwicklung und stetige Innovationen ihre Wettbewerbspositionen auf den europäischen und internationalen Märkten – und damit insgesamt den Standort Österreich – zu stärken. Gefragt sind Innovationen, die einen wirtschaftlichen und individuellen Nutzen generieren und gleichzeitig einen Mehrwert für Gesellschaft und Umwelt bringen. Die FFG unterstützt den Innovationsprozess mit ihrem Know-how, ihren Serviceleistungen und Förderungen und ermöglicht damit eine höhere Dynamik in Forschung und Innovation.

FFG-Förderstatistik 2018:

833 Mio. Euro Fördervolumen inkl. Breitband

618 Mio. Euro Fördervolumen nur für Forschung und Innovation

3.854 Projekte bewilligt

2.756 Gutachten für die Forschungsprämie erstellt

6.000 individuelle Beratungen zum EU-Rahmenprogramm Horizon 2020
und zu europäischen Programmen/Aktivitäten

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Sensengasse 1, 1090 Wien

Telefon: +43 (0)5 7755-0

Web: ffg.at/foerderservice

E-Mail: office@ffg.at

2.1.3 Der Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung

Der Klima- und Energiefonds wurde 2007 von der österreichischen Bundesregierung ins Leben gerufen. Er unterstützt diese bei der Umsetzung einer klimaschonenden Energie- und Mobilitätswende. Mit seinen Förderprogrammen verfolgt er Langfriststrategien und setzt effektive Impulse für kurze Wege von der Forschung in den Markt. Das Ergebnis sind breitenwirksame Lösungen, die dem Standort nützen und das Klima schützen.



Gestalter der Energie- und Mobilitätswende

Die Energie- und Mobilitätsforschungsprogramme des Klima- und Energiefonds orientieren sich an den Zielsetzungen von #mission2030, der österreichischen Klima- und Energiestrategie, und adressieren die großen Herausforderungen der Energie- und Mobilitätswende:

- Die Energie- und Mobilitätswende mit Energie- und Mobilitätslösungen „made in Austria“ voranbringen: Ziel ist es, innovative österreichische Energie- und Mobilitätslösungen zu entwickeln und rasch in den Markt zu bringen.
- Stärkung und Ausbau Österreichs als Leitmarkt: Beitrag zur Energie- und Mobilitätswende in Österreich und Sicherung des Innovationsstandorts durch Fokus auf Innovationen mit hohen Absatzchancen in wachsenden Exportmärkten.
- Gesellschaftliche Akzeptanz für die Energie- und Mobilitätswende: Ziel ist das Schaffen von Akzeptanz und Vertrauen in der Bevölkerung für innovative Energie- und Mobilitätslösungen „made in Austria“.

One-Stop-Shop

Der Klima- und Energiefonds sichert als One-Stop-Shop Mehrwert zu bestehenden Förderinstrumenten. Mit einem technologieoffenen und missionsorientierten Programmansatz wird ein breites Spektrum an Optionen für die Transformation entwickelt und zur Anwendung kommen.

- Sektor- und systemübergreifende Fragestellungen, wie Digitalisierung und Sektorkopplung, gewinnen an Bedeutung.
- Großformatige Erprobungsphasen für Innovationen „made in Austria“ unter Realbedingungen beschleunigen den Technologie- und Innovationstransfer. Darüber hinaus schaffen großflächige Demonstratoren internationale Sichtbarkeit für österreichische Technologien und Produkte.
- Durchgängiges Förderportfolio von der Grundlagenforschung bis zur Marktüberleitung durch Vernetzung von Forschungs- und Umweltförderung.

Die Energie- und Mobilitätsforschungsprogramme

Die Programme des Klima- und Energiefonds sind zentrale Instrumente für Innovation in der Energie- und Klimapolitik der Bundesregierung und leisten damit einen zentralen Beitrag für den langfristigen wirtschaftlichen Erfolg Österreichs. Seit 2007 hat der Klima- und Energiefonds in Kooperation mit dem Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie rund 400 Mio. Euro in mehr als 800 Energie- und Mobilitätsforschungsprojekte investiert. Die Strategie ist gezielt auf Technologien mit hohem Wachstumspotenzial im In- und Ausland ausgerichtet.

Weitere Informationen unter:

klimafonds.gv.at

energieforschung.at

vorzeigeregion-energie.at

austria wirtschaftsservice

aws

2.1.4 Austria Wirtschaftsservice (aws)

Von der ersten Idee bis zum Markterfolg: die aws unterstützt innovative Unternehmen in allen Phasen.

Die aws ist als Förderbank des Bundes die erste Anlaufstelle bei allen Fragen der Unternehmensförderung und -finanzierung. Um innovative Unternehmen zu stärken und damit den Standort Österreich nachhaltig zu sichern, unterstützt die aws in allen Phasen der Unternehmensentwicklung: von der ersten Idee bis hin zum Markterfolg.

Die aws kann dabei auf eine breite Palette an Instrumenten zurückgreifen. Durch die Vergabe von zinsgünstigen Krediten, Garantien, Zuschüssen und Eigenkapital profitieren innovative Unternehmen ebenso wie durch das umfassende Coaching, etwa zu Schutz und Verwertung von geistigem Eigentum. Mit diesem Angebot sichert die aws jährlich 70.000 Arbeitsplätze und hilft dabei, neue Jobs zu schaffen. Mithilfe der aws-Unterstützung wurden im vergangenen Jahr rund 10.000 neue Arbeitsplätze in Österreich generiert und insgesamt etwa 5 Mrd. Euro an Investitionen durch aws-Förderungen ausgelöst.

Finanzierung für Wachstum und Innovation

Eine besondere Bedeutung haben dabei die Instrumente aws erp-Kredit und aws Garantie. Mit dem Kredit stehen jährlich 600 Mio. Euro für Investitions- und Wachstumsprojekte, für Gründungen und Übernahmen, Betriebsansiedlungen und die Entwicklung von neuen Produkten, Verfahren oder Dienstleistungen zur Verfügung. Dieser Kredit zeichnet sich durch eine lange Laufzeit, eine lange tilgungsfreie Zeit und einen besonders niedrigen Zinssatz aus.

Bei einer aws Garantie werden die notwendigen Sicherheiten für einen Bankkredit zur Verfügung gestellt. Mit diesem wirkungsvollen Instrument bekommen Unternehmen somit Zugang zu Finanzierung. Mehr als 300 Mio. Euro standen hier im vergangenen Jahr zur Verfügung.

Zusätzlich bietet die aws auch Zuschüsse, etwa für die Entwicklung von Prototypen, für die Marktüberführung von internationalen Innovationen oder für die Umsetzung von Maßnahmen im Bereich der Industrie 4.0.

Zugang zu EU-Mitteln

Unternehmen profitieren aber nicht nur von österreichischen Förderungen, sondern auch von der internationalen Vernetzung der aws und dem damit verbundenen Zugang zu europäischen Förderungsinstrumenten. Diese Mittel wurden zuletzt deutlich aufgestockt: Seit vergangemem Jahr stehen zusätzlich 96 Mio. Euro Garantievolumen für innovative

Unternehmen zur Verfügung. Basis dafür ist eine Vereinbarung zwischen Europäischem Investitionsfonds (EIF) und der aws.

Digitalisierung und Mobilität

Unternehmen können mit den Instrumenten der aws Chancen der Digitalisierung nutzen und in Wachstum investieren. Die Digitalisierung und damit Themen wie etwa Industrie 4.0 oder Vernetzung im Internet der Dinge haben sich für heimische Unternehmen zu einem wichtigen Wettbewerbsfaktor entwickelt. Für Betriebe gilt es daher, nicht nur eigene Innovationen zu entwickeln, sondern auch diese digitalen Chancen nutzen. Dabei hat zum Beispiel moderne Mobilität eine wichtige Rolle in den Unternehmen und auch bei den geförderten Projekten eingenommen. Die aws unterstützt etwa, wenn durch intelligente Logistik Leerfahrten reduziert werden. Mithilfe der Digitalisierung lässt sich zudem der Datenaustausch zwischen Unternehmen optimieren, dadurch werden Produktionsflüsse verbessert, aber auch Methoden der „Predictive Analytics“ und „Predictive Maintenance“ in Unternehmen eingeführt. Auch hier besteht ein enger Zusammenhang zum Thema Mobilität: Transportwege lassen sich somit ideal an Problemstellungen anpassen, das bringt sinkende Kosten und eine höhere Wertschöpfung für die Unternehmen, darüber hinaus aber auch einen positiven Beitrag zur Ökologisierung der Wirtschaft.

Um Themen der Mobilität geht es nicht zuletzt auch bei der Unterstützung von Unternehmensgründungen. So wurden neue Ideen und Verfahren unterstützt, die etwa Gewicht und Qualität von Fahrzeugkarosserien verbessert haben, oder neue Antriebskonzepte und Batterietechnologien gefördert. Die aws leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Marktüberführung von innovativen Ideen.

Die digitale Förderbank

Innovation und Digitalisierung spielen aber nicht nur bei den unterstützten Unternehmen und bei Förderungsprogrammen eine wichtige Rolle, sondern haben auch die aws selbst stark verändert. Mit neuen Ansätzen und Werkzeugen hat die aws den Zugang zu Förderungen für Unternehmen deutlich vereinfacht. Im digitalen Förderkonfigurator wird nach wenigen Klicks die passende Förderung angezeigt und über die aws App haben Kunden jederzeit den vollen Zugang zu den Leistungen des Hauses. Als letzter Baustein wurde zudem der Förderungsprozess bereits im Vorjahr mit der digitalen Signatur vollständig digitalisiert. Für Unternehmen heißt das: Sie gelangen schnell und einfach zur passenden Förderung.

Weitere Informationen unter:

aws.at

2.1.5 A3PS

Die A3PS wurde 2006 vom BMK gegründet und versteht sich als strategische Plattform und Partnerschaft von Technologiepolitik und Industrie bzw. Forschungseinrichtungen.



Ihre Aufgaben sind die Stimulierung, die Stärkung und die Koordination von F&E-Aktivitäten entlang des gesamten Innovationszyklus (Forschung, Entwicklung und Bereitstellung) von fortschrittlichen, emissionsreduzierten und -freien Antrieben, innovativen Fahrzeugkonzepten und Produktionstechnologien. Die A3PS bietet Beratungs- und Informationsdienstleistungen und dient ihren Mitgliedern aus Industrie und Forschung sowie der Technologiepolitik als Plattform für Kooperation.

Auftrag

Ziel der A3PS ist es, F&E und Innovationen im Bereich zukunftsweisender Antriebssysteme, Energieträger und Speicher für mobile Anwendungen voranzubringen, um deren erfolgreiche Entwicklung und Markteinführung zu beschleunigen. Die Aufgaben und Tätigkeiten der A3PS umfassen:

- **KOOPERATION:** Regelmäßige gemeinsame Aktivitäten, um Kooperationen und gemeinsame Projekte der Mitgliedsinstitutionen zu fördern.
- **NETZWERKEN:** Stimulierung von F&E-Kooperationen durch Einbindung österreichischer Industrie- und Forschungsinstitutionen in national und international führende Wertschöpfungsprozesse.
- **INFORMATION:** Stärkung der Kompetenz österreichischer Unternehmen und Forschungsinstitutionen durch Zusammentragen und Verbreiten von Informationen über zukunftsweisende Antriebssysteme und neue Energieträger, Informieren der Öffentlichkeit über die Potenziale fortschrittlicher Antriebssysteme und Energieträger.
- **PRÄSENTATION DER KOMPETENZEN:** Darbietung der österreichischen Technologiekompetenz bei nationalen und internationalen Konferenzen und Initiativen.
- **INTERESSENVERTRETUNG:** Unterstützung der Repräsentation österreichischer Interessen in internationalen Komitees und Initiativen der EU.
- **ORIENTIERUNG:** Entwicklung von gemeinsamen Strategien, Roadmaps und Positionspapieren zur Stärkung von Technologie und Entwicklung.
- **BERATUNGSFUNKTION:** Bereitstellung faktenbasierter Beratung und Empfehlungen für Entscheidungsträger zur Optimierung ihrer Maßnahmen (Förderprogramme, Regulationen, Standards, öffentliches Auftragswesen etc.) und Information der Öffentlichkeit über Möglichkeiten und Perspektiven dieser neuen Technologien.

A3PS-Arbeitskreise

Die Mitglieder der A3PS organisieren sich in vier Arbeitskreisen, die jährlich Positionen, Trends und F&E-Bedarf in ihren Bereichen erarbeiten:

- Arbeitskreis BEV (Battery Electric Vehicles)
- Arbeitskreis FCV (Fuel Cell Electric Vehicles)
- Arbeitskreis HYF (Hybrid Technology and Internal Combustion Machines)
- Arbeitskreis AVC (Advanced Vehicle Concepts)

Roadmap „Eco-Mobility 2030plus“

Die 2018 erschienene A3PS-Roadmap „Eco-Mobility 2030plus“ repräsentiert einen fundierten Überblick über sämtliche Fahrzeugtechnologien in Österreich und darüber hinaus. Dazu zählen die Themen Antrieb, Treibstoff, Leichtbau, Gesamtfahrzeug, Fahrzeugelektronik und Automatisierung.

Die A3PS-Roadmap bietet eine umfassende Perspektive über zukünftige Fahrzeugtechnologietrends und erforderliche F&E-Aktivitäten bis 2030 und darüber hinaus. Aus Sicht der österreichischen Industrie und Wissenschaft werden zukünftige Fahrzeuge von folgenden Aspekten getrieben:

- Umweltverträglichkeit, insbesondere CO₂-Emissionen
- Effizienz
- Wechsel von begrenzten fossilen Kraftstoffen hin zu erneuerbaren Biokraftstoffen
- Verfügbarkeit von Rohmaterialien
- Sicherheit

Diese Treiber werden kurz- und mittelfristig die Entwicklung einer Vielzahl alternativer Fahrzeugtechnologien und Kraftstoffe veranlassen, die optimal mit den entsprechenden Anwendungen und Fahrzeugklassen übereinstimmen.

Onlinezugriff auf die A3PS-Roadmap 2030plus: a3ps.at/a3ps-roadmaps

A3PS – Austrian Association for Advanced Propulsion Systems

Dr. Michael Nöst, CEO

Tech Gate Vienna, Donau-City-Straße 1, 1220 Wien

E-Mail: office@a3ps.at

Web: a3ps.at

2.1.6 AustriaTech

Als Agentur des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie verfolgt die AustriaTech das Ziel, in Österreich ein effizientes, sauberes, serviceorientiertes und leistbares Mobilitätssystem zu gewährleisten. Internationale Trends und langfristige Transformationsprozesse für die Gestaltung eines nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Verkehrssystems der Zukunft werden dabei in den Aktivitäten der AustriaTech aufgegriffen und bearbeitet und relevante Stakeholder hinsichtlich technischer, organisatorischer und rechtlicher Aspekte bei der Umsetzung und Weiterentwicklung von neuen Mobilitätslösungen unterstützt.

Im Mittelpunkt stehen dabei die Themen automatisiertes Fahren, digitale Infrastruktur, Dekarbonisierung, Mobilität als Service sowie Connectivity und C-ITS. Der Kontext neuer Fahrzeugtechnologien findet sich in sämtlichen Themen, die im Rahmen von konkreten

austriatech

Aufträgen, Projekten oder beim Schaffen von Rahmenbedingungen von der AustriaTech bearbeitet werden. Zusätzlich ist AustriaTech in diversen Gremien und auf Plattformen wie der C-ITS-Plattform, der Plattform der ITS Nationals und der ITS-Austria-Plattform vertreten, um die Interessen Österreichs einzubringen.

FTI Hub Mobilität

AustriaTech unterstützt das BMK bei der Gestaltung neuer Programmstrukturen und bei der Erarbeitung innovationsfördernder Rahmenbedingungen. Darüber hinaus vertritt AustriaTech das BMK auf internationaler Ebene bei Initiativen und Plattformen wie der IEA, um die internationale Abstimmung der Ausrichtung für Forschung, Technologie und Innovation (FTI) sicherzustellen. Der FTI Hub Mobilität vernetzt zudem Akteure zu relevanten F&E-Themenstellungen und fördert den Austausch und Know-how-Transfer.

Dekarbonisierung

AustriaTech beschäftigt sich im Auftrag des BMK mit dem Thema E-Mobilität und Dekarbonisierung. Im Mittelpunkt steht die Verknüpfung mit den Bereichen Mobilität, Energie und Umwelt. Neue Technologien und das Schaffen entsprechender Rahmenbedingungen werden dabei gleichermaßen berücksichtigt.

Automatisiertes Fahren

2018/19 unterstützte AustriaTech das BMK bei der Erarbeitung der aktualisierten Fassung des nationalen Aktionspakets Automatisierte Mobilität. Als Kontaktstelle ist AustriaTech Beratungsstelle, unterstützt bei Aktivitäten rund um automatisiertes Fahren in Österreich, begleitet nationale FTI- und Implementierungsprojekte und ist für das Monitoring österreichischer und internationaler Vorhaben und Aktivitäten zuständig. Als neue Aufgabe kam 2018/2019 die Vernetzung mit weiteren Stakeholdern wie Bürgerinnen, Bürgern und Städten hinzu. In EU-Projekten wie Inframix beschäftigt sich AustriaTech mit Fragestellungen zum Mischverkehr von automatisierten und nicht automatisierten Fahrzeugen.

Kooperative Systeme

Stark verknüpft mit dem Thema automatisiertes Fahren ist auch der Bereich der kooperativen Systeme und C-ITS. Der abgestimmte Einsatz von kooperativen, intelligenten Verkehrssystemen, basierend auf einer harmonisierten Übertragung von Echtzeitinformationen zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur, kann maßgeblich dazu beitragen, die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Ein erster Schritt, um einen nationalen Rahmen schaffen zu können, war die Erarbeitung der „C-ITS Strategie Österreich“, an der AustriaTech gemeinsam mit dem BMK beteiligt war. AustriaTech beteiligt sich intensiv an internationalen Projekten, die sich mit der Umsetzbarkeit und der Weiterentwicklung der technologischen Komponenten und der Definition von Standards beschäftigen. Projekte wie COOPERS, das Testfeld Telematik oder das nationale Projekt Eco_AT der ASFINAG trugen maßgeblich zur ersten Implementierung von C-ITS-Diensten entlang des europäischen C-ITS-Korridors zwischen Rotterdam, Frankfurt und Wien bei. In einem

weiteren Schritt werden die C-ITS-Implementierungen auf europäischer Ebene in der C-Roads-Plattform harmonisiert. Der nächste Schritt ist 2020 die Ausrollung von C-ITS auf dem hochrangigen Straßennetz in Österreich.

Digitale Infrastruktur und Daten

Eine der Hauptaufgaben der AustriaTech ist es, sich mit der Unterstützung der österreichischen Infrastrukturbetreiber bei der Implementierung von Mobilitätstechnologien und -diensten zu beschäftigen. Grundlage für alle zukünftigen Mobilitätsdienste sind hierbei einerseits die Datenbasis, andererseits eine entsprechende digitale Infrastruktur. Die Daten- und Schnittstellenexpertise der AustriaTech wird hierbei in zahlreichen nationalen Entwicklungen – von der Verkehrsauskunft Österreich (VAO) über die Graphenintegrations-Plattform (GIP) bis zum nationalen Zugangspunkt zu Mobilitätsdaten (mobilitaetsdaten.gv.at) – genutzt. Hierbei gilt es, nicht nur die entsprechenden technischen Schnittstellen (DATEX II, NeTeX, Open-API etc.) mit zu definieren, sondern auch generelle Empfehlungen zum Umgang mit Daten zu geben. AustriaTech ist hierbei stets wichtig, die komplette Servicekette vom Infrastrukturbetreiber bis zur Fahrerin und zum Fahrer mit allen Stakeholdern und Schnittstellen zu betrachten. Im Rahmen des EU-Projekts Linking Danube befasste sich AustriaTech mit der Verknüpfung von Reiseinformationsdiensten über die Grenzen hinweg.

Weitere Informationen unter:

austriatech.at

2.2 Internationale Forschungsk Kooperationen und Technologieplattformen

Internationale Kooperationen dienen einerseits dem Wissensaustausch und der Vernetzung, andererseits der Abstimmung hinsichtlich einer gemeinsamen internationalen Vorgehensweise. Im Folgenden werden die wichtigsten internationalen Kooperationen und Technologieplattformen vorgestellt.

2.2.1 Horizon 2020

Für das EU-Programm für Forschung und Innovation Horizon 2020 stehen knapp 75 Mrd. Euro für Forschung und Innovation auf EU-Ebene von 2014 bis 2020 zur Verfügung. Es ist das weltweit größte transnationale Programm für Forschung und Innovation. Die Finanzierungs- und Förderformen reichen von der Grundlagenforschung bis zur innovativen Produktentwicklung. Einzelforscherinnen und Einzelforscher, Unternehmen und Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sind zentrale Zielgruppen von Horizon 2020.

Drei Kernziele stehen im Fokus: Neben dem Ausbau der wissenschaftlichen Exzellenz gilt es, die Innovationskraft der europäischen Wirtschaft zu stärken und die Rolle europäischer Forschungs- und Innovationsleistungen zur Lösung zentraler gesellschaftlicher Herausforderungen global in den Vordergrund zu rücken.

Internationale FTI-Kooperation

Horizon 2020 bietet in den drei Säulen „Wissenschaftsexzellenz“, „Führende Rolle der Industrie“ und „Gesellschaftliche Herausforderungen“ vielfältige Möglichkeiten zur FTI-Kooperation mit Partnern aus Drittstaaten. Gemeinsames Interesse und beidseitiger Nutzen bilden die Grundlage für eine erfolgreiche internationale Kooperation. Gezielte Maßnahmen fördern die internationale Kooperation und ergänzen die generelle Offenheit von Horizon 2020 für die Beteiligung von Forscherinnen und Forschern und Organisationen aus Drittstaaten. Die internationale Kooperation ist strategischer ausgerichtet und stärker fokussiert als in früheren Rahmenprogrammen. Als Querschnittsthema ist sie in die verschiedenen Programmbereiche von Horizon 2020 integriert. Mehrjährige Pläne („Roadmaps“) für die Zusammenarbeit mit wichtigen Partnerländern und -regionen unterstützen dabei den strategischen Ansatz. Diese Strategie sieht außerdem einen verstärkten politischen Dialog mit den internationalen FTI-Partnerländern vor.

Gesellschaftliche Herausforderungen (Societal Challenges)

Horizon 2020 reflektiert die politischen Schwerpunkte in der Europa-2020-Strategie und fokussiert auf sieben gesellschaftliche Herausforderungen. Der herausforderungsorientierte Ansatz führt Ressourcen und Wissen aus verschiedenen Bereichen, Technologien und Fachrichtungen, inklusive Sozialwissenschaften und Geisteswissenschaften, zusammen. Dabei werden Aktivitäten von der Forschung bis zum Markt mit

Fokus auf Innovationstätigkeiten wie Pilotierung, Demonstration, Testumgebungen und Förderungen für öffentliche Beschaffung und Marktakzeptanz abgedeckt.

Die für den Mobilitätsbereich relevanteste Herausforderung stellt „Smart, Green and Integrated Transport“ dar, dessen Ziel die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Transportindustrie ist und der dazu beiträgt, ein europäisches Transportsystem zu schaffen, das ressourceneffizient, klima- und umweltfreundlich, sicher und zum Nutzen der Bürgerinnen und Bürger, der Wirtschaft und der Gesellschaft ist. Dafür steht ein Budget von 6,4 Mrd. Euro zur Verfügung.

Das Ziel eines ressourceneffizienten, klima- und umweltfreundlichen Transportsystems wird durch folgende Programmschienen adressiert:

- Mobility for Growth
- Automated Road Transport
- Green Vehicles
- Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking

Themenfeld „Fahrzeugtechnologien alternativ entwickeln“

Mobility for Growth (MG)

Das „Mobility for Growth“-Programm (engl.: Mobilität für Wachstum) deckt Forschungs- und Innovationsaktivitäten ab, die Verkehrsträger und Infrastruktur zu einem nutzerfreundlichen europäischen Verkehrssystem aus smarter und vernetzter Mobilität und Logistik integrieren. Folgende verkehrspolitische Herausforderungen bilden dabei den Schwerpunkt:

- Moduspezifische Herausforderungen für die Transportmodi Luftfahrt, Schiene, Straße, Wasser.
- Verkehrsintegrationspezifische Herausforderungen wie Stadt, Logistik, intelligente Verkehrssysteme, Infrastruktur.
- Querschnittsthemen unter Einbeziehung sozioökonomischer und verhaltensbezogener Aspekte.

Weitere Informationen unter:

ec.europa.eu/inea

Automated Road Transport (ART)

Im Zentrum von Automated Road Transport (engl.: automatisierter Straßenverkehr) stehen die Demonstration von automatisierten Steuerungssystemen für Pkw, Lkw und städtischen Nahverkehr sowie die zugrunde liegende digitale Infrastruktur, um Sicherheit, Zuverlässigkeit und Effizienz automatisierter Mobilität sicherzustellen.

Weitere Informationen unter:

ec.europa.eu

European Green Vehicles Initiative (EGVI)

Die European Green Vehicles Initiative (engl.: „grüne“ bzw. umweltfreundliche Fahrzeuge) richtet sich an Straßenverkehrsforschung und -innovation. Sie ist als contractual Public-Private-Partnership (cPPP) konzipiert, umfasst ein Budget von 1,5 Mrd. Euro, davon 750 Mio. Euro Fördermittel aus dem Horizon-2020-Programm. Die Initiative adressiert folgende verkehrspolitische Herausforderungen:

- Verbesserungen im Bereich der Energieeffizienz
- Nutzung neuer nichtkonventioneller Energien (wie Elektrizität, CNG, LNG, erneuerbare und angepasste Kraftstoffe) für fortschrittliche Antriebstechnologien
- Neue Fahrzeugarchitektur
- Schnittstellen zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur

Weitere Informationen unter:

egvi.eu

Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU)

Die Technologieinitiative Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologie (Fuel Cell and Hydrogen Joint Technology Initiative) steuert die EU-Forschungsförderungen auf dem Gebiet der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien. Die Forschungs- und Innovationsprojekte decken dabei sowohl mobile als auch stationäre Anwendungen ab.

Das FCH JU ist eine institutional Public-Private-Partnership, die Verbund- und Demonstrationsprojekte sowie Koordinierungs- und Unterstützungsaktivitäten im Sinne der europäischen Kooperation finanziert und die Verwaltungsaufgaben übernimmt. Das FCH JU untersteht einem Verwaltungsrat, der EU-Kommissionsvertreter, Vertreter des Industriesektors und Vertreter der Forschungsgemeinschaft umfasst.

Das vorgesehene Budget für den Zeitraum 2014 bis 2020 beträgt 1,33 Mrd. Euro. Die Forschungstätigkeiten werden gemeinsam durch die EU sowie durch die beteiligte Industrie und durch Forschungseinrichtungen finanziert, wobei die EU einen Finanzbeitrag von rund 700 Mio. Euro leistet, während die anderen FCH-JU-Teilnehmer ihren Beitrag durch Sachleistungen erbringen.

Weitere Informationen unter:

fch.europa.eu

ECSEL

ECSEL (Electronic Components and Systems for European Leadership) ist eine institutional Public-Private-Partnership und setzt ein Forschungs- und Innovationsprogramm für die Entwicklung einer starken und global wettbewerbsfähigen Industrie für elektronische Bauelemente und Systeme in der EU um. Das Budget umfasst 5 Mrd. Euro, von denen die EU 1,18 Mrd. Euro einbringt. Die EU-Mitgliedsstaaten beteiligen sich mit einem vergleichbaren Betrag. Die zweite Hälfte wird wie beim FCH JU von privaten Partnern aufgebracht.

Im Programm ECSEL fördert das BMK anspruchsvolle Innovationen und Technologieentwicklungen auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) in folgenden Bereichen:

- Mikro- und Nanoelektronik
- Eingebettete/cyberphysische
- Intelligente integrierte Komponenten und Systeme

Die Projekte werden von der Europäischen Kommission kofinanziert. Gefördert werden transnationale, kooperative Projekte der industriellen Forschung und experimentellen Entwicklung.

Weitere Informationen unter:

ecsel.eu

ECSEL Austria

Die Plattform ECSEL Austria ist eine industriegeleitete nationale Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsplattform für die Technologiebereiche Mikro- und Nanoelektronik, Embedded Systems und Systemintegration.

ECSEL Austria leitete im Auftrag des BMK die Formulierung der „Austrian Research, Development & Innovation Roadmap“. Alle für die Automated-Vehicle-Aktivitäten wesentlichen Industriesektoren wurden in die Erstellung einbezogen. Die Roadmap ist Basis für die ECSEL-Ausschreibung österreichischer Projekte sowie für nationale Ausschreibungen.

Weitere Informationen unter:

ecsel-austria.net

ERA-NET

Die Schaffung eines gemeinsamen Europäischen Forschungsraums (European Research Area – ERA) ist ein großes strategisches Ziel Europas. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen nationale und regionale Forschungsprogramme stärker koordiniert und aufeinander abgestimmt werden, denn mehr als 80% der öffentlich finanzierten Forschungsarbeit werden in Europa auf nationaler Ebene geleistet und erfolgen hauptsächlich über nationale und regionale Forschungsprogramme.

Diesem Grundgedanken folgend wurde das ERA-NET-Schema entwickelt. Nationale oder regionale Behörden wählen dabei Programme zur Forschungsförderung aus, die sie mit anderen Ländern koordinieren oder für transnationale Forschungsprojekte öffnen. ERA-NET-Initiativen bieten gemeinsame Ausschreibungen an, in denen Forscherinnen und Forscher transnationale Projekte einreichen können.

Österreich weist eine hohe Beteiligungsrate an ERA-NETs auf, da sie einen gerade für unsere Zulieferindustrie wichtigen und sichtbaren Rahmen für transnationale

Kooperationen und für die Koordination nationaler Forschungsschwerpunkte bieten sowie über gemeinsame Ausschreibungen die Möglichkeit eröffnen, auf europäischer Ebene zusammenzuarbeiten.

Weitere Informationen unter:

bmk.gv.at

Europäische Technologieplattformen

Europäische Technologieplattformen (European Technology Platforms, ETP) sind von der Industrie geleitete Foren zur Kooperation und strategischen Zusammenarbeit der Privatwirtschaft mit der öffentlichen Hand, um Forschungs- und Innovationsagenden sowie Roadmaps für Aktivitäten in den durch sie repräsentierten Technologiebereichen zu erarbeiten. Die Europäische Kommission sieht eine beratende Funktion der ETP bei der Umsetzung von Horizon 2020 vor.

ETP-Funktionen:

- Die Entwicklung von Strategien und die Identifizierung von Schwachstellen im Bereich Forschung und Innovation aus Sicht von Unternehmen.
- Die Mobilisierung von Stakeholdern zur Zusammenarbeit.
- Das Teilen und Verbreiten von Informationen und Wissen.

Die ETP konzentrieren sich auf strategische Fragen, bei denen Europas zukünftiges Wachstum, seine Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit von technologischen Fortschritten abhängen. Durch die Entwicklung strategischer Forschungsagenden spielen sie eine Schlüsselrolle bei der Definition von europäischen Forschungsprioritäten. Mit der Etablierung von Europäischen Technologieplattformen werden die wichtigsten Akteurinnen und Akteure in einem Forschungsbereich – Industrie, Verwaltung, Wissenschaft, KMU, Endverbraucherinnen und Endverbraucher – zusammengebracht. Durch ihre Zusammenarbeit kann das gesamte Spektrum der Wertschöpfungskette abgedeckt und eine gemeinsame Vision über die zukünftige technologische Entwicklung formuliert und verfolgt werden.

Generell unterscheiden sich die über 35 ETP nicht nur in ihren Themen, sondern auch in ihrer Struktur und in ihrer Größe voneinander. Die beiden wichtigsten ETP für den Bereich Fahrzeugtechnologien sind das „European Road Transport Research Advisory Council“ und die „European Technology and Innovation Platform Bioenergy (ETIP Bioenergy)“.

European Road Transport Research Advisory Council

Das European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC) wurde als beratender Ausschuss im Bereich Straßenverkehr gegründet, um unter Einbeziehung aller Stakeholder des Straßenverkehrssystems eine gemeinsame Planung der Straßenverkehrsforschung

in Europa zu erzielen. Das Council dient dazu, europäische Forschung darauf auszurichten, die sozialen Herausforderungen des Straßenverkehrs besser zu bewältigen und die europäische Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. ERTRAC vertritt auf EU-Ebene alle Akteurinnen und Akteure im Straßenverkehrssektor. Österreich leitet die Gruppe der nationalen Delegierten und stellt mit Dr. Andreas Dorda (BMK) einen Vice-Chairman.

Die inhaltliche Arbeit erfolgt in technologischen Arbeitsgruppen, die sich aus Expertinnen und Experten der ERTRAC-Mitglieder zusammensetzen. Die Arbeitsgruppen erarbeiten Strategiedokumente wie z. B. Szenarien, die strategische Forschungsagenda und Roadmaps zur ihrer Umsetzung zu:

- Urban Mobility
- Long Distance Freight Transport
- Energy & Environment
- Road Transport Safety & Security
- Global Competitiveness
- Connectivity and Automated Driving

Weitere Informationen unter:

ertrac.org

European Technology and Innovation Platform Bioenergy

Erklärtes Ziel der European Technology and Innovation Platform Bioenergy (ETIP Bioenergy) ist, zur Entwicklung wettbewerbsfähiger, innovativer Bioenergie- und Biokraftstoff-Wertschöpfungsketten und zur Schaffung und Stärkung der europäischen Bioenergieindustrie beizutragen. Der nachhaltige Einsatz von Bioenergie soll in der Europäischen Union durch einen Prozess der Orientierung, Priorisierung und Förderung von Forschung, Technologieentwicklung und Demonstration beschleunigt werden.

ETIP Bioenergie wurde 2016 ins Leben gerufen und bündelt die Anstrengungen der 2006 gegründeten Europäischen Technologieplattform für Biokraftstoffe (EBTP) und der 2010 gegründeten Europäischen Industrieinitiative Bioenergie (EIBI).

Weitere Informationen unter:

etipbioenergy.eu

2.2.2 Internationale Energieagentur

Die Internationale Energieagentur (International Energy Agency – IEA) ist eine Kooperationsplattform im Bereich der Erforschung, Entwicklung, Markteinführung und Anwendung von Energietechnologien. Die autonome Organisation arbeitet daran, verlässliche, leistbare und saubere Energie für ihre 30 Mitgliedsländer sicherzustellen. Die vier Schwerpunktthemen der IEA sind Energiesicherheit, ökonomische Entwicklung,

Umweltbewusstsein und weltweites Engagement. Österreich ist als Gründungsmitglied von Beginn an Mitglied der IEA.

1975 wurden mit den Implementing Agreements (IAs) multilaterale Mechanismen zur Technologiekollaboration geschaffen, die später in Technology Collaboration Programmes (TCPs) umbenannt wurden. Konzipiert sind die TCPs als Expertenplattformen, die sich auf gemeinsame Lösungen von globalen Energieherausforderungen fokussieren. An den derzeit 39 TCPs beteiligen sich etwa 6.000 Expertinnen und Experten aus Regierungs-, Industrie- und Forschungsorganisationen aus 51 Ländern. Österreichische Expertinnen und Experten sind in zahlreichen Technology Collaboration Programmes vertreten, darunter in den mobilitätsrelevanten TCPs Advanced Motor Fuels (AMF TCP), Hybrid and Electric Vehicle (HEV TCP) und Advanced Fuel Cells (AFC TCP).

Weitere Informationen unter:

[nachhaltigwirtschaften.at](https://www.nachhaltigwirtschaften.at)

Advanced Motor Fuels Technology Collaboration Programme

Das Advanced Motor Fuels Technology Collaboration Programme (AMF TCP) unterstützt die Mitgliedsstaaten bei der Entwicklung von fortschrittlichen Motorkraftstoffen und Treibstoff-Fahrzeug-Systemen sowie bei der Markteinführung zukunftsweisender Motorenkraftstoffe und damit verbundener Fahrzeugtechnologien. Das AMF TCP bietet zudem eine effektive Plattform für Kraftstoffanalysen und zur Bestimmung und Messung von Treibhausgasemissionen (THG) von Motoren.

Derzeit aktive österreichische Partner in Projekten: BIOENERGY 2020+.

Internationale FTI-Kooperation Hybrid and Electric Vehicle Technology Collaboration Programme

Das Hybrid and Electric Vehicle Technology Collaboration Programme (HEV TCP) stellt ausgewogene und objektive Informationen über zukunftsweisende Elektro-, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeuge bereit, die Regierungen und lokale Entscheidungsträger adressieren.

Das HEV-TCP-Arbeitsprogramm umfasst einen umfangreichen Informationsaustausch über Programme und Technologien in den einzelnen Mitgliedsländern, Studien über energetische und ökologische Auswirkungen beim Einsatz von Elektrofahrzeugen sowie Untersuchungen zu Infrastruktur und Speichertechnologien. Zudem werden Trends und technologische Anforderungen für zukünftige Hybridfahrzeuge untersucht.

Derzeit aktive österreichische Partner in Projekten: AustriaTech, JOANNEUM RESEARCH, Universität für Bodenkultur – Council für nachhaltige Logistik (CNL).

Advanced Fuel Cells Technology Collaboration Programme

Das Advanced Fuel Cells Technology Collaboration Programme (AFC TCP) ist eine Plattform, die eine forcierte Technologieentwicklung von Schlüsselkomponenten und -systemen von Brennstoffzellen und in weiterer Folge die Unterstützung der Markt-

implementierung durch die Analyse und Entwicklung der hierfür erforderlichen politischen Rahmenbedingungen bzw. Instrumente sowie durch den Abbau existierender Implementierungsbarrieren ermöglicht.

Ein AFC-TCP-Schwerpunkt ist mobilen Applikationen gewidmet. Dieser befasst sich mit vielversprechenden, kosteneffizienten neuen Anwendungen für Brennstoffzellen in Verkehrsmitteln. Derzeit aktive österreichische Partner in Projekten: HyCentA, Österreichische Energieagentur, Technische Universität Graz.

2.2.3 International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy

Die International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE) ist eine weltweite Plattform auf Regierungsebene, die seit 2003 die Entwicklung und Markteinführung von Brennstoffzellen und Wasserstoff als Energieträger als Schlüsseltechnologien der Fahrzeugindustrie und Energiewirtschaft strategisch begleitet.

Das BMK vertritt Österreich in den Gremien der IPHE. Anfangs war die Mitgliedschaft für Österreich nicht möglich, da diese ursprünglich nur großen Industrieländern wie den USA, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Japan vorbehalten war. Aufgrund der hohen industriellen Kompetenz Österreichs (wie etwa der Wasserstofftank der Firma Magna oder die Auxiliary Power Unit der AVL) sowie der strategischen BMK-Aktivitäten zur Förderung des Wasserstoffs, wie der Unterstützung des Clusters FCH Austria oder thematischer A3PS-Konferenzen, sowie aufgrund der Wasserstoff-Förderschwerpunkte in „Mobilität der Zukunft“ wurde Österreich 2012 zur Mitgliedschaft eingeladen und ist seit 2013 aktives IPHE-Mitglied. Die IPHE würdigte die Rolle Österreichs durch die Vergabe der Steering Committee Meetings 2019 nach Wien, die das BMK nützte, um Industrie und Forschung eine internationale Plattform zur Leistungsschau zu bieten.

Die Schwerpunkte dieser Plattform sind:

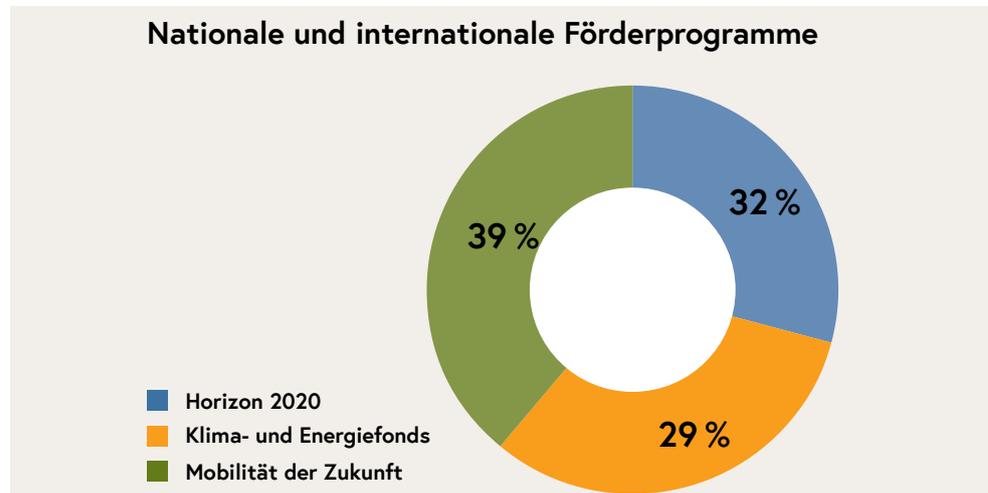
- Förderung der Entwicklung von FCH-Technologien
- Beschleunigung der Marktdurchdringung und des Aufbaus der Infrastruktur zur Energieversorgung
- Politische und regulatorische Maßnahmen für eine breite Anwendung
- Meinungsbildung politischer Entscheidungsträger und der Öffentlichkeit

Mitglieder sind neben Österreich auch Australien, Brasilien, China, Costa Rica, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Indien, Island, Italien, Japan, Kanada, Niederlande, Norwegen, Republik Korea, Russland, Südafrika, die USA sowie die Europäische Kommission.

2.3 Eckdaten zur Forschung im Bereich Fahrzeugtechnologien

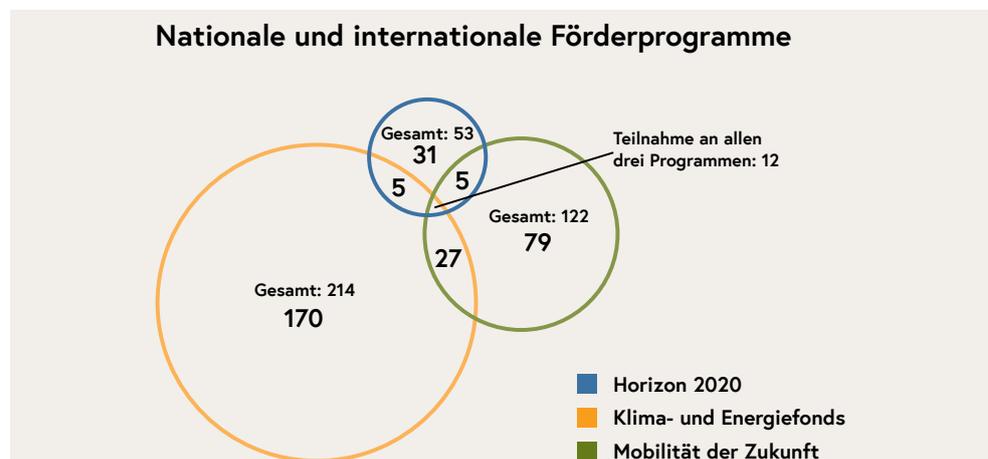
In der vorliegenden Broschüre sind 167 Projekte aus nationalen und internationalen Programmen dargestellt. Der Fokus liegt auf der Vorstellung der breiten Palette von 102 nationalen Projekten, die von der Entwicklung und Optimierung von Komponenten über deren Integration in das Fahrzeug bis zu Pilotversuchen zum Nachweis der Vorteile und der operativen Einsetzbarkeit reichen. Die 65 internationalen Projekte, in denen österreichische Vertreter oftmals die Koordination innehaben, veranschaulichen die Einbettung der österreichischen Fahrzeugtechnologie-Community in europäische oder auch weltweite Wertschöpfungsketten und bestätigen die durch die nationalen Förderprogramme gestärkte Innovationskraft österreichischer Unternehmen als Partner für Engineering und Produktion von Fahrzeugen und deren Komponenten.

Abbildung 5: Projektaufteilung zwischen den Förderprogrammen
Quelle: AustriaTech



Die ambitionierten Projekte und die erzielten Resultate sollen durch die Broschüre einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden und damit den Mehrwert von österreichischen Forschungs- und Innovationsaktivitäten sichtbar machen sowie die Leistungsfähigkeit von Industrie und Forschung unter Beweis stellen.

Abbildung 6: Projektteilnehmer in nationalen und internationalen Förderprogrammen
(Quelle: AustriaTech)



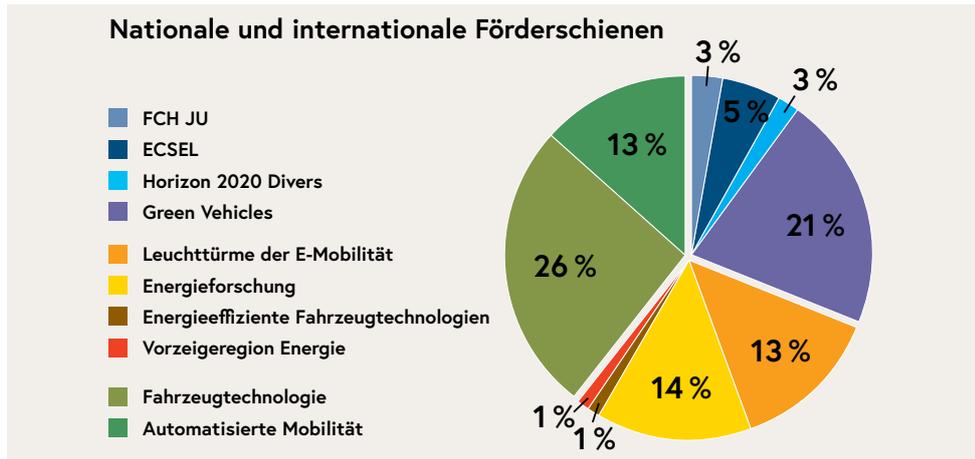


Abbildung 7: Aufteilung der Projekte (prozentueller Anteil)

Quelle: AustriaTech

Forschung und Innovation für Fahrzeugkomponenten und deren Integration in das Fahrzeug (Mobilität der Zukunft) in Pilotprojekte und spezifische Anwendungen mit hohem Technologiereifegrad hineinwirken (KLIEN-Projekte). Die Vernetzung österreichischer Akteure mit vor allem europäischen Partnern ist ein Indikator für das Maß an Integration in internationale Forschungs- und Innovationsnetzwerke.

2.3.1 Beteiligung an nationalen F&E-Projekten

Das BMK sieht seine Rolle in der Unterstützung von Forschungs- und Technologieaktivitäten entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Fahrzeugtechnologien. So wurden von 2012 bis 2019 im Programm „Mobilität der Zukunft“ sieben Ausschreibungen im Themenfeld „Fahrzeugtechnologien“ sowie zwei Ausschreibungen im Themenfeld „automatisiertes Fahren“ durchgeführt.

Die Ausschreibungen im Themenfeld „Fahrzeugtechnologien“ decken die Technologiebereiche „Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien“, „Hybrid- und batterieelektrische Antriebe“, „alternative Kraftstoffe“, „Fahrzeugelektronik“, „Leichtbau“ und „Thermomanagement“ ab. Das Gros an Projekten ist den beiden erstgenannten Technologiebereichen zuordenbar.

Aufgrund der erst jüngst erfolgten rasanten Entwicklung im Themenfeld „automatisiertes Fahren“ können wir zwar auf ein aktives erfolgreiches Projektportfolio blicken, wegen des Ausschreibungsbeginns im Jahre 2015 umfasst dieses jedoch nicht den gleichen Umfang wie jenes aus dem Themenfeld „Fahrzeugtechnologien“.

Mobilität der Zukunft – Ausschreibungen im Überblick

Abbildung 8: Ausschreibungsschwerpunkte im Themenfeld „Fahrzeugtechnologien“

	2012 Mobilität der Zukunft	2013 Mobilität der Zukunft	2014 Mobilität der Zukunft	2015 Mobilität der Zukunft	2017 Mobilität der Zukunft	2018 Mobilität der Zukunft	2019 Mobilität der Zukunft
Ausschreibungsschwerpunkte im Themenfeld Fahrzeugtechnologien	Wasserstoff- und Brennstoffzellen-technologien						Batterieinitiative
	Hybrid- und batterieelektrische Antriebe	Thermo management	Leichtbau	Batterie-Elektromobilität und Hybridisierung	Batterie-Elektromobilität und Hybridisierung	Fahrzeug-elektronik	
	Alternative Kraftstoffe	Alternative Energieträger und Speicher	Übergreifender Schwerpunkt FT + GM	Thermo management	Thermo management		
eingereichte Projekte	20	24	28	17	21	11	11
geförderte Projekte	11	13	6	11	7	6	5
genehmigte Förderung	7 707 138 €	6 3763 00 €	6 539 600 €	4 688 652 €	5 945 250 €	3 581 035 €	4 674 573 €

Mobilität der Zukunft – Ausschreibungen im Überblick

Abbildung 9: Ausschreibungsschwerpunkte im Themenfeld „automatisiertes Fahren“

	2012 Mobilität der Zukunft	2013 Mobilität der Zukunft	2014 Mobilität der Zukunft	2015 Mobilität der Zukunft	2017 Mobilität der Zukunft	2018 Mobilität der Zukunft	2019 Mobilität der Zukunft
Ausschreibungsschwerpunkte im Themenfeld Fahrzeugtechnologien				Auto-matisierung: Fahrzeug	Test-umgebung	Auto-matisierung und Digitalisierung im System Bahn	
				Auto-matisierung: Infrastruktur	Leitprojekt		
eingereichte Projekte				17	4	25	
geförderte Projekte				8	3	10	
genehmigte Förderung				2 816 010 €	7 497 501 €	5 287 924 €	

Eine Analyse der Fördernehmer im fahrzeugtechnologischen Teil des Programms „Mobilität der Zukunft“ zeigt eine starke Interaktion zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Bemerkenswert ist der hohe Anteil an großen Unternehmen.

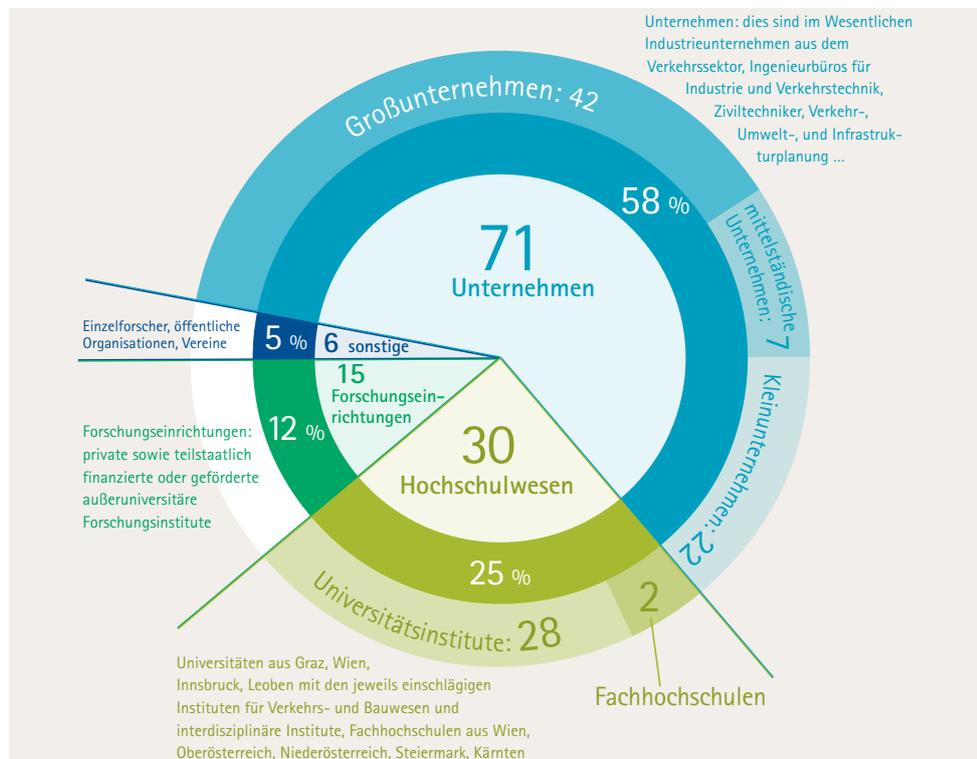


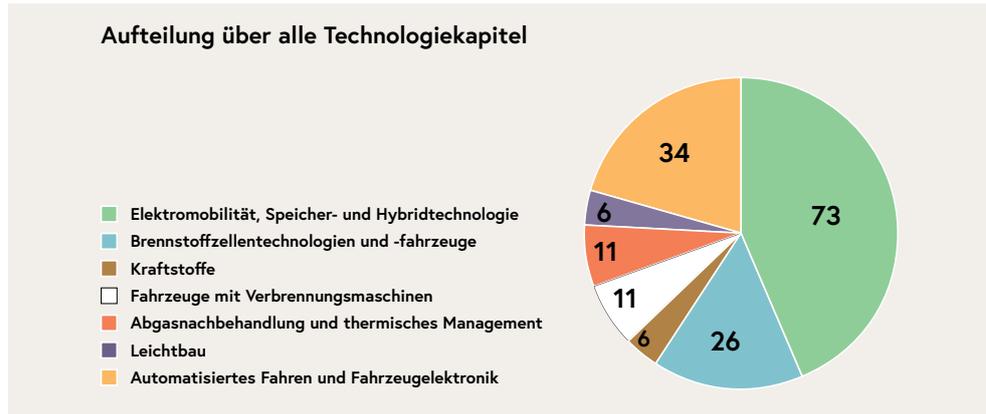
Abbildung 10:
Organisationstypen
Quelle: AustriaTech

Auch in der jährlichen Energieforschungsausschreibung des Klima- und Energiefonds werden Fahrzeugtechnologiethemata ausgeschrieben. Von 2012 bis 2019 wurden Projekte zu den Themen „Batterie- und Speichersysteme“, „Leichtbau“, „Antriebsstrang“, „wechselseitige Optimierung der Verbrennungskraftmaschine (VKM) unter Verwendung alternativer Kraftstoffe“, „Entwicklung von Hybridantrieben durch wechselseitige Abstimmung zwischen VKM und batterieelektrischem Antrieb“ und „Beteiligung an F&E-Kooperationen der Internationalen Energieagentur (IEA)“ ausgeschrieben.

Mit dem Programm „Leuchttürme der Elektromobilität“ wurden seit 2009 16 Leitprojekte und 4 kooperative F&E-Projekte zu Batterieelektromobilität und Brennstoffzellenelektromobilität gefördert.

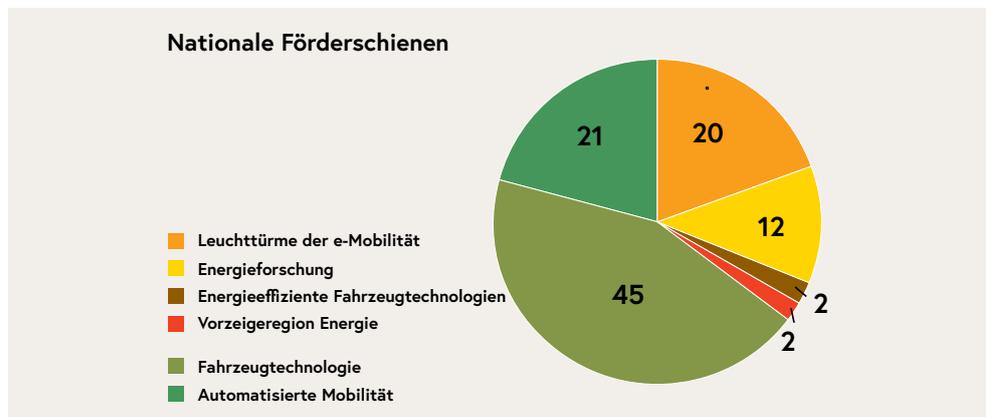
Das Fördervolumen der insgesamt 114 in der Broschüre vorgestellten Projekte aus nationalen Förderprogrammen beträgt mehr als 135 Mio. Euro, wobei der Forschungsschwerpunkt „Elektromobilität, Speicher- und Hybridtechnologie“ besonders stark vertreten ist.

Abbildung 11: Aufteilung der Projekte über die Technologiekapitel
Quelle: AustriaTech



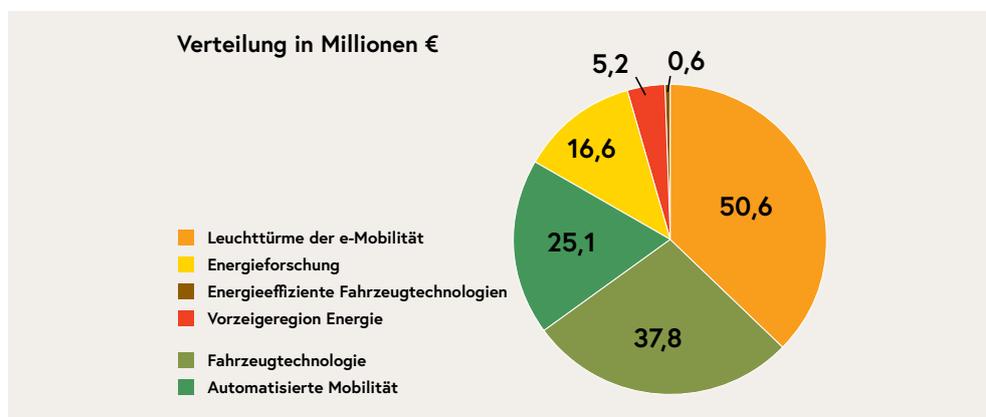
Den Schwerpunkt an Projekten stellt das Förderprogramm „Mobilität der Zukunft“ mit Fahrzeugtechnologie und automatisiertem Fahren. Jedoch tragen auch andere Programmschienen zur Abdeckung des erforderlichen Förderbedarfs bei.

Abbildung 12: Projektaufteilung zwischen den nationalen Programmschienen
Quelle: AustriaTech



Bezüglich Fördervolumen und Projektpartner je Projekt verschiebt sich das Bild, da Pilotprojekte zumeist eine höhere Anzahl an involvierten Partnern und häufig einen höheren Investitionsbedarf voraussetzen.

Abbildung 13: Nationale Förderverteilung
Quelle: AustriaTech



Ein Blick auf die sieben Technologiebereiche und die ihnen zugeordneten Projekte zeigt, dass die Förderschwerpunkte in den drei Sektoren Elektromobilität, Brennstoffzellentechnologien und automatisiertes Fahren liegen.

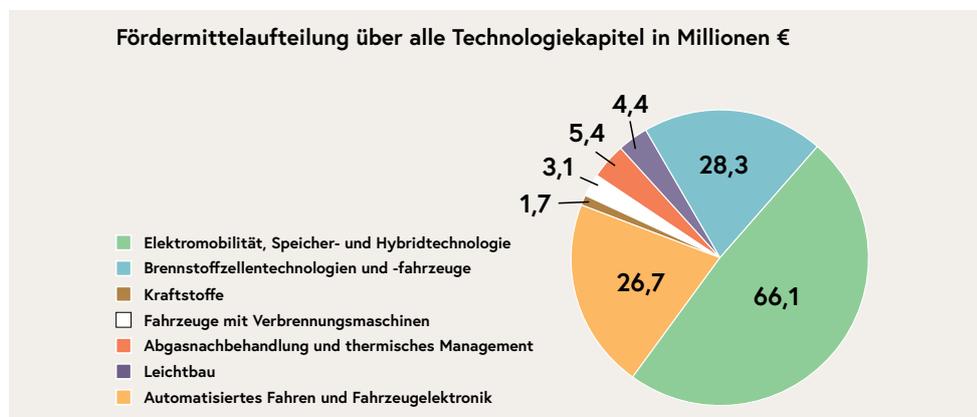


Abbildung 14: Verteilung der Förderung nach Technologiebereichen
Quelle: AustriaTech

2.3.2 Beteiligung an internationalen F&E-Projekten

Neben den Projekten der nationalen Programme beteiligen sich österreichische Institutionen auch an einer Vielzahl an Projekten im Rahmen von europäischen Programmen, vor allem am 8. Rahmenprogramm Horizon 2020, sowie an Technologiekollaborationsprogrammen der Internationalen Energieagentur, die aufgrund ihrer Anzahl und Vielfältigkeit nur beispielhaft in die Broschüre Eingang finden konnten.

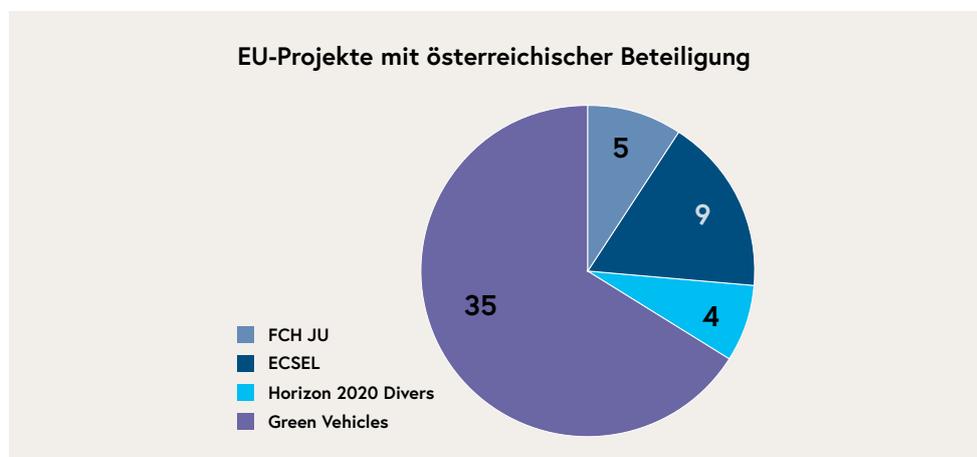
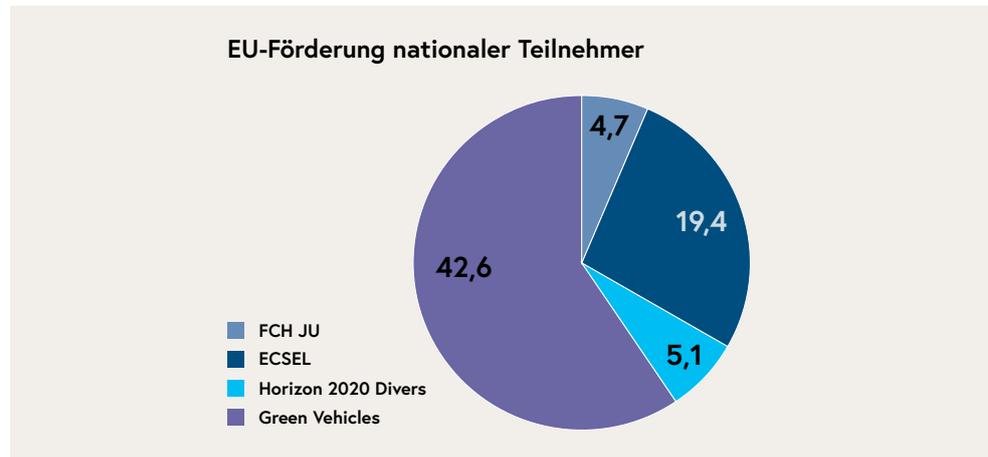


Abbildung 15: EU-Projekte mit österreichischer Beteiligung
Quelle: AustriaTech

Der im europäischen Vergleich überdurchschnittliche Erfolg österreichischer Partner in europäischen Förderprogrammausschreibungen bedingt einen signifikanten Zufluss an Forschungsförderungs- und Innovationsmitteln nach Österreich. So erhielten allein die in dieser Broschüre angeführten internationalen Projekte eine Fördersumme von nahezu 67 Mio. Euro aus europäischen Fördertöpfen.

Abbildung 16: EU-Fördermittel österreichischer Teilnehmer (in Mio. Euro)
Quelle: AustriaTech



3

Forschungs- schwerpunkte

Es gibt verschiedenste Möglichkeiten, ein Fahrzeug anzutreiben. Nach wie vor am weitesten verbreitet sind Fahrzeuge mit konventionellen Antrieben, also Otto- und Dieselmotor. Diese Fahrzeuge erfüllen zwar grundsätzlich die Anforderungen unserer heutigen Mobilitätsvorstellungen, stoßen allerdings insbesondere bei Verwendung von fossilen Kraftstoffen umwelt- und klimaschädliche Schadstoffe aus. Die Entwicklung und der Einsatz alternativer Kraftstoffe und Antriebskonzepte sind daher unerlässlich, um die Emission von Schadstoffen und Treibhausgasen zu reduzieren. Hier stellt auch aus Sicht der Industrie die Elektrifizierung die Schlüsseltechnologie dar, da der Aufwand und die Kosten zur Erreichung immer niedrigerer Emissionsgrenzwerte bei der Verbrennungskraftmaschine (VKM) deutlich steigen. Reine Elektrofahrzeuge wie Batterieelektrofahrzeuge oder Brennstoffzellenfahrzeuge stoßen zumindest im Betrieb keine Luftschadstoffe aus. Dies ist insbesondere in urbanen Zentren wichtig, wo diese Fahrzeuge auch über ausreichend Reichweite verfügen. Einen höheren Marktanteil als reine Elektrofahrzeuge haben bereits Fahrzeuge mit alternativen Kraftstoffen oder Hybridantrieben erreicht, bei denen eine (zusätzliche) VKM eine höhere Reichweite erlaubt.

Wichtig bei der Beurteilung unterschiedlicher Antriebskonzepte ist, die gesamte Energiekette von der Herstellung bis zur Umsetzung im Fahrzeug zu betrachten. Der Einsatz erneuerbarer Energiequellen ist die wichtigste Voraussetzung für eine nachhaltige Mobilität, die dem Anspruch des Klimaschutzes gerecht wird. Abbildung 17 gibt einen Überblick über die Einordnung unterschiedlicher Antriebskonzepte nach dem Elektrifizierungsgrad. Die obere Hälfte der Grafik spiegelt die Aufteilung der jeweiligen Energiespeicher wider, während die untere Hälfte die eingesetzten Energiewandler darstellt. Der Elektrifizierungsgrad steigt zunächst von links nach rechts, ausgehend vom konventionellen Fahrzeug mit VKM, bis zur Mitte der Grafik. Dazwischen sind verschiedene parallele oder Mischhybridkonzepte von Mikro- über Mild- bis Vollhybrid angeführt. Dem maximalen Elektrifizierungsgrad entspricht das reine Batterieelektrofahrzeug (BEV, engl. Battery Electric Vehicle) in der Mitte. Von der Mitte aus bis ganz rechts in der Grafik erfolgt der Fahrzeugantrieb rein elektrisch. Die VKM ist, falls noch vorhanden, vom Antriebsstrang entkoppelt, z. B. beim seriellen Hybrid. Im Gegensatz zum BEV kommen in der rechten Hälfte der Grafik nicht nur die Batterie als Energiespeicher und der Elektromotor als Energiewandler, sondern auch Wasserstoff und die Brennstoffzelle zum Einsatz. Der Anteil der Batterie als Energiespeicher nimmt ausgehend vom BEV in der Grafik nach rechts hin stetig ab, während der Anteil an Kraftstoff steigt. Genauso verhält es sich zwischen Elektromotor und VKM bzw. Brennstoffzelle. Ganz rechts in der Grafik steht das Brennstoffzellenfahrzeug, das nur mehr über eine kleine Batterie verfügt und als Hauptenergiespeicher Wasserstoff verwendet.

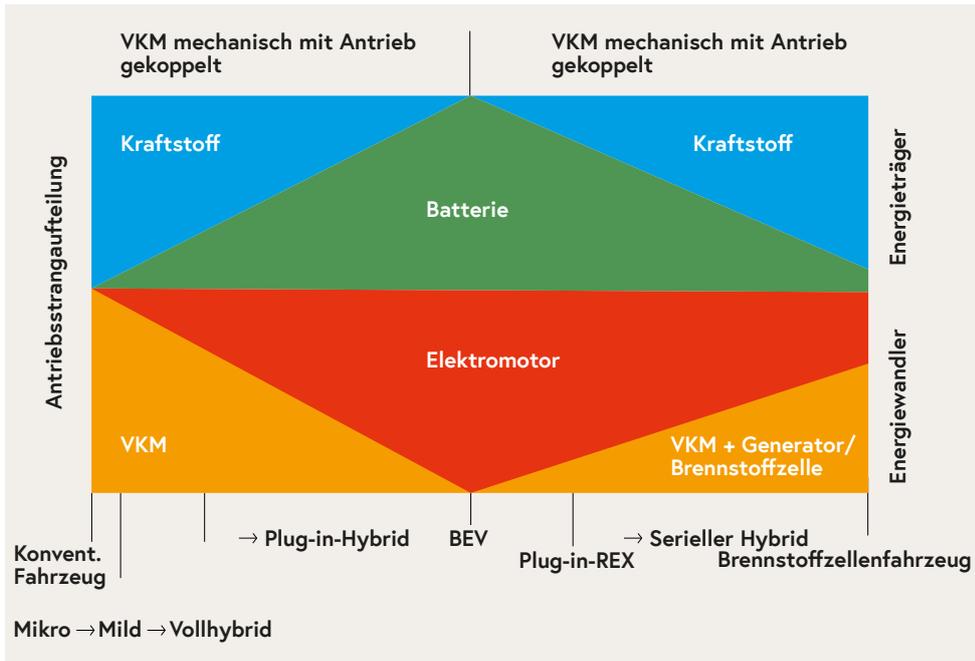


Abbildung 17: Einordnung verschiedener Antriebskonzepte nach Elektrifizierungsgrad, Energiewandler und Energiespeicher

Abbildung 18 zeigt eine Gegenüberstellung des Leistungsverhältnisses von Verbrennungskraftmaschine (VKM) und Elektromotor und der elektrischen Reichweite. Mit steigender elektrischer Leistung (sinkendem Verhältnis VKM zu Elektromotor) nimmt die elektrische Reichweite zu.

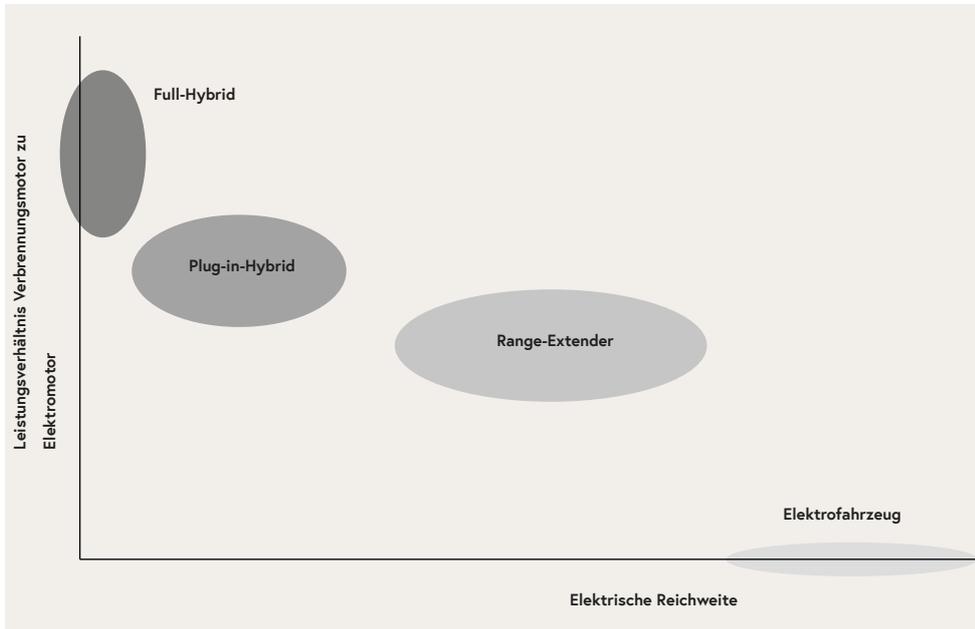


Abbildung 18: Darstellung der Reichweite verschiedener Hybridkonzepte in Abhängigkeit vom Elektrifizierungsgrad

3.1 Elektromobilität, Speicher- und Hybridtechnologie

Für die österreichische Bundesregierung stellt Elektromobilität eine Schlüsselmaßnahme für die Dekarbonisierung des Verkehrs dar und gilt als wichtiger Baustein für ein modernes und effizientes Gesamtverkehrssystem. Dabei geht es um mehr, als die Verbrennungskraftmaschine (VKM) durch einen Elektromotor zu ersetzen. Elektromobilität wird dazu beitragen, den Verkehr effizienter und umweltfreundlicher zu gestalten, und zwar sowohl als Teil einer kombinierten Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln und umweltfreundlichen Fahrzeugen im Individualverkehr als auch in der effizienten Verwendung erneuerbarer Energie. Das BMK unterstützt im Rahmen seiner F&E-Förderprogramme die Technologieentwicklung von Elektro- und Hybridfahrzeugen sowie deren Komponenten. Darüber hinaus wird die Markteinführung durch Anreize für den Kauf von Elektrofahrzeugen und den Aufbau von E-Ladestationen gefördert.

Weitere Informationen unter:

bmk.gv.at

3.1.1 Elektrische Energie und Energiespeicher

Als elektrische Energie wird Energie bezeichnet, die mittels Elektrizität übertragen oder in elektrischen Feldern gespeichert wird. Ohne Umwandlung kann elektrische Energie in Kondensatoren (teilweise) oder supraleitenden Spulen gespeichert werden, diese physikalischen Speicher erreichen aber geringe Energiedichten und sind daher teuer. Deshalb ist es oft wirtschaftlicher, die Energie verlustbehaftet in eine andere Energieart umzuwandeln und bei Bedarf wieder verlustbehaftet zurückzuwandeln. Während der Speicherdauer kann zudem der Speicher selbst Energie verlieren (Selbstentladung). Die Batterie z. B. wandelt im Betrieb über eine Reduktions-Oxidations(Redox)-Reaktion elektrische in chemische Energie um. Beim Schwungenergiespeicher wird zur Speicherung elektrische in mechanische (kinetische) Energie gewandelt.

Auch flüssige und gasförmige Kraftstoffe (Energieträger) werden bis zu ihrer Umwandlung (Verbrennung) im Fahrzeug gespeichert. Während Kryo- und Druckspeicher den physikalischen Zustand des chemischen Energieträgers ändern (Abkühlung bzw. Komprimierung), bindet beispielsweise ein Metallhydrid den Energieträger (Wasserstoff) chemisch. Doppelschichtkondensatoren und konventionelle Treibstofftanks sind Beispiele für Speicher, die Energie zur Speicherung nicht wandeln.

Die wichtigsten Kenngrößen von Energiespeichern sind die spezifische Energie (kWh/kg) und die Energiedichte (kWh/l), die angeben, wie viel Energie pro Massen- bzw. Volumeneinheit gespeichert werden kann. Darüber hinaus ist die bereitstellbare Leistung in Watt (W) pro Massen- und Volumeneinheit bei Energiespeichern von Interesse.

Abbildung 19 zeigt ein Ragone-Diagramm, das zum Vergleich verschiedener Energiespeichertechnologien dient. Dabei wird die spezifische Leistung (oder Leistungs-

dichte) in Abhängigkeit von der spezifischen Energie in einem doppelt logarithmischen Koordinatensystem dargestellt. Durch Division der spezifischen Energie durch die spezifische Leistung ergeben sich die Zeiten für eine vollständige Entladung. Das Ragone-Diagramm verdeutlicht, dass kein Energiespeicher eine hohe Energiedichte bei gleichzeitig hoher Leistungsdichte (Bereich rechts oben) bereitstellen kann, sondern dass je nach Anwendungsfall der adäquate Energiespeichertyp gewählt werden muss. So gilt es bei Hybridfahrzeugen, eine hohe Leistungsdichte für Beschleunigungsvorgänge bereitzustellen, während bei BEV aufgrund der Anforderung, hohe Reichweiten zu erzielen, eine hohe Energiedichte im Vordergrund steht. Das Ragone-Diagramm zeigt, dass Li-Ionen-Akkus den höchsten Energiedichtebereich erreichen und zusätzlich einen breiten Bereich an hoher Leistungsdichte abdecken, wodurch sich dieser Batterietyp für Fahrzeuganwendungen gegenwärtig am besten eignet.

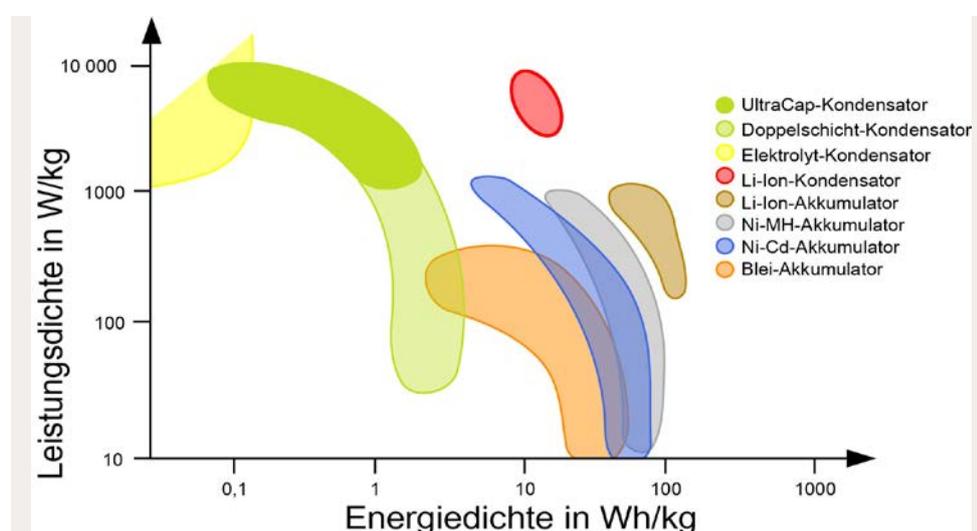


Abbildung 19 Unterschiedliche Speichertechnologien in einer Ragone-Diagramm-Darstellung
Quelle: Urheber, Lizenz

Batterie

Batterien sind elektrochemische Energiespeicher, das heißt, sie speichern Energie durch elektrochemische Prozesse. Sie bestehen in der Regel aus zwei Halbzellen mit jeweiliger Elektrode, getrennt durch den Separator und gekoppelt durch den Elektrolyten. Es gibt Primärzellen, deren chemische Reaktion nicht durch elektrisches Wiederaufladen umgekehrt werden kann, und Sekundärzellen, deren Entladereaktion durch Anlegen einer äußeren Spannung wieder umgekehrt und die Batterie damit elektrisch aufgeladen werden kann.

Bei der Entladung der Batterie findet an der negativen Elektrode ein Oxidationsprozess (Elektronenabgabe) statt, an der positiven Elektrode wird gleichzeitig eine entsprechende Anzahl an Elektronen durch einen Reduktionsprozess aufgenommen. Der Elektronenstrom fließt durch einen äußeren Verbraucher von der negativen zur positiven Elektrode, die technische Stromrichtung ist in entgegengesetzter Richtung definiert. In der Zelle wird der Strom zwischen den Elektroden durch Ionen in einem ionisch leitfähigen Elektrolyt umgesetzt. Die Elektroden sind durch einen für die Ionen

durchlässigen Separator elektrisch voneinander isoliert, um einen Kurzschluss durch internen Elektrodenkontakt zu vermeiden.

Die Nennspannung der Batterie wird durch die Kombination der Elektrodenmaterialien (oder durch unterschiedliche Ionenkonzentrationen) bestimmt. Für die Ausgestaltung einer Batterie stehen im Periodensystem diverse Elemente zur Verfügung. Neben der spezifischen Energie und Leistung spielen je nach Anwendungsgebiet auch die Zyklenlebensdauer, der Lade- und Entladewirkungsgrad, die Sicherheit, die Kosten, der Arbeitstemperaturbereich und die kalendarische Lebensdauer eine wichtige Rolle.

Batterien in Elektrofahrzeugen werden als Traktionsbatterie, Traktionsakku oder Antriebsbatterie bezeichnet. Sie bestehen aus mehreren zusammengeschalteten Batteriezellen oder Zellblöcken (Modulen). Im Vergleich zu Gerätebatterien haben die Zellen einer Traktionsbatterie eine vielfach höhere Kapazität. Die mobile Anwendung der Traktionsbatterien bedingt höhere Sicherheitsanforderungen im Vergleich zur stationären Verwendung.

In den heute erhältlichen Elektrofahrzeugen werden in erster Linie Lithium-Ionen-Batterien, aber auch Nickel-Metall-Hydrid und ZEBRA-Batterien (Zero Emission Battery Research Activity, engl. Null-Emission-Batterie-Forschungsaktivität; Natrium-Nickelchlorid-Zelle) eingesetzt. Die teilweise in früheren Elektrofahrzeugmodellen eingesetzten Nickel-Cadmium-Batterien wurden zunehmend von neueren Technologien verdrängt. Traktionsbatterien aus geschlossenen Bleiakkumulatoren werden in elektrischen Gabelstaplern eingesetzt, wo sie zugleich als Gegengewicht zur Stapelware dienen. Aufgrund des hohen Gewichts und der starken Temperaturabhängigkeit und der dadurch bedingten Nachteile im Winterbetrieb und bei Steigungen eignen sie sich jedoch weniger für Elektroautos, Elektroroller und Elektrofahrräder. In Elektrofahrrädern kommen aus Platz- und Gewichtsgründen fast ausschließlich Batterien auf Lithiumbasis zum Einsatz.

Die derzeit verfügbaren Elektrofahrzeuge sind mit Batterien mit Batteriekapazitäten von 6 bis 100 kWh erhältlich. Kleine, leichte Stadtfahrzeuge (Klein- und Kleinstwagen) mit geringer Motorleistung liegen im unteren Kapazitätsbereich, während Fahrzeuge aus der Kompaktklasse und Kleintransporter mit 20- bis 30-kWh-Batterien auf Reichweiten bis zu 250 km kommen. Fahrzeuge mit hoher Motorleistung, Reichweiten über 400 km und 70- bis 100-kWh-Batterien sind in der Oberklasse vertreten. Plug-in-Hybridfahrzeuge, die neben dem konventionellen Antrieb über ein vollwertiges elektrisches Antriebssystem verfügen und je nach Modell 20 bis 80 km elektrische Reichweite aufweisen, kommen mit kleineren Batterien – üblicherweise 4 bis 10 kWh und selten 20 kWh Batteriekapazität – aus.

Um höhere Reichweiten der Elektrofahrzeuge bei langer Lebensdauer und Sicherheit zu erreichen, werden neben der weiteren Optimierung der bestehenden Batteriesysteme auch andere Batteriesysteme wie die Feststoffbatterie erforscht, die heute noch nicht für Elektrofahrzeuge eingesetzt werden.

Blei-Säure-Batterie

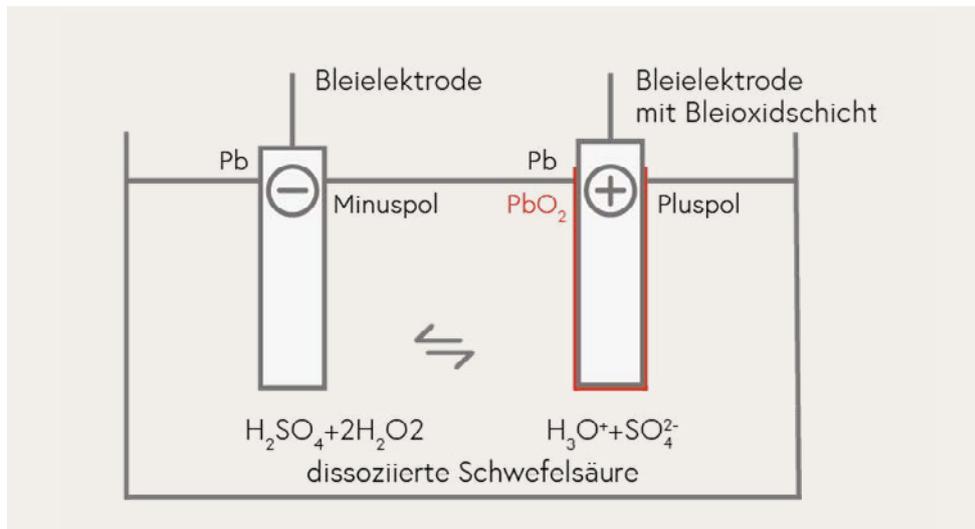


Abbildung 20 Schematische Darstellung einer Blei-Säure-Batterie und Veranschaulichung der Lade-/Entlade-reaktion ([Quelle](#), [Urheber](#), [Lizenz](#))

Bei einer Blei-Säure-Batterie (auch Bleiakкумулятор, Bleiakku) bestehen beide Elektroden aus dem gleichen Material, nämlich Blei (Pb) in metallischer bzw. in oxidierten Form (PbO₂). Bei der Entladung entsteht an beiden Elektroden dasselbe Produkt, Bleisulfat (PbSO₄). Als Elektrolyt dient verdünnte Schwefelsäure (H₂SO₄).

Blei-Säure-Batterien zählen zu den ältesten bekannten Batterien. Die erste wiederaufladbare Blei-Säure-Batterie wurde bereits 1850 entwickelt. Ihre Bauform mit parallelen Elektrodenplatten wurde wenige Jahre später durch eine neue spiralförmige Anordnung verbessert.

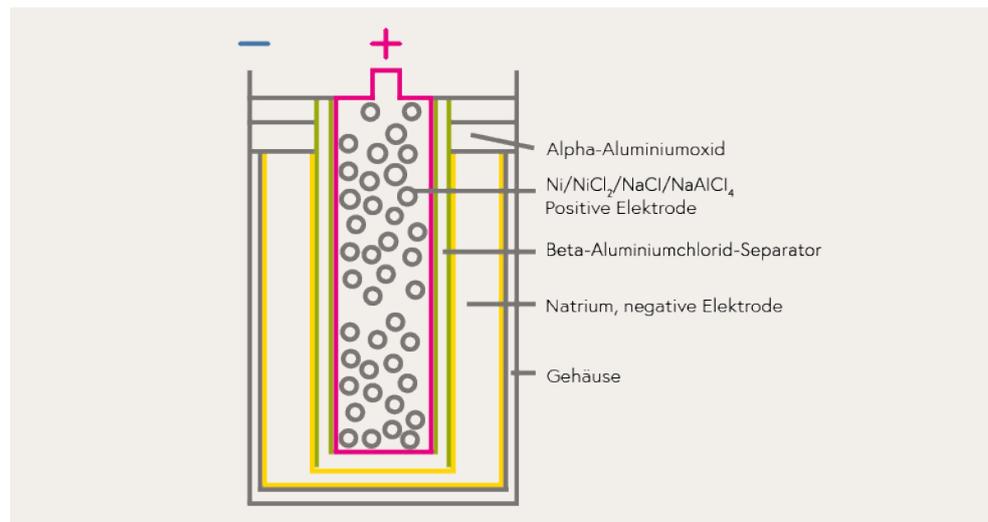
Blei-Säure-Batterien werden als Starterbatterie in Kraftfahrzeugen mit einer Verbrennungskraftmaschine eingesetzt. Daneben können sie auch als Traktionsbatterie in Elektrofahrzeugen eingesetzt werden. Im Unterschied zu Starterbatterien, die auf hohe Leistungsdichte (kurzzeitig hohe Stromabgabe) optimiert sind, sind Blei-Säure-Traktionsbatterien auf höhere Energiedichte und größere Zyklenfestigkeit optimiert.

Natrium-Nickelchlorid-Batterie (ZEBRA)

Die Natrium-Nickelchlorid-Batterie, oft auch als ZEBRA-Batterie (Zero Emission Battery Research Activity, engl. Null-Emissions-Batterie-Forschungsaktivität) bezeichnet, ist eine Hochtemperaturbatterie, ihre Betriebstemperatur liegt zwischen 270 °C und 350 °C. Da die zur Funktion der Batterie benötigte chemische Reaktion unterhalb dieser Temperatur nicht stattfinden kann, muss die Batterie durch externe Energiezufuhr auf Betriebstemperatur gebracht werden. Im Betrieb reicht bei guter Isolierung die Abwärme der Reaktionen, um die Temperatur zu halten.

Statt eines bei Raumtemperatur flüssigen Elektrolyten werden ein fester Elektrolyt/ Schmelzelektrolyt und eine Kombination aus flüssigen und festen Elektroden verwendet. Als Traktionsbatterie eignet sich die ZEBRA-Batterie in erster Linie für den regelmäßigen bzw. Dauereinsatz, da hier die systembedingten Energieverluste vernachlässigbar sind. Die Vorteile liegen vor allem in der uneingeschränkten Wintertauglichkeit, weil durch die hohe Betriebstemperatur die Umgebungstemperatur keinen Einfluss hat, und in ihrer hohen Betriebssicherheit. Ausfallende Zellen verringern zwar die Kapazität, verhindern aber nicht die weitere Nutzung.

Abbildung 21: Schematische Darstellung einer Natrium-Nickelchlorid-Batterie
Quelle, Urheber, Lizenz, Änderungen: AustriaTech



Nickel-Cadmium-Batterie (NiCd)

Die Nickel-Cadmium-Zelle (NiCd) ist einer der ältesten Batterietypen (1899 entwickelt). Die Nickel-Cadmium-Batterie ist robust und langlebig, weshalb NiCd-Traktionsakkus eine weite Verbreitung fanden. Da Cadmium ein extrem umwelt- und gesundheitsgefährdendes Schwermetall ist, dürfen NiCd-Batterien heute nur mehr begrenzt eingesetzt werden und wurden inzwischen von anderen Batterietypen verdrängt.

Nickel-Metallhydrid-Batterie (NiMH)

Die Nickel-Metallhydrid-Batterie (NiMH) zeigt große Ähnlichkeit mit der Nickel-Cadmium-Batterie (NiCd). Bei der NiMH-Batterie wird statt der Cadmiumelektrode der NiCd-Batterie eine Wasserstoffelektrode in Form eines Metallhydrids eingesetzt. Die weiteren Komponenten, wie der stark alkalische Elektrolyt Kalilauge und die positive Nickelhydroxid-Elektrode, bleiben im Wesentlichen unverändert. Neben dem Ersatz des toxischen Elektrodenmaterials Cadmium kann mit der Metallhydrid-Elektrode auch eine höhere spezifische Energie bzw. Energiedichte als mit Cadmium erreicht werden. Aufgrund der hohen Energiedichte eignen sich NiMH-Batterien auch als Traktionsbatterie, allerdings verhinderten patentrechtliche Umstände eine Fertigung hochkapazitiver Zellen und damit eine stärkere Verbreitung und Weiterentwicklung. Eingesetzt werden NiMH-Batterien derzeit vor allem in hybridelektrischen Fahrzeugen (HEV).

Lithium-Ionen-Batterie (Li-Ion)

Lithium ist das Alkalimetall mit dem kleinsten Molekulargewicht und steht mit seinem Standardpotenzial von $-3,04$ Volt (gegen Wasserstoffelektrode gemessen) am negativen Ende der elektrochemischen Spannungsreihe. Lithium als negatives Elektrodenmaterial erlaubt mitunter deshalb die besonders hohe Energiedichte und garantiert eine hohe Entladespannung. Lithium-Ionen(Li-Ion)-Batterie ist ein Oberbegriff für eine Vielzahl verschiedener Varianten von Batterien mit unterschiedlichen Eigenschaften und Materialien. Je nach Aufbau werden Li-Ionen-Batterien weiter in Lithium-Polymer-, Lithium-Cobaltoxid-, Lithium-Titanat-, Lithium-Luft-, Lithium-Manganoxid-, Lithium-Eisenphosphat- und Zinn-Schwefel-Lithium-Ionen-Batterien untergliedert.

Die Li-Ionen-Batterie weist, wie auch die Nickel-Metallhydrid-Batterie, gegenüber konventionellen Batterien eine Besonderheit auf: Ihre negative Elektrode besteht nicht wie allgemein üblich aus einem Metall (Zinn, Blei), welches als „aktive“ Masse unter Elektronenabgabe aufgelöst wird, sondern aus einer festen leitfähigen Matrix, in die Lithium-Ionen als aktive Komponente ein- bzw. ausgelagert werden (Insertions-elektroden). Der größte Vorteil dabei ist, dass Elemente mit extremem Standardpotenzial verwendet werden können, welche sonst aufgrund ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften nur eingeschränkt handhabbar wären.

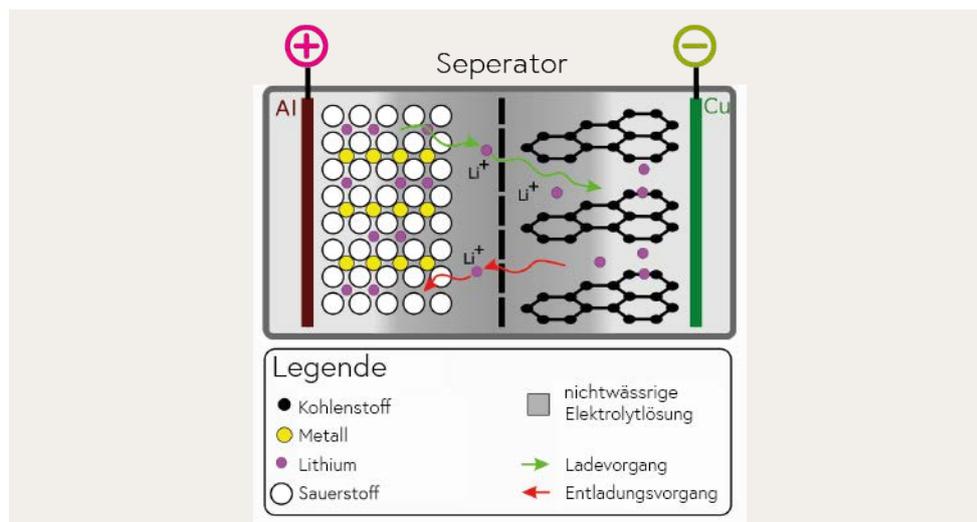


Abbildung 22: Schematische Darstellung einer Lithium-Ionen-Batterie
[Quelle](#), [Urheber](#), [Lizenz](#)

Li-Ionen-Akkusysteme werden in kleinen Geräten wie Mobiltelefonen, Tablets, Digital-kameras und Notebooks, aber auch in großen Batteriespeicherkraftwerken eingesetzt. Außerdem werden Li-Ionen-Batterien in den meisten derzeit erhältlichen Elektroautos eingesetzt. Neben den herkömmlichen Lithium-Cobaltoxid(LiCoO_2)-Batterien kommen dabei Lithium-Eisenphosphat(LiFePO_2)- und Lithium-Polymer-Batterien als Traktionsbatterien zum Einsatz.

Schwungenergiespeicher

Der Schwungenergiespeicher speichert Energie in einer rotierenden Masse und hat ein denkbar einfaches Funktionsprinzip: Er speichert Energie in Form von Bewegungsenergie (kinetischer Energie), genauer in Rotationsenergie. Die Aufnahme bzw. Abgabe von Energie erfolgt durch Erhöhung bzw. Verringerung der Rotationsgeschwindigkeit.

Man unterscheidet Schwungenergiespeicher grob in zwei Gruppen, die mechanischen und die elektrischen Speicher. Mechanische Schwungenergiespeicher können mittels eines stufenlos variablen Getriebes (continuously variable transmission, CVT) an den Antriebsstrang gekoppelt werden. In den meisten Fällen erfolgt die Energieübertragung aber über einen externen oder internen Elektromotor bzw. Generator. Zur Steigerung der effektiven Speicherkapazität kann der Schwungenergiespeicher auch über ein Getriebe mit dem Elektromotor/Generator verbunden werden.

Der elektrische Schwungenergiespeicher ist im Prinzip eine elektrische Maschine, deren Rotor als geeignete Schwungmasse ausgeführt ist.

Superkondensatoren (Supercaps)

Supercaps sind elektrochemische Kondensatoren, deren Vorteile in ihrer Schnellladefähigkeit, ihrer hohen Leistungsdichte und Zyklenfestigkeit liegen. Ihr Nachteil liegt hauptsächlich in ihrer geringen Energiedichte, die ihre Anwendung auf Pufferfunktionen beschränkt. So weisen Supercaps nur 1 bis 10 % der Energiedichte bei 10- bis 100-facher Leistungsdichte von Li-Ionen-Batterien auf.

3.1.2 Elektroantrieb

Beim Elektroantrieb wird elektrische Energie in mechanische (kinetische) Energie umgewandelt. In Elektroautos werden antriebsseitig praktisch nur Drehstrommotoren eingesetzt. Drehstrom wird korrekt als Dreiphasenwechselspannung, umgangssprachlich aber auch als Starkstrom bezeichnet. Die „umrichtergeführte permanentmagneterregte Dreiphasen-Synchronmaschine“, wie die Bauart im Fachterminus genannt wird, hat gegenüber Gleichstrommotoren unter anderem Vorteile durch geringeren Verschleiß, da keine Schleifkontakte benötigt werden. Im Schubbetrieb (Beschleunigung) wird über den Umrichter Energie aus der Traktionsbatterie in Wechselstrom gewandelt, im Bremsbetrieb arbeitet der Drehstrommotor als Generator und lädt die Batterie (Rekuperation). Die Möglichkeit, Bremsenergie zu rekuperieren, ist ein zentraler Vorteil der Elektromobilität gegenüber konventionellen Fahrzeugen, bei denen die Bremsenergie als Wärme verloren geht.

Andere Motorkonzepte wie der Gleichstrommotor oder der umrichtergeführte Asynchronmotor spielen derzeit so gut wie keine Rolle bei Elektroautos. Im Gegensatz zum Synchronmotor, wo der Rotor synchron zum Statordrehfeld läuft, folgt er bei Asynchronmotoren dem Statordrehfeld zeitverzögert.

Elektrische Maschinen, zu denen der Elektromotor zählt, besitzen hohe Wirkungsgrade, die Verluste sind jedoch trotzdem nicht zu vernachlässigen. Man unterscheidet

drei Verlustarten: Kupfer-, Eisen- und Reibungsverluste. Kupferverluste folgen aus der Erwärmung der Leiter beim Stromfluss durch die Maschine, Eisenverluste folgen aus der Ummagnetisierung einzelner Bestandteile der elektrischen Maschine und Reibungsverluste entstehen zum Beispiel an Lagern oder den Kommutatoren (Stromwendern). Die einzelnen Verlustarten hängen typischerweise von der Bauform der elektrischen Maschine ab und treten daher auch in unterschiedlich starken Ausprägungen auf.

3.1.3 Ladeinfrastruktur

Voraussetzung für die erfolgreiche Marktabklärung von Elektrofahrzeugen ist die Verfügbarkeit einer adäquaten Ladeinfrastruktur. Obwohl die Kosten für deren Aufbau und die damit verbundene Beschaffungslogistik eine markante Herausforderung darstellen, kann die Elektromobilität im Gegensatz zu anderen alternativen Antriebskonzepten (z. B. Wasserstofffahrzeugen) auf ein etabliertes Energieversorgungsnetzwerk zurückgreifen. Durch das weit verzweigte Elektrizitätsnetz ist fast jedes Haus in Österreich mit Elektrizität versorgt. Um kürzere Ladezeiten zu ermöglichen, sind allerdings Ladepunkte mit hoher Leistung erforderlich.

Bei Elektrofahrzeugen kommen verschiedene Steckersysteme zum Einsatz, da sich weltweit kein einheitlicher Standard etablieren konnte. In Europa hat sich der Typ-2-Stecker als Standard mit bis zu 43,5 kW Ladeleistung etabliert. Auf diesem baut der Combined-Charging-System (CCS)-Stecker auf, der eine Ladeleistungen bis 170 kW erlaubt. Daneben gibt es weitere Ladestecker, wie den in Japan entwickelten CHAdeMO-Stecker oder den Tesla Supercharger. Praktisch alle Elektroautos können mit einem entsprechenden Adapterkabel an jeder Steckdose aufgeladen werden, allerdings sind die wenigsten haushaltsüblichen Steckdosen für dauerhafte hohe Ströme ausgelegt. Daher bieten einige Fahrzeughersteller sowie externe Dienstleister Wandladestationen, auch Wallbox genannt, an, die bei Elektrofahrzeugbesitzern zu Hause oder an Firmen- oder Supermarktparkplätzen installiert werden können. Abgesehen von technischen Einschränkungen in der Batterietechnik, ist die Ladegeschwindigkeit vor allem von der Leistung des Ladegerätes abhängig. Während der Ladevorgang mit einem herkömmlichen Haushaltsanschluss mit 3,3 kW bei einem Elektrofahrzeug mit einer Batterie mit 20 kWh Kapazität ca. 6 bis 8 Stunden dauert, reduziert ein 10-kW-Anschluss die Ladezeit auf 2 bis 3 Stunden. Deutlich schnellere Ladezeiten sind mit Schnellladeeinrichtungen möglich: Bei 50 kW wäre das gleiche Elektrofahrzeug in ca. 30 Minuten, bei 100 kW in 15 Minuten geladen, vorausgesetzt, das Schnellladen ist fahrzeugseitig möglich, was aber bei den meisten derzeit verfügbaren Modellen schon der Fall ist. Bei dieser erhöhten Nutzerfreundlichkeit ist allerdings zu beachten, dass verglichen mit langsameren Ladevorgängen bei einer Schnellladung aus thermodynamischen Gründen die Energieeffizienz des Ladevorgangs und meist auch die Lebensdauer der Batterie sinken.

Weitere Informationen unter:

infothek.bmk.gv.at

3.1.4 Batterieelektrofahrzeuge

Ein Batterieelektrofahrzeug (battery electric vehicle, BEV) hat einen Elektromotor als Antriebsquelle und eine Batterie als Energiespeicher. Durch den rein elektrischen Antrieb verursachen BEV im Betrieb keine Emissionen. Das heißt, dass vom Fahrzeug selbst keine Luftschadstoffe oder Treibhausgase wie Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid ausgestoßen werden. Diese lokal emissionsfreien Fahrzeuge bieten daher in großen, oft schadstoffbelasteten Ballungsräumen klare Vorteile. Ein weiterer Vorteil des BEV sind die deutlich geringeren Lärmemissionen, da das gegenüber dem Rollgeräusch bei den geringeren Fahrgeschwindigkeiten im urbanen Umfeld dominierende Motorengeräusch bei BEV wesentlich geringer ist als bei Fahrzeugen mit Verbrennungskraftmaschine (VKM).

Bei der Stromproduktion entstehen allerdings Emissionen, sofern der Strom nicht aus erneuerbaren Energien wie Wasserkraft, Wind- oder Solarenergie hergestellt wird. Daher ist es wichtig, die Emissionen der gesamten Kette, von der Energiebereitstellung bis zum Verbrauch im Fahrzeug, zu betrachten. Elektrofahrzeuge sind nur dann nachhaltig, wenn der eingesetzte Strom effizient und nachhaltig aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt wurde. In Österreich bestehen durch den hohen Wasserkraftanteil hervorragende Voraussetzungen für nachhaltige Elektromobilität. In Ländern, in denen ein Großteil des Stroms aus Kohle- oder Gaskraftwerken stammt, kann die Gesamtemissionsbilanz von Batterieelektrofahrzeugen schlechter als bei modernen Otto- oder Dieselfahrzeugen ausfallen.

Ein Vorteil von Batterieelektrofahrzeugen ist ihr hoher Wirkungsgrad. Moderne permanent erregte Synchronmaschinen erreichen bereits mittlere Wirkungsgrade über 95% und sind damit wesentlich effizienter als VKM. Betrachtet man den gesamten Antriebsstrang eines BEV von der Batterie über den Elektromotor zu den Antriebsrädern, ist ein Wirkungsgrad von 60 bis 70% erreichbar. Rechnet man das Laden der Batterie hinzu, ergeben sich noch einmal Verluste von etwa 10%.

Ein weiterer großer Vorteil eines Batterieelektrofahrzeuges ist die Möglichkeit, Bremsenergie zu zurückzugewinnen. Bei konventionellen Fahrzeugen geht die gesamte Bremsenergie in Form von Wärme an die Umgebung verloren. Bei Elektrofahrzeugen wird ein Teil der Bremsenergie durch regeneratives Bremsen über einen Generator in elektrische Energie gewandelt und gespeichert (Rekuperation). Dadurch kann der energetische Nutzungsgrad noch einmal erhöht werden. Die Bremskraft setzt sich aus einem hydraulischen und dem elektrischen, regenerativen Anteil zusammen. Es kann jedoch nie die gesamte Bremsenergie zurückgewonnen werden. Wie viel Energie tatsächlich rekuperiert werden kann, hängt stark vom jeweiligen Fahrprofil ab.

Zu den wesentlichen Komponenten eines BEV zählt neben Batterie und Elektromotor die Leistungselektronik. Diese hat die Aufgabe der Steuerung des Antriebs und der Umformung von elektrischer Energie. Mit einer effizienten Steuerung der elektrischen Maschine werden Wirkungsgrade von 93 bis 98% erreicht. Zur Leistungselektronik zählt auch der Inverter oder Umrichter. Dieser ist dafür zuständig, den Gleichstrom aus der Batterie in Wechselstrom für den Elektromotor zu wandeln. In diesem Fall arbeitet

er als Dreiphasen-Wechselrichter. Genauso muss der Inverter beim Rekuperieren von Bremsenergie über den generatorischen Betrieb der elektrischen Maschine Wechselstrom wieder in Gleichstrom zum Speichern in der Batterie umwandeln. Er arbeitet also in diesem Fall als Gleichrichter.

Wegen der guten Drehmomenteigenschaften von Elektromotoren schon bei niedrigen Drehzahlen und über einen breiten Drehzahlbereich sind in BEV kein Getriebe und keine Kupplung notwendig. Die meist großen und schweren Batteriepacks werden im Fahrzeugunterboden untergebracht, um einen tiefen Schwerpunkt zu gewährleisten und möglichst wenig Platz im Innenraum in Anspruch zu nehmen.

Neben den Batteriekosten und der Ladedauer stellt die Reichweite der Fahrzeuge eine der größten Herausforderungen für die Akzeptanz von BEV dar. Das Problem lässt sich am besten durch den Unterschied im Energieinhalt zwischen Batterie und Treibstoff veranschaulichen. Während die spezifische Energie von Benzin oder Diesel in der Größenordnung von rund 11.000 Wh/kg liegt, kommen Traktionsbatterien auf einige 100 Wh/kg und damit auf wenige Prozent eines Treibstofftanks gleichen Gewichts. Um dieses Manko nicht durch überdimensionierte, schwere und teure Batterien ausgleichen zu müssen, ist es notwendig, sich bei der Reichweite zu beschränken. Ganz allgemein gilt, dass ein Fahrzeug mit 1.000 kg Gewicht circa 10 kWh/100 km verbraucht. Ein Kleinwagen mit einer installierten Kapazität von 15 kWh hätte somit eine Reichweite von etwa 150 km. Bei ungünstigen Bedingungen wie Kälte oder Fahrten unter hoher Last wird die Reichweite deutlich reduziert. Außerdem verringern Nebenverbraucher wie etwa Klimaanlage oder Heizung die Reichweite deutlich.

Trotz dieser Herausforderungen hat es in den letzten Jahren hohe Zuwachsraten im Verkauf von BEV gegeben. Der BEV-Anteil an der gesamten bestehenden Fahrzeugflotte ist zurzeit trotzdem noch gering. So wurden 2018 6.757 batterieelektrische Pkw in Österreich neu zugelassen. Das entspricht einem Anteil von 2,54 % an den gesamten Pkw-Neuzulassungen und einer Steigerung um 24 % im Vergleich zum Jahr 2017 und mit Stichtag 31.12.2018 waren in Österreich 20.831 Elektro-Personenkraftwagen zugelassen (Quelle: Statistik Austria).

3.1.5 Hybridelektrofahrzeuge

Hybride Antriebssysteme bestehen aus einer Kombination von mindestens zwei verschiedenen und getrennten Energiespeicher- und Antriebssystemen. Unter Hybridelektrofahrzeugen (Hybrid Electric Vehicle, HEV) versteht man in erster Linie Fahrzeuge mit einer Verbrennungskraftmaschine (VKM) sowie einem oder zwei Elektromotoren. Die elektrische Energie für den Elektromotor kommt zumeist aus einer Batterie, die beispielsweise durch Rückgewinnung von Energie beim Bremsen wieder aufgeladen wird. Je nach Grad und Architektur der Hybridisierung unterscheidet man verschiedene Arten von Hybridfahrzeugen. Während bei der Einteilung in Parallel-, Seriell- und Mischhybrid die Systemstruktur im Vordergrund steht, unterscheiden sich Mikro-, Mild- und Vollhybrid durch das Ausmaß der eingesetzten elektrischen Leistung. Eine besonders hohe

und für Alltagsfahrten meist ausreichende rein elektrische Reichweite weisen die auf S. 60 beschriebenen Plug-in-Hybridfahrzeuge auf, bei denen der Strom aus dem Stromnetz direkt in die Batterie geladen wird und nicht wie bei den weniger elektrifizierten Hybridvarianten erst im Fahrzeug erzeugt wird.

Einteilung nach Systemstruktur

Serieller Hybrid

Von einem seriellen Hybrid spricht man, wenn der Antrieb der Räder nicht mehr direkt über die VKM erfolgt. Die VKM ist nicht mechanisch mit der Antriebsachse verbunden, sondern treibt einen Generator an, der wiederum elektrische Energie an den Elektromotor und einen elektrischen Speicher, in der Regel eine Batterie, liefert. Durch den ausschließlichen Antrieb über den Elektromotor, der ein hohes Drehmoment schon bei niedrigsten Drehzahlen und über ein weites Drehzahlband zur Verfügung stellt, kann bei einem seriellen Hybrid auf ein Getriebe verzichtet werden.

Paralleler Hybrid

Beim parallelen Hybrid sind sowohl Elektromotor als auch VKM mechanisch mit den Antriebsrädern verbunden. Beide Antriebsquellen können entweder einzeln oder zusammen eingesetzt werden. Das erfordert eine sogenannte parallele Struktur des Antriebssystems. Intelligente Getriebe und Kupplungen regeln das Zusammenspiel von Elektromotor und VKM. Grundsätzlich benötigt ein paralleler Hybrid nur eine elektrische Maschine, die beim Vortrieb als Elektromotor und beim Bremsen als Generator arbeitet. Der Elektromotor kann dabei z. B. über eine Kupplung zu- oder weggeschaltet werden. Bei geschlossener Kupplung können die Leistungen von Elektromotor und VKM addiert werden, wodurch beide kleiner ausgelegt werden können, ohne Abstriche hinsichtlich Leistung oder Beschleunigung hinnehmen zu müssen. Um den Treibstoffverbrauch und die Emissionen zu senken, wird nach Möglichkeit versucht, im Stadtverkehr verstärkt elektromotorisch zu fahren, während Überland- und Autobahnfahrten hauptsächlich vom Verbrennungsmotor abgedeckt werden.

Mischhybrid

Parallele und serielle Hybridsysteme können in sogenannten Mischhybriden miteinander kombiniert werden. Man unterscheidet zwischen zwei Arten von Mischhybriden, dem kombinierten Hybridantrieb und dem leistungsverzweigten Hybridantrieb.

Einteilung nach Anteil der elektrischen Leistung

Nach dem Leistungsanteil des elektrischen Antriebs an der Gesamtleistung des Fahrzeugs und den möglichen Betriebszuständen wird in Mikro-, Mild- und Vollhybrid unterschieden. Zusätzlich gibt es aber auch Zwischenformen.

Mikrohybrid

Unter Mikrohybrid versteht man den geringsten Grad einer Hybridisierung. Ein leistungsstärkerer Startergenerator vereint die Funktionen von Starter, Lichtmaschine und Schwungrad in einer elektrischen Maschine. Der Startergenerator wird nicht für den direkten Antrieb verwendet. Mit einem Mikrohybrid können folgende Funktionen erfüllt werden:

- Start-/Stopp-System
- Elektrifizierung der Nebenaggregate
- Geringfügige Bremsenergieerückgewinnung

Mikrohybridfahrzeuge können eine Kraftstoffersparnis von 3 bis 6 % erzielen.

Mildhybrid

Unter einem Mildhybrid versteht man ein Hybridsystem, bei dem die VKM beim Anfahren bzw. Beschleunigen unterstützt wird und somit eine Verbrauchs- und eine Emissionsreduktion erzielt werden. Rein elektrisches Fahren ist mit einem Mildhybrid nur begrenzt möglich. Mildhybridsysteme erfüllen folgende Funktionen:

- Start-/Stopp-Automatik
- Elektrifizierung der Nebenaggregate
- Regeneratives Bremsen (Rekuperation)
- Unterstützung der VKM beim Anfahren/Beschleunigen (Boosten)

Insbesondere im Stadtverkehr kann mit dem Mildhybrid der Verbrauch gesenkt werden, während der Vorteil auf Autobahnen kaum spürbar ist. Es sind je nach Auslegung des Systems Kraftstoffeinsparungen von 15 bis 25 % möglich. Die elektrischen Komponenten eines Mildhybrids wie die Batterie oder der Elektromotor sind wesentlich kleiner dimensioniert als bei einem Vollhybrid, weshalb auch die Herstellungskosten deutlich niedriger sind.

Vollhybrid

Das wichtigste Erkennungsmerkmal eines Vollhybrids ist, dass er für wenige Kilometer rein elektrisch und somit ohne lokale Emissionen fahren kann. Das heißt, dass ein Vollhybridsystem neben dem konventionellen Antrieb über ein vollwertiges elektrisches Antriebssystem verfügt, wodurch es sich von einem Mildhybridsystem unterscheidet. Zusätzlich erfüllt ein Vollhybrid natürlich dieselben Funktionen wie ein Mildhybrid. Zusammengefasst sind mit einem Vollhybrid folgende Funktionen möglich:

- Start-/Stopp-Automatik
- Elektrifizierung der Nebenaggregate
- Regeneratives Bremsen (Rekuperation)
- Unterstützung der VKM beim Beschleunigen (Boosten)
- Rein elektrisches Fahren für wenige Kilometer

Damit lassen sich (wie bei allen anderen Hybridformen) die größten Verbrauchseinsparungen im Stadtbetrieb erzielen. So erzielt ein Vollhybridfahrzeug im New European Driving Cycle (NEDC) eine Verbrauchseinsparung von 30 bis 40%. Aufgrund des vollwertigen elektrischen Antriebsstrangs ist die Vollhybridtechnologie allerdings teurer als die der anderen Hybridtypen. Die zusätzlichen Komponenten wie Batterie, Elektromotor und Leistungselektronik erhöhen das Fahrzeuggewicht und reduzieren dadurch (insbesondere im Autobahnverkehr mit dessen geringen Rekuperationsperioden) die Energieeinsparung. Im Stadtverkehr liegen die Energieeinsparungen beim Vollhybrid jedoch höher als bei Mikro- und Mildhybriden.

Plug-in-Hybrid

Ein Plug-in-Hybrid-Fahrzeug (Plug-in Hybrid Vehicle, PHEV) ist eine weitere Entwicklungsstufe von Vollhybridfahrzeugen, durch eine Verbindung mit dem Stromnetz wird die Batterie direkt geladen. Aufgrund der Verwendung einer größeren Batterie mit hoher Energiedichte haben PHEV gegenüber Vollhybriden folgende zusätzlichen Eigenschaften:

- Rein elektrisches Fahren > 20 km
- Externes Laden der Batterie über das Stromnetz

PHEV können zwischen 20 und 80 km rein elektrisch zurücklegen. Ist die Batteriekapazität erschöpft, übernimmt die VKM den Fahrbetrieb. Die Batterie kann über die Haussteckdose oder spezielle Ladestationen wieder aufgeladen werden. Mit diesem Konzept genießt der Fahrzeugnutzer die Vorteile eines Batterieelektrofahrzeuges, ohne Einschränkungen bei der Reichweite hinnehmen zu müssen. Nachteilig sind jedoch die hohen Herstellungskosten, die vor allem wegen der teureren Batterien jene von Vollhybridfahrzeugen übersteigen.

Range-Extender-Fahrzeug

Als Fahrzeug mit Range-Extender (REX) bezeichnet man serielle PHEV, die Distanzen von mehr als 60 km rein elektrisch mit Energie aus einer Batterie zurücklegen können. In Europa, aber auch in anderen Teilen der Welt legen rund 80% der in Städten lebenden Bevölkerung pro Tag nicht mehr als 60 km zurück, wodurch in diesen Fällen eine lokal völlig emissionsfreie Fahrzeugnutzung realisierbar ist. Die psychologisch wichtige Sicherheit, auch größere Strecken ohne Unterbrechung für erneutes Laden zurücklegen zu können, lässt sich durch Einsatz eines REX sicherstellen. Wenn die Batterie leer ist, übernimmt eine VKM die Funktion der Batterie und liefert als Stromgenerator die notwendige Energie für den Elektromotor bzw. lädt die Batterie wieder auf. Durch die VKM kann die begrenzte Reichweite des rein elektrischen Betriebs auf mehrere 100 km erhöht werden, daher auch die Bezeichnung Range-Extender. Damit wird dem Nutzer die Sicherheit einer Reichweitenreserve gegeben. Range-Extender-Fahrzeuge verbinden somit die Vorteile von Batterieelektrofahrzeugen mit den Vorteilen konventioneller Fahrzeuge. Wegen

der größeren Batterien liegen die Kosten allerdings höher als bei HEV mit geringerer elektrischer Reichweite.

Startergeneratoren und Start-Stopp-System

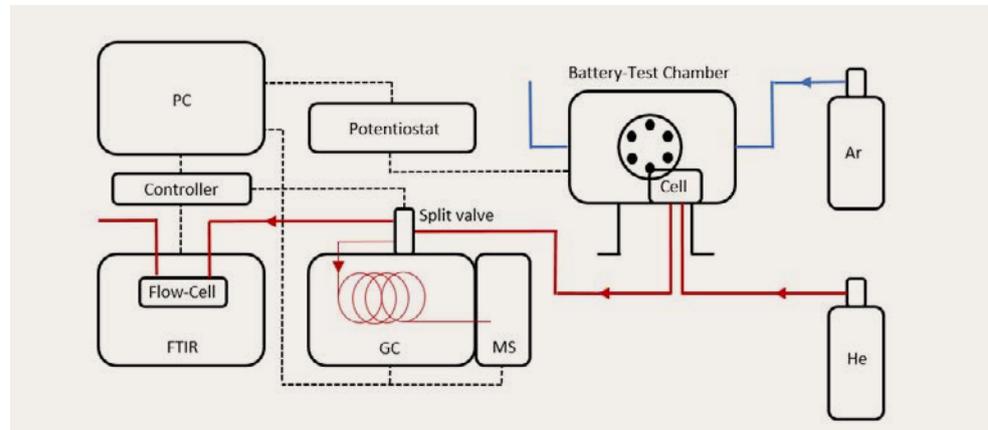
Ein Startergeneratorsystem vereint Lichtmaschine und Starter in einer einzigen elektrischen Maschine. Der Startergenerator übernimmt also einerseits die Aufgabe, den Verbrennungsmotor zu starten, und andererseits jene, elektrische Energie für die elektrischen Nebenverbraucher und -aggregate zu produzieren. Zusätzlich erfüllt er die Aufgaben des Schwungrades. Startergeneratoren haben einen besseren Wirkungsgrad als herkömmliche Lichtmaschinen.

Bei Start-Stopp-Systemen wird der Verbrennungsmotor abgestellt, sobald das Fahrzeug anhält, und automatisch wieder gestartet, wenn der Fahrer einkuppelt. Am häufigsten tritt dies beim Anhalten vor Ampeln oder im Stop-and-go-Betrieb bei Stau auf. Eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs wird daher insbesondere im Stadtverkehr, z. B. bei einem Ampelstopp, erzielt. Start-Stopp-Systeme ermöglichen eine Verbrauchsreduzierung von 1 bis 3%.

DianaBatt

Diagnostik zu Alterung, Sicherheit und Wiederverwertbarkeit von Li-Ionen-Batterien

Abbildung 23: Anordnung
Schema FTIR-GC/MS
Quelle: DianaBatt
Consortium



Durch das Onlinemonitoring der in Lithium-Ionen-Batterien produzierten Gase mittels Multiplex-GC/MS-FTIR (Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC/MS), Fourier Transform Infrared (FTIR)) kann eine Aussage über die Zustände aller Zellkomponenten getroffen werden. Dabei ist es möglich, beeinflussende Parameter wie Zellspannung, Lade- und Entladeströme und Alterungszustand der Zelle kontrolliert zu variieren, und so können potenzielle Gefahren durch emittierte Gase abgeschätzt und deren Toxizität bestimmt werden. In der noch kurzen Projektlaufzeit wurde das GC/MS für In-situ-Messungen vorbereitet und erste Tests mit Standardelektrolyten und Standard-elektrodenmaterialien wurden durchgeführt. Die Entwicklung des Multiplexers für GC/MS-Anwendung wurde gestartet.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | Dr. Jürgen Kahr

Kontakt: juergen.kahr@ait.ac.at

Projektpartner: Lithops S.r.l. | Technische Universität Wien – Institut für Chemische Technologien und Analytik | Daxner & Merl GmbH

Laufzeit: 1. November 2016 – 31. Oktober 2019

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

VALERIE

Vibrationsanalyse von Lithium-Ionen-Batterien

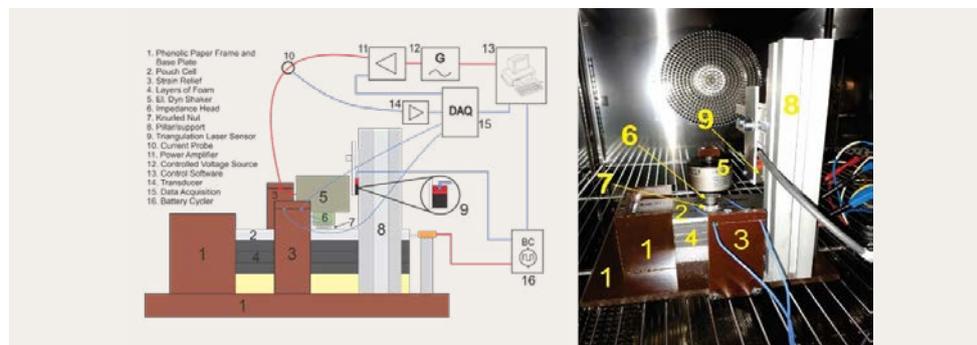


Abbildung 24: Skizze des vollständigen Prüfaufbaus (links). Foto des (Teil-)Prüfaufbaus im Klimaschrank (rechts)

Im Projekt VALERIE wurden die Einsatzmöglichkeiten der mechanischen Schwingungsanalyse (FRF von engl. Frequency Response Function) bzw. des Laufzeitverfahrens (ToF von engl. Time of Flight) hinsichtlich eines Einsatzes zur Ermittlung von LIB-Parametern wie etwa des Ladezustandes (SOC von engl. State of Charge) oder des Alterungszustandes (SOH von engl. State of Health) mittels Simulation und messtechnisch untersucht.

Die Theorie dahinter ist, dass sich die Aktivmaterialien von Anode und Kathode während des Betriebs durch chemische Prozesse verändern und diese Änderungen sich auf die mechanischen Eigenschaften der Zelle auswirken. Die Abbildung oben zeigt einen für VALERIE entworfenen Versuchsaufbau zur Bestimmung der FRF und gleichzeitig der Dehnung einer Pouch-Zelle. Die Zelle wird dabei mechanisch in Schwingung versetzt und ihre Antwort, die FRF, gemessen.

Mit dieser Methode konnte sowohl eine Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften vom und dadurch die externe Messbarkeit des SOC sowie auch des SOH nachgewiesen werden. Dadurch können in Hinkunft die relevanten Batterieparameter rascher und genauer bestimmt werden.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH |

DI Hartmut Popp, MSc

Kontakt: hartmut.popp@ait.ac.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Elektronische Sensorsysteme

Laufzeit: 1. März 2018 – 31. Mai 2019

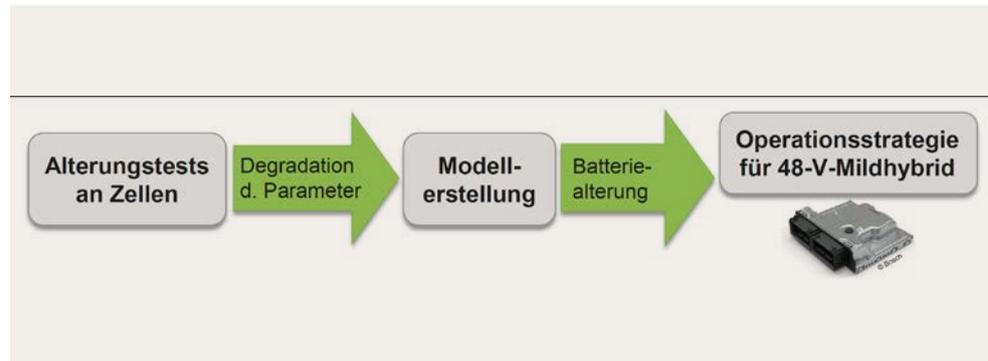
Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

48 V BATTLIFE

Erweiterte Funktionalität von 48-V-Batterien durch neuartige spezifische Alterungsmodelle in der Betriebsstrategie

Abbildung 25:
Methodik zur Entwicklung
von Betriebsstrategien
unter Berücksichtigung der
Batteriealterung



Um die Kosten von 48-V-Hybridfahrzeugen niedrig zu halten und damit die Attraktivität zu gewährleisten, muss die Auslegung der Komponenten sehr genau an die Anwendung angepasst sein. Da exakte Alterungsmodelle für 48-V-Batterien noch nicht vorliegen, werden die Batterien aktuell überdimensioniert bzw. der genützte Kapazitätsbereich eingeschränkt, wodurch die Batterien unnötig teuer werden bzw. Potenzial verschenkt wird. Durch Dauerlaufuntersuchungen mit modernen Zellen und daraus folgend die Entwicklung von Alterungsmodellen samt Implementierung in die Fahrzeugbetriebsstrategie kann der aktuelle Funktionsbereich, SOF (State of Function), optimal eingestellt und eine maximale Reduktion der CO₂- und/oder NO_x-Emissionen erreicht werden. Darüber hinaus kann die Batterie genauer für die Anforderungen dimensioniert werden und damit können Ressourceneinsatz, Kosten, Gewicht und Bauraum eingespart werden. Mithilfe eines eigens aufgebauten Alterungsprüfstandes für Batteriezellen konnten Alterungsuntersuchungen bei verschiedenen Temperaturen und Belastungen durchgeführt und auf Basis der Messdaten ein Alterungsmodell erstellt werden. Dieses Alterungsmodell konnte in weiterer Folge in die Betriebsstrategie eines 48-V-Mildhybridsystems integriert und an einem Motorprüfstand getestet werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Wien – Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik | Prof. Dr. Bernhard Geringer

Kontakt: peter.hofmann@ifa.tuwien.ac.at

Projektpartner: Robert Bosch AG

Laufzeit: 1. August 2016 – 30. April 2019

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

ISALIB

Intrinsic Safety and Risk of Automotive Li-Ion Batteries

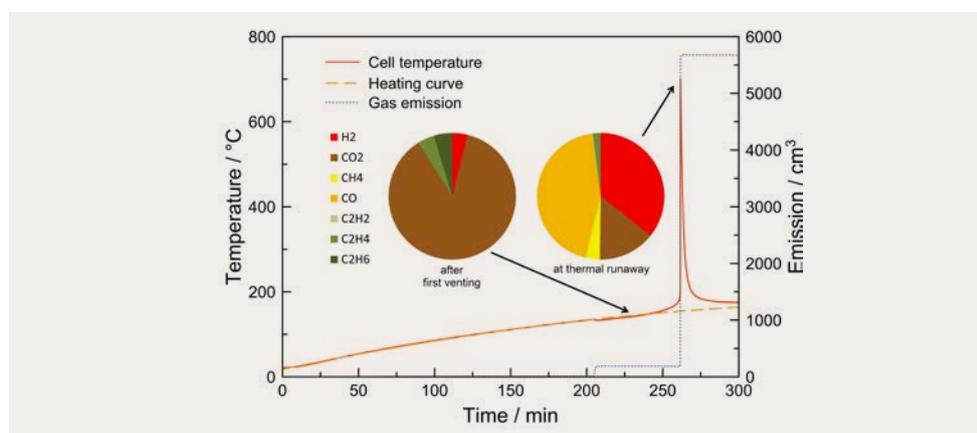


Abbildung 26: Quelle: Darstellung des Zelltemperaturverlaufs (rot, links), des vom Akku emittierten Gasvolumens (blau, rechts) und der Gaszusammensetzung nach dem ersten Ausgasen und beim thermischen Durchgehen

Im Projekt ISALIB wurde das thermische Durchgehen (thermal runaway) von kommerziellen zylindrischen 18650-Lithium-Ionen-Akkumulatoren mit einer nominellen Kapazität von 2,5 bis 3,5Ah (Nennspannung ca. 3,6V) untersucht. Die Kinetik des exothermen chemischen Prozesses wurde durch die Temperaturüberwachung, die Analyse der emittierten Reaktionsprodukte und durch die Auswertung der Selbstheizraten während der induzierten exothermen Vorgänge bestimmt. Die experimentellen Daten dienten als Basis für die Modellierung des thermischen Durchgehens.

Der thermisch induzierte Schadensfall führt zum Ausgasen von Kohlendioxid, gefolgt von der rasch fortschreitenden exothermen Degradation und schlussendlich der Zelldeflagration beim thermischen Durchgehen, verbunden mit der Emission eines Gasmisches aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff bei hohen Temperaturen von 750 bis 800°C (siehe Abb.). Während der Reaktion werden aus einer einzelnen Zelle ca. 30 kJ an Wärme und ca. 5,5 Liter teils brennbare und toxische Gase freigesetzt. Die Testserien wurden mit neuen und gealterten Akkus durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in die Simulation des thermischen Durchgehens integriert.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik | Assoc. Prof. Viktor Hacker

Kontakt: viktor.hacker@tugraz.at

Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Samsung SDI Battery Systems GmbH

Laufzeit: 1. August 2014 – 31. Dezember 2017

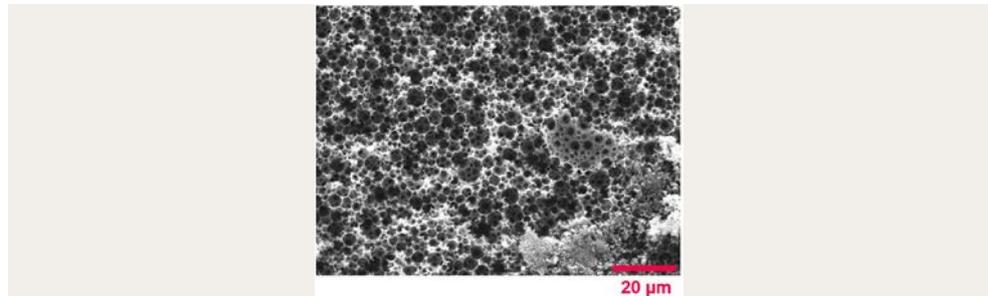
Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

BiLiLuBat

Entwicklung von bimodaler Hochenergie-Lithium-Luft-Batterie

Abbildung 27: Poren von
HIPE-Titancarbid
Quelle: AIT



Für die weitere Entwicklung von zukünftigen elektrifizierten Antriebssträngen mit erhöhter Fahrzeugreichweite bedarf es neuartiger Post-Li-Ionen-Batteriezellenkonzepte. Im Rahmen von BiLiLuBat wird eine bimodale Li-Luft-Zelle als neue Generation eines Energiespeichers untersucht.

Durch Veränderung der Zusammensetzung der High Internal Phase Emulsion (HIPE) konnten die Porosität und die Größe der Löcher in den Poren der entwickelten Titancarbid(TiC)-Kathodenschäume genau eingestellt werden. Als Resultat wurde neben der Erhöhung der Porosität auch die Kapazität des Materials verdreifacht. Im Vergleich zu herkömmlichen Kohlenstoffmaterialien zeigt sich auch eine deutliche Reduzierung der parasitären Nebenprodukte.

Das Präkursorenmaterial für bifunktionale Katalysatoren, Co-Tetramethoxyphenylporphyrine (CoTMPP) und Mn-Octaethylporphyrine (MnClOEP), wurde erfolgreich auf die Gasdiffusionselektrode aufgetragen. Untersuchungen der pyrolysierten Materialien zeigten eine Separation der Metallzentren vom Porphyrine-Linker und Ausbildung von Cobalt- bzw. Manganoxiden. Des Weiteren konnte die Entstehung der gewünschten graphitähnlichen Strukturen mit katalytischer Wirkung festgestellt werden. Berechnungen der 1D-Simulation mit Li-Luft-Zellchemie ergaben eine gravimetrische Energiedichte, die um mehr als das Doppelte über den für 2020 angestrebten Zielwerten liegt, unter der Voraussetzung der Realisierung der erforderlichen Betriebsbedingungen. Aufgrund von passiven Komponenten (Sauerstoffversorgung) liegt die kalkulierte volumetrische Energiedichte jedoch unter den Zielwerten von 2020.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | Dr. Jürgen Kahr

Kontakt: juergen.kahr@ait.ac.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Chemische Technologie von Materialien | AVL List GmbH | thinkstep AG

Laufzeit: 1. September 2014 – 30. November 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

Simpore

Simulationemethode zur effizienten Leistungs- und Energieoptimierung mikroporöser Batteriematerialien

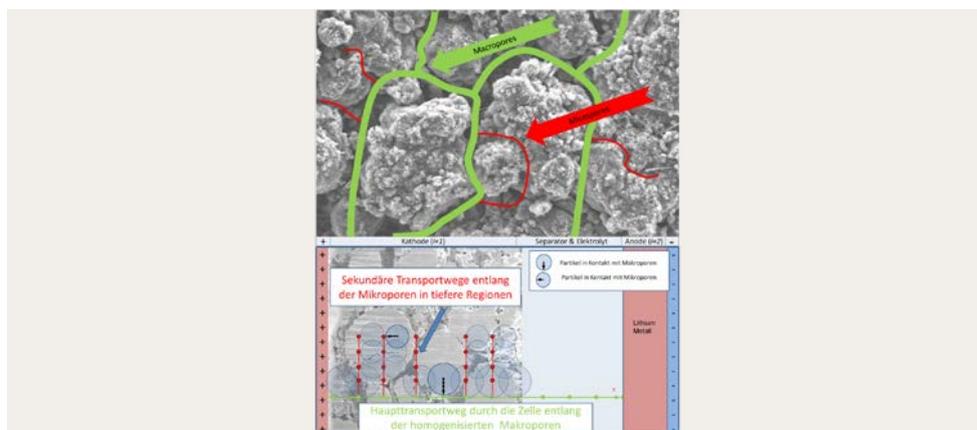


Abbildung 28

In Simpire wurden Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxid(NMC)-Kathodenmaterialien untersucht, welchen ein großer Stellenwert in der modernen Elektromobilität zugeordnet wird. Speziell wurde dabei ein Augenmerk auf die „Double Porosity“-Modellierung und auf die Simulation der porösen Mikrostruktur solcher Elektroden gelegt. Der „Double Porosity“-Ansatz ist ein Verfahren, das in der Geologie verwendet wird, um die Ausbreitung von Verunreinigungen in Grundwasserreservoirs über verschiedene Transportwege zu beschreiben. In Simpire wurde eine Erweiterung der State-of-the-Art-Batterie-Modellierung aufgebaut, welche eine analoge Beschreibung der Elektrodenporosität auf zwei Ebenen statt nur einer zulässt. Um den Ansatz experimentell innerhalb des Projekts zu validieren, wurden am AIT Austrian Institute of Technology GmbH verschiedene NMC-Elektroden synthetisiert und charakterisiert. Parallel wurden am Virtual Vehicle Research Center das Modell und ein passendes Simulationsframework aufgebaut.

Im engen Austausch zwischen den Projektpartnern wurden die verschiedenen Kathoden und deren Performance analysiert und in das Simulationsframework implementiert. So wurde eine innovative Methode zur Optimierung von Batterien für die Anwendung im Automobilbereich erstellt.

Nationale kooperativ orientierte Grundlagenforschung

Projektleitung: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Dr. Franz Pichler

Kontakt: franz.pichler@v2c2.at

Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Laufzeit: 1. April 2015 – 31. März 2017

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: energieforschung.at

RE²BA

Recycling und Reuse von Lithium-Ionen-Batterien

Abbildung 29

Quelle: RE²BA



Im Projekt RE²BA haben Partner aus Industrie und Forschung die Recycling- und Reuse-Fähigkeit von Hochvoltbatteriesystemen aus der Elektromobilität untersucht. Dazu wurde ein bereits entwickelter Recyclingprozess für gebrauchte Industriebatterien auf seine Flexibilität hinsichtlich unterschiedlicher chemischer Strukturen getestet. Die Flexibilität des Recyclingprozesses wurde in Versuchsanlagen der Projektpartner in Graz und Leoben, die über alle relevanten Anlagenkomponenten (Shredder, Windsichter, Sieb, Förderbänder etc.) verfügen, in der Praxis getestet.

Erstmals im deutschsprachigen Raum wurde auch die technische Eignung dieser Batterien als Speichermedium für die Speicherung von Strom aus erneuerbaren Quellen bzw. für das sogenannte „Peak-Shaving“ (d.h. die Deckung von Bedarfsspitzen) geprüft und nachgewiesen. Diese Ergebnisse sollen demnächst in einer großtechnischen Speicheranlage auf ausschließlicher Reuse-Batteriebasis validiert werden.

Das Projekt wurde aufgrund seines hohen Innovationsgrades und seines Beitrags zur generellen Kostensenkung in der Elektromobilität im April 2017 mit dem Energy Globe Styria Award in der Kategorie Forschung geehrt.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Saubermacher Dienstleistungs AG | Dr. Astrid Arnberger

Kontakt: a.arnberger@saubermacher.at

Projektpartner: AVL List GmbH | KTM AG | Montanuniversität Leoben | Smart Power GmbH & Co KG

Laufzeit: 1. Juli 2014 – 30. Juni 2016

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

GALION

GAssensorik für Li-IONen-Batteriesysteme

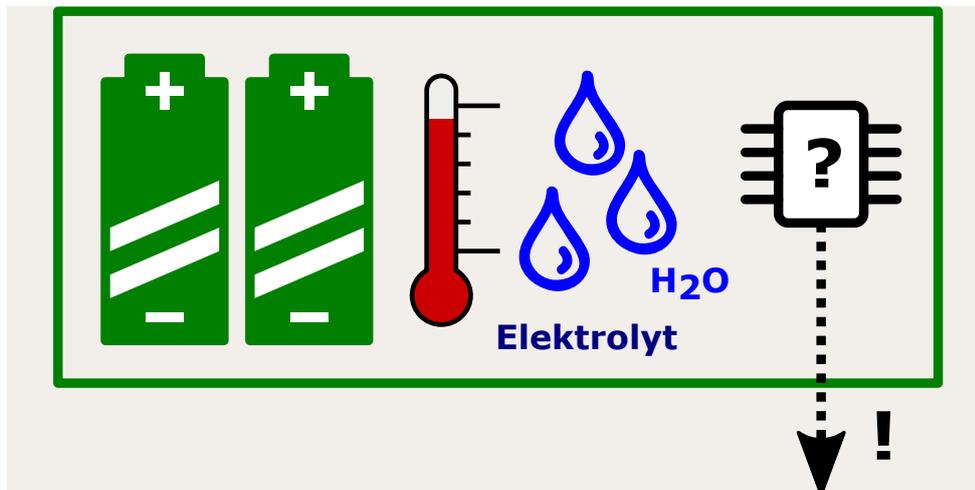


Abbildung 30

Batteriesysteme sind eine Kernkomponente für die Elektromobilität, deshalb muss sichergestellt werden, dass sie über viele Jahre zuverlässig arbeiten. Harte Betriebsbedingungen erfordern die frühzeitige Erkennung von lokaler Überhitzung, Austritt von Elektrolytdampf und Eindringen von Wasser in das Gehäuse. Bei rechtzeitiger Erkennung wird die Systemleistung reduziert, eine Wartung veranlasst und somit mögliche Kosten durch Ausfall reduziert.

Das Projekt ist in einer frühen Phase. In den nächsten 2,5 Jahren werden die gewählten GAssensoren und Polymere in Laboraufbauten und in realen Batteriesystemen validiert.

Neuartige miniaturisierte GAssensoren und funktionale Polymere bieten die Chance, die Fehlertoleranz der Batteriesysteme weiter zu erhöhen. Die eingesetzten Komponenten müssen im Projekt beweisen, dass die erforderlichen funktionalen, mechanischen und elektrischen Eigenschaften über eine Lebensdauer von über 10 Jahren gewährleistet sind.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug,
Forschungsgesellschaft mbH | DI Christiane Essl

Kontakt: christiane.essl@v2c2.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Elektronische
Sensorsysteme | Sensirion AG | Polymer Competence Center Leoben GmbH |
Samsung SDI Battery Systems GmbH | UnravelTEC

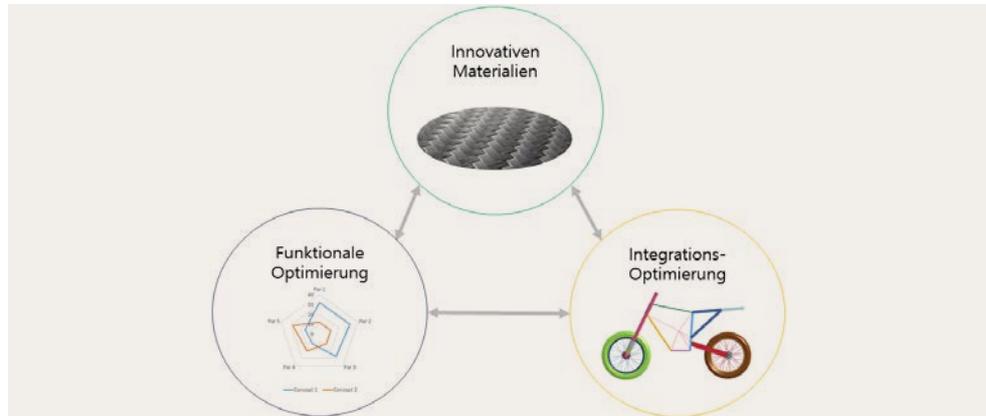
Laufzeit: 1. März 2019 – 28. Februar 2022

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Future

Funktionale Optimierung von Batteriespeichersystemen in elektrischen Straßenmotorrädern

Abbildung 31: Schwerpunkte des Projekts Future
Quelle: Institut für Fahrzeugsicherheit, TU Graz



Um die Kundenakzeptanz von Elektrofahrzeugen zu erhöhen, muss deren Reichweite unter Beibehaltung der Fahrzeugsicherheit deutlich gesteigert werden. Ein möglicher Weg dorthin führt über Optimierungen am Fahrzeug und an der Batterie, um so das Fahrzeuggewicht zu reduzieren.

Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, die Fahrzeugtraktionsbatterie durch Verwendung neuer Materialien, durch neue Bauteildesigns und auch durch eine Fusion von Bauteilen eines Batteriepacks, die eine sehr ähnliche Funktion erfüllen, zu optimieren. Dadurch soll sich für zukünftige Batteriekonzepte ein Vorteil in der Leistungsdichte der Batterie selbst ergeben, welcher in weiterer Folge zu einer Reichweitenerhöhung führen kann. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Optimierung der Fahrzeugintegration eines Batteriespeichersystems durch generische Finite-Elemente-Modelle hinsichtlich verschiedenster komplexer Zielfunktionen (Lage des Schwerpunkts, Sicherheitsreserven, Bauraumausnutzung ...), was zu einer weiteren Gewichtsreduktion des Motorrades führen kann. Derartige Untersuchungen wurden weder national noch international bereits durchgeführt. Das Projektergebnis stellt das theoretisch erreichbare Potenzial an Gewichtseinsparung und Steigerung des Funktionserfüllungsgrades dar, worauf zukünftige Strategieentscheidungen von Motorradherstellern aufbauen werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit | Alessio Sevarin, Dott. mag.

Kontakt: alessio.sevarin@tugraz.at

Projektpartner: KTM AG

Laufzeit: 1. Jänner 2017 – 31. Dezember 2019

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

Tes4seT

Thermal energy storages for sustainable energy technologies

Das Ziel des Projekts war es, einen wesentlichen Beitrag für eine neue Generation von effizienten und kompakten thermischen Energiespeichern in drei Bereichen der Energienutzung zu leisten: Gebäude, Mobilität und Industrie. Der Bereich Mobilität befasste sich mit thermischen Speichern für die Konditionierung von Autobatterien und mit Speichern für effiziente Energiesysteme in Schienenverkehrsfahrzeugen.

Zur thermischen Konditionierung elektrischer Autobatterien bzw. des Wärmeflussmanagements für Autos wurde ein thermochemisches kompaktes Speichersystem entwickelt. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die zunehmende Wichtigkeit und Steigerung des Marktanteils von Hybrid- und Elektrofahrzeugen notwendig, da die Verfügbarkeit von Wärme in Elektroautos geringer ist als bei Autos mit Verbrennungsmotoren. Im Rahmen des Projekts konnten mit einem ersten Kompaktspeicher-Prototyp bei der Kühlung von Fahrzeugbatterien Energieeinsparungen von bis zu 60% während des Schnellladens erreicht werden.

Die Forschungsarbeiten im Bereich der Energiespeicher für effiziente Energiesysteme in Schienenverkehrsfahrzeugen beschäftigten sich unter anderem mit der Verbesserung des Teillastverhaltens von konventionellen Klimatisierungssystemen, wobei gezeigt werden konnte, dass durch den Einsatz von Sorptionsspeichern die Pegelkühlleistung um 20% verringert werden kann.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: AEE – Institut für Nachhaltige Technologien |

Dr. Wim van Helden

Kontakt: w.vanhelden@aee.at

Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | AMMAG GmbH Schüttguttechnik | FH OÖ Campus Wels – Austria Solar Innovation Center (ASIC) | GREENoneTEC Solarindustrie GmbH | i2m Unternehmensentwicklung GmbH | Liebherr – Transportation Systems GmbH & CO KG | Odörfer Haustechnik GmbH | AVL qpunkt GmbH | RHI AG | S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation und Design mbH | STM Schweißtechnik Meitz eU | Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt | Technisches Büro Dr. Walter Somitsch | Technische Universität Graz – Institut für Wärmetechnik | Technische Universität Wien – Institut für Energietechnik und Thermodynamik | Technische Universität Wien – Institut für angewandte Synthesechemie | Virtual Vehicle Research Center

Laufzeit: 1. Oktober 2014 – 30. September 2019

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: energy-innovation-austria.at

KoRe

Kostenoptimierungspotenzial bei elektrischen Motorradenergiespeichern durch Zulassen von Verformungen in Crashlastfällen

Abbildung 32: Projektwork-flow zur kostenoptimierten und sicheren Gestaltung von Traktionsbatterien für Motorräder
Quelle: KoRe



Gegenwärtig werden elektrische Energiespeichersysteme (EES) von Elektromotorrädern derart konzipiert, dass sie bei mechanischen Beanspruchungen (Crashbelastung, Stoßbelastungen im Fahrbetrieb ...) keinerlei Zelldeformation zulassen, um dadurch ein thermisches Durchgehen der Batterie, was im schlimmsten Fall zu einem Brand oder einer Explosion des EES führen kann, unter allen Umständen zu vermeiden. Das Hauptziel des Projekts war es, das Einsparungspotenzial durch zulässige Deformationen am EES zu bestimmen. Dieses generelle Ziel wurde in diesem Projekt durch Zulassen von Deformationen an einzelnen Batteriezellen in einem Batteriepack erreicht. Dadurch besteht die Möglichkeit, sämtliche Bauteile des Batteriesystems leichter und kostengünstiger zu dimensionieren, ohne dabei an Funktionalität und Sicherheit zu verlieren.

Im Projekt konnte eine Methodik abgeleitet werden, mit der es möglich ist, anhand von Zellversuchen und prädiktiven Finite-Elemente-Simulationen die optimale Einbausituation von Batteriezellen in einem vorgegebenen Bauraum eines Fahrzeuges zu bestimmen. Dabei zeichnet sich die optimale Einbausituation einer Zelle durch die Fähigkeit aus, möglichst viel an Deformationsenergie aufzunehmen, bevor es zu einem Zellkurzschluss kommt.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit |
Ass. Prof. DI Dr. techn. Christian Ellersdorfer

Kontakt: christian.ellersdorfer@tugraz.at

Projektpartner: KTM AG

Laufzeit: 1. Jänner 2015 – 31. März 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

EinBliC

Entwicklung eines Multiphysikberechnungsmodells von Li-Ion-Zellen als Basis zur Steigerung der Batteriesicherheit

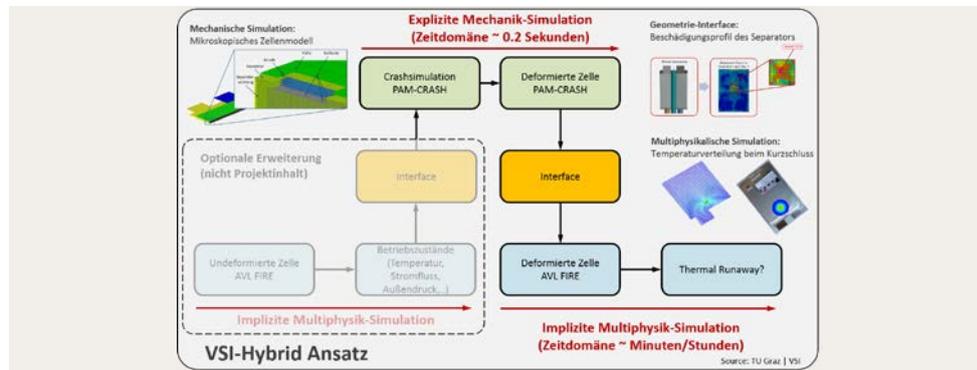


Abbildung 33
VSI-Hybrid-Ansatz
Quelle: TU Graz | VSI

Gegenwärtig werden für Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge meist lithiumbasierte Traktionsbatterien verwendet. Im Falle eines Fahrzeugcrashes kann eine Beschädigung der Batteriezellen zu einem Kurzschluss und in weiterer Folge zur Gefährdung von Mensch und Umwelt durch hohe Temperaturen und giftige Rauchgase führen. Zur Unterstützung der Fahrzeugsicherheitsentwicklung wurde ein neuartiger Simulationsgesamtansatz entwickelt, der das mechanisch-elektrisch-thermische Verhalten von Batteriezellen bei Deformation prognostiziert. Zur Korrelation von mechanischer Belastung und elektrothermischen Reaktionen einer Zelle wurden explizite Finite-Elemente-Analyse (PAM-CRASH) und implizite Multiphysik-Simulation (AVL FIRE) über ein Geometrie-Interface kombiniert. Das mechanische Modell ermittelt auf mikroskopischer Ebene eine Batterieseparatorbeschädigung, woraufhin das neu entwickelte elektrothermische Kurzschlussmodell die Wärmeentwicklung in der Zelle berechnet. Wird hierbei eine kritische Temperaturschwelle überschritten, so ist in Realität von einer exothermen Kettenreaktion („Thermal Runaway“) auszugehen.

Die prinzipielle Machbarkeit wurde anhand eines praxisnahen Funktionalitätschecks mit realistischen Ersatzversuchen gezeigt. Es steht somit ein Werkzeug zur gekoppelten mechanisch-thermisch-elektrischen Simulation von Li-Ionen-Zellen in einem geschlossenen Workflow zur Verfügung.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit |
DI Dr. techn. Wolfgang Sinz

Kontakt: wolfgang.sinz@TUGraz.at

Projektpartner: AVL List GmbH | AUDI Aktiengesellschaft

Laufzeit: 1. Juli 2013 – 30. Juni 2016

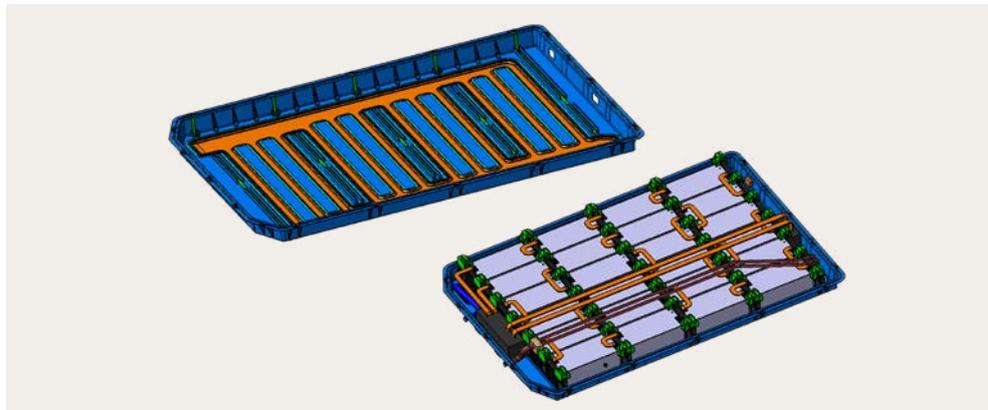
Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

CAR e-Bo

Carbon SMC Battery Protection for e-Mobility Body-in-White

Abbildung 34: Car-e-Bo-Batteriewannenkonzept, entwickelt vom Konsortium, mit integrierten Batterien, Elektronik und Kühlungen



CAR e-Bo untersucht die Machbarkeit eines Batterieträgers, der in die lastabtragende Struktur (Karosserie) eines Pkw integriert wird. Zur Herstellung wird auf das Faserverbundmaterial C-SMC (Carbon Sheet Moulding Compound) zurückgegriffen, welches in Verarbeitung und festigkeitstechnischen Belangen (Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit) vielversprechend für komplexe, integrale Strukturen ist.

Im Projekt werden die Anforderungen für die private E-Mobilität analysiert, aktuelle Konzepte recherchiert und vielversprechende Zukunftsszenarien mit technologischen Lösungen in Fertigung, Auslegung und strategischer, nachhaltiger und wirtschaftlicher Machbarkeit analysiert.

Das Ergebnis des ersten Projektjahres ist das Konzept einer integralen Batteriewanne aus faserverstärktem Kunststoff, welches im Vergleich zu Aluminium 50% leichter ist und Batteriepacks für ca. 50 kWh Leistung Raum bietet (im Vergleich dazu: das aktuelle BMW-i3-60-Ah-Modell bietet 18,8 kWh nutzbare Leistung). Der C-SMC-Prozess erlaubt dabei eine integrale Fertigung in wenigen Prozessschritten und die Funktionsintegration von Kühlung, Kabelführung, elektromagnetischer Abschirmung sowie Flammenschutz. Der Einsatz von C-SMC-Batteriewannen ist für Automobilhersteller daher attraktiv und wirtschaftlich sinnvoll.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Alpex Technologies GmbH | Bernhard Rittenschober

Kontakt: bernhard.rittenschober@alpex-tec.com

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit | Johannes Kepler University Linz – Institute of Polymer Product Engineering | Benteler SGL Composite Technology GmbH

Laufzeit: 1. Mai 2018 – 30. April 2020

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

EmPower

Embedded power components for electric vehicle applications

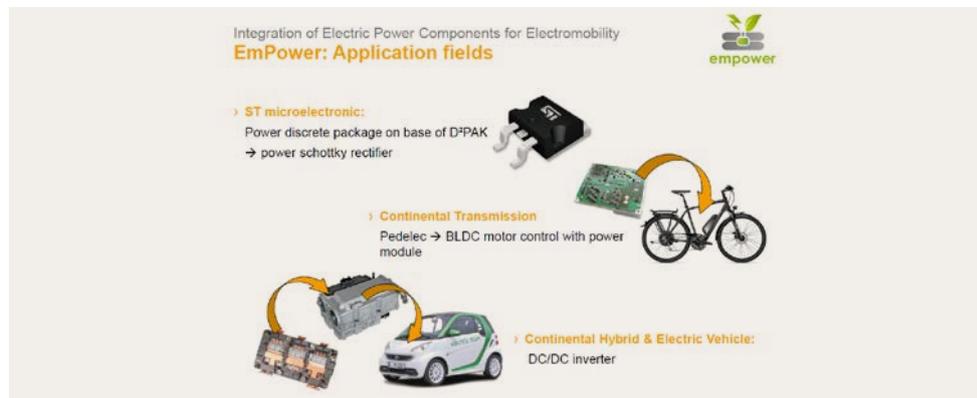


Abbildung 35:
DC/DC-Inverter für
Hybridelektrofahrzeuge

Das EUREKA-CATRENE-Projekt EmPower verfolgte das Ziel, ein Packaging-Konzept für leistungselektronische Stromregler zu entwickeln, welches für die Einsatzbedingungen und die Zuverlässigkeitsanforderungen im Bereich der Elektromobilität geeignet ist. Primäres Einsatzgebiet sind Stromrichter für Antriebsmotoren, Ladeeinrichtungen und leistungselektronische Steuerungen in Hilfsaggregaten wie Servolenkung, Bremssystem etc.

Die innovativen Schritte des EmPower-Konzepts bestehen einerseits in einer Verkürzung der Wärmeableitpfade, über welche die Schaltverluste der Leistungshalbleiter (IGBT, MOSFET, Diode) zum Kühlkörper abgeführt werden und wodurch die thermische Beanspruchung der Baugruppe im Lastfall entscheidend reduziert wird. Andererseits werden die Leistungshalbleiter erstmals beidseitig mit Kupfer beschichtet und in einem Leiterplattenaufbau unter Anwendung eines neuen Niedertemperatur-Silbersinterprozesses eingebettet.

Zuletzt bedingt das Herstellen der kürzestmöglichen elektrischen Verbindungen zwischen den Leistungshalbleitern eine Minimierung der parasitären Leitungsimpedanzen und eine deutliche Verbesserung des Schaltverhaltens. Im Zuge des Projektes wurden drei verschiedene Demonstratoren für die Leistungsbereiche 50 W, 500 W und 50 kW entwickelt.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AT & S Austria Technologie & Systemtechnik Aktiengesellschaft | DI Mike Morianz

Kontakt: M.Morianz@ats.net

Projektpartner: Technische Universität Wien – Institut für Sensor- und Aktuatorssysteme

Laufzeit: 1. Mai 2013 – 28. Februar 2017

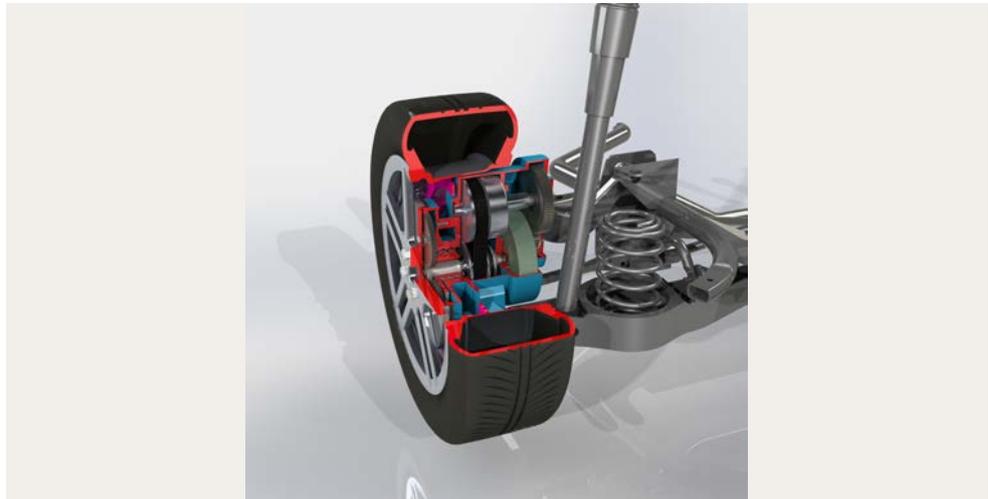
Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

HEuV

Hochintegrierte Energiespeicher für den urbanen Verkehr

Abbildung 36:
Fahrzeugfelge mit integriertem Schwungradsystem



Das Sondierungsprojekt HEuV behandelte die Analyse von hochintegrierten Schwungrädern als kinetischem Energiespeicher in Fahrzeugen. Zielsetzung des Projekts war die Entwicklung von Konzepten zur Integration von Schwungradspeichersystemen in die Fahrzeugfelge, wobei die technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen im Fokus standen.

Der Nutzen des entwickelten Systems liegt in der Leistungssteigerung bei wesentlich verbesserter Effizienz des Fahrzeuges. Durch die zusätzliche Antriebsleistung der Schwungradspeicher können Fahrzeuge beim Anfahren stärker beschleunigt werden, wodurch die Dynamik des Fahrzeuges und somit das Fahrerlebnis steigen. Als zentraler Nutzen wurde nachgewiesen, dass im urbanen Raum durch Rekuperation bis zu 30% an Treibstoff eingespart werden können.

Mit dem Forschungsprojekt wurden die großen Potenziale von kinetischen Speichern aufgezeigt. Die neuen Erkenntnisse sollen die Grundlage bilden, um in einem weiterführenden größeren Forschungsprojekt die Idee von hochintegrierten Speichersystemen in Richtung Serienreife zu führen.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: AMSD Advanced Mechatronic System Development KG |
DDI Dr. techn. Gerald Kelz

Kontakt: kelz@amsd.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Maschinenelemente
und Entwicklungsmethodik

Laufzeit: 1. Dezember 2014 – 31. Mai 2016

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

LESS

Lebensdauererhöhung bei Schwungradspeichersystemen

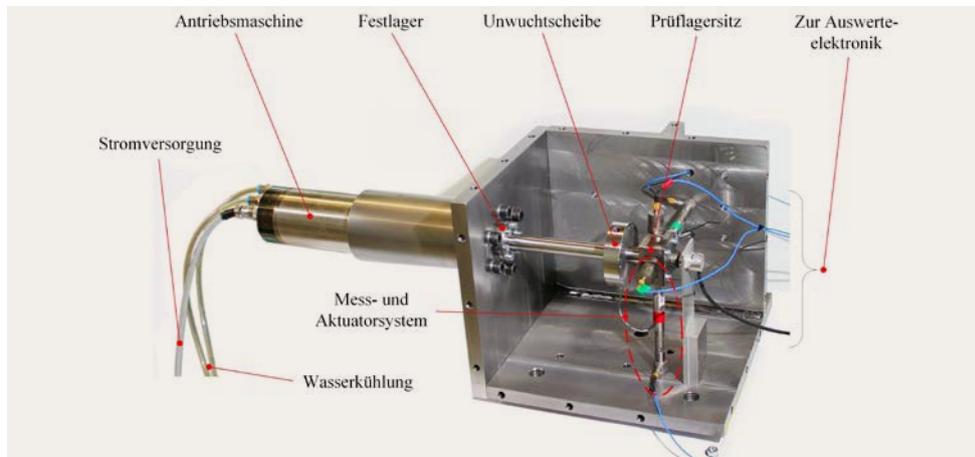


Abbildung 37
Quelle: LESS-Versuchsaufbau

Die Kernkomponente von Schwungrad-Energiespeichersystemen ist eine schnelldrehende Masse, mit deren Hilfe kinetische Energie gespeichert wird. Die zur Lagerung der Schwungradmasse nötigen Wälzlager bieten Vorteile gegenüber anderen Lagerkonzepten (Magnetlager, Gleitlager ...) und stellen dabei ein Schlüsselement für den Bau kostengünstiger Schwungradspeicher dar. Diese Lagerung bestimmt wichtige Eigenschaften wie Selbstentladung und Lebensdauer des gesamten Speichers. Im Zuge des Projektes LESS wurden passive sowie aktive Lageraufhängungskonzepte bezüglich ihrer Eignung zur Erhöhung der Systemlebensdauer untersucht. Die unterschiedlichen Konzepte wurden analytisch/numerisch simuliert und anschließend mittels Prüfstanduntersuchungen verifiziert. Basierend auf den gewonnenen Forschungsergebnissen wurde ein erfolgversprechendes Low-Cost-Konzept entwickelt und dessen Tauglichkeit im Zuge eines Folgeprojektes mit dem Titel „Machbarkeitsstudie über Low-Cost-Schwungradspeicher zur Lastverschiebung von elektrischer Energie“ verifiziert. Dieser Ansatz erlaubt eine Skalierung auf Systeme unterschiedlicher Baugrößen und ermöglicht eine signifikante Lebensdauererhöhung bei gleichzeitiger Reduktion des Verlustmoments. Die Abbildung zeigt den Versuchsaufbau, mit welchem das Potenzial empirisch bestätigt wurde.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Institut für Maschinenelemente und Entwicklungsmethodik | Assoc. Prof. DI Dr. Michael Bader

Kontakt: michael.bader@tugraz.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Elektrische Meßtechnik und Meßsignalverarbeitung

Laufzeit: 1. Oktober 2014 – 31. März 2016

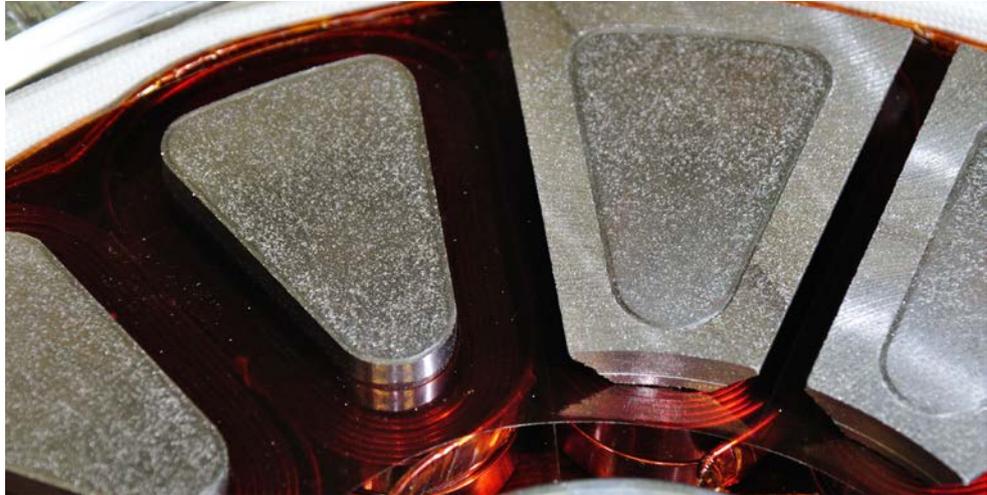
Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

CoolAFM

Kompakte Axialflussmaschine mit Hochleistungskühlung – innovativer Fahrzeug-Antrieb im 48-Volt-Bereich

Abbildung 38



Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer flüssigkeitsgekühlten Axialflussmaschine (AFM) mit niedrigen Kosten, hoher Drehmomentdichte und sehr kurzer Bauform, welche die Integration in einen Parallelhybridantriebsstrang deutlich erleichtert. Eine besondere Herausforderung ist die Entwicklung der Kühlung, bei der die flüssigkeitsgekühlten Wicklungsspulen direkt von der Kühlflüssigkeit umströmt werden. Durch die signifikante Verbesserung der Entwärmung kann eine Hybridbetriebsstrategie mit hohen Überlastanteilen entwickelt werden, wodurch das 48-V-Bordnetz optimal ausgenutzt wird.

Mittels moderner Simulationswerkzeuge werden E-Maschine und Hybridfahrzeug modelliert und die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Auslegungs- und Dimensionierungsparametern der AFM auf das Betriebsverhalten des Fahrzeuges ermittelt. Auf Basis dieser Ergebnisse erfolgen eine Festlegung der Dimensionierung und die Detailkonstruktion der E-Maschine. Abschließend wird mithilfe der Integration der AFM in einen Verbrennungsmotorantriebsstrang die Betriebsstrategie weiter optimiert und das Potenzial zur Senkung der CO₂-Emissionen im Vergleich zu bestehenden Benchmark-Systemen ermittelt.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Wien – Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik | Assoc. Prof. Dr. Peter Hofmann

Kontakt: peter.hofmann@ifa.tuwien.ac.at

Projektpartner: Miba Sinter Austria GmbH

Laufzeit: 1. April 2018 – 31. März 2021

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

INTEGRA

Entwicklung eines hochkompakten High-Speed-Drive-Systems für den elektrischen Antriebsstrang



Abbildung 39: 150-mm-(SiC)-Siliziumkarbid-Scheibe mit Schaltern für den INTEGRA-Wandler

In Europa werden rund 23% der Treibhausgase durch den Personen- und Warentransport verursacht. Ein wesentlicher Hebel für die Reduktion der CO₂-Emissionen beim Transport ist die Elektrifizierung des Antriebsstranges. Dabei hat neben den Batterien auch die Ansteuerung der Motoren in Elektroautos noch Verbesserungspotenzial.

Die Forschungsarbeiten umfassen die Erstellung und erstmalige Umsetzung eines integrierten Konzeptes, das alle elektronischen, thermischen und mechanischen Aspekte eines Antriebs berücksichtigt. Aufgrund der angestrebten hohen Leistungsdichte und der vielen Verbindungen zwischen den unterschiedlichen neuen Materialien werden die Simulationen aller Teilbereiche zusammengeführt und somit die notwendige Gesamtbetrachtung ermöglicht. In weiterer Folge wird ein Forschungsdemonstrator aufgebaut, um eine Validierung durchzuführen.

Der elektrische Teil beinhaltet einen neuartigen Antriebswechselrichter mit Leistungsdichten von bis zu 700 W/inch³ (bisher berichtet: 400 W/inch³), gleichbedeutend mit einer Reduktion des Volumens auf 1/3. Der mechanische Teil befasst sich mit neuen Ansätzen zum Wärmetransport und der Kühlung bei kleinerem Bauvolumen und mit der Erhöhung des Integrationslevels bei gleichzeitiger Erprobung von neuen Fertigungsmethoden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Infineon Technologies Austria AG | DI Herbert Pairitsch

Kontakt: herbert.pairitsch@infineon.com

Projektpartner: Montanuniversität Leoben – Institut für Struktur- und

Funktionskeramik Materials Center Leoben Forschung GmbH |

Pankl Systems Austria GmbH | FH Joanneum Gesellschaft mbH |

TDK Electronics GmbH & Co OG

Laufzeit: 1. Februar 2018 – 31. Jänner 2021

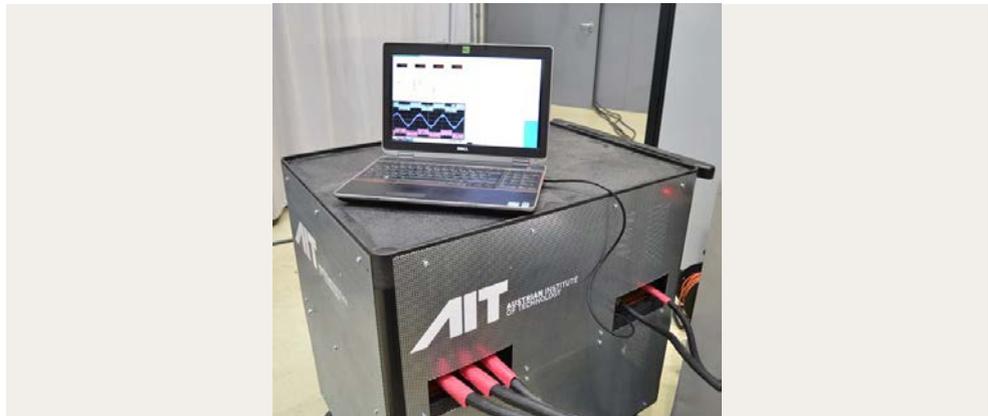
Programm: Mobilität der Zukunft

Webseite: ffg.at

EFFEL

Effizienzoptimaler Antrieb für Elektrobuss

Abbildung 40: Umrichter
Quelle: AIT, TSA



Untersuchungsgegenstand des Projekts sind die gesamten elektrischen Verluste im Antriebssystem eines Elektrobusses. Das Ziel ist, die Wechselrichtertopologie und die Betriebsstrategie zu finden, für welche sich minimale Verluste ergeben. Für die theoretischen Untersuchungen werden Maschinen- und Umrichtermodelle entwickelt, mittels Finite-Elemente-Methode (FEM) verifiziert und mit Messdaten von realen Maschinen verglichen.

Status: Es wurde ein Eisenverlustmodell in Modelica entwickelt, welches sich für pulsweitenmodulierte Spannungen eignet und in ein „Lumped Circuit“-Modell der Asynchronmaschine implementiert wurde, wo die Eisenabschnitte als diskrete magnetische Leitwerte dargestellt sind. Es wurden Eisenverlustsimulationen für Sinus- und 2- und 3-Level-Umrichterbetrieb für zwei verschiedene Blechgüten durchgeführt. Die Simulationsergebnisse wurden mittels FEM verifiziert und mit Messdaten verglichen. Beide Maschinentypen wurden gefertigt sowie ein Prüfwechselrichter, bei dem Betriebsparameter und Pulsmuster im 2- sowie im 3-Level-Betrieb variiert werden können, entwickelt und in Betrieb genommen. Das Antriebssystem mit einer mechanischen Leistung von 260 kW wurde am Antriebsprüfstand vermessen. Die Lagerströme der Maschine wurden gemessen, um zu gewährleisten, dass eine höhere Effizienz nicht auf Kosten der Lebensdauer geht.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | DI (FH) Bernd Pläßnegger, MSc

Kontakt: bernd.plassnegger@ait.ac.at

Projektpartner: Traktionssysteme Austria GmbH

Laufzeit: 2. Jänner 2014 – 1. Juli 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

ELAAN

Elektrischer Antriebsstrang für Arbeits- und Nutzfahrzeuge



Abbildung 41
Quelle: ELAAN

In ELAAN wurde ein elektrisches Antriebssystem für Nutz- und Arbeitsfahrzeuge z. B. für die kommunale Logistik, Garten- und Straßenbau, Abfallentsorgung, Räumdienste und Stadtreinigung entwickelt. Diese Antriebe sind typischerweise durch eine dynamische Leistungsanforderung während des Fahrbetriebs gekennzeichnet, die durch eine wirkungsgradoptimierte E-Motor-Inverter-Kombination ohne den heute üblichen Verbrennungsmotor sichergestellt werden soll. Um den hohen Energiebedarf des Antriebssystems während des dauerhaften Einsatzes von Anbaugeräten zu decken, wurde ein emissionsfreier Range-Extender für die Batterie eingesetzt. Die Auslegung und Betriebsführung von Range-Extender, Batterie, Leistungselektronik und Motor wurde simulationsgestützt auf typische Lastprofile von Nutz- und Arbeitsfahrzeugen optimiert, elektrische und mechanische Schnittstellen wurden unter Berücksichtigung bereits vorhandener Standards vereinheitlicht. Das innovative Antriebssystem wurde in die Antriebsplattform eines LADOG-Nutzfahrzeugs vom Typ T-1250 integriert und stand zu Projektende für die Erfahrungssammlung im Alltagsbetrieb zur Verfügung. Das Konsortium baute das Demonstrationsfahrzeug aus den bereits entwickelten Einzelkomponenten Batteriemodul, Brennstoffzellensubsystem, Elektromotor, Leistungselektronik und Fahrzeug auf. Der Demonstrationsbetrieb startete im Mai/Juni 2017 und ermöglichte, erste praktische Erfahrungen damit zu sammeln.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Fronius International GmbH | Mathias Griesbaum

Kontakt: griesbaum.mathias@fronius.com

Projektpartner: ElringKlinger AG | Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE | LADOG-Fahrzeugbau- und Vertriebs-GmbH | Heinzmann GmbH & Co. KG

Laufzeit: 1. Oktober 2013 – 30. Juni 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

HyperHybrid

Hocheffizienter und kostengünstiger Seriellhybridantrieb für Pkw

Abbildung 42: Demonstratorfahrzeug

Quelle: HyperHybrid,



Ziel dieses Projektes war die Entwicklung und Darstellung eines hocheffizienten und kostengünstigen Plug-in-Seriellhybridsystems (HyperHybrid) für die Serienanwendung in Pkw. Der HyperHybrid ermöglicht einen emissionsfreien Betrieb des Fahrzeuges innerorts durch batterieelektrischen Betrieb und einen verbrauchsoptimierten hybrid-elektrischen Betrieb außerorts durch den Einsatz eines Zero-Vibration-Generators (ZVG).

Für die Implementierung des HyperHybrids in das Demonstratorfahrzeug wurden die Originalantriebsstrangkomponenten entfernt, durch die HyperHybrid-Komponenten ersetzt, das Gesamtfahrzeug neu elektrifiziert, der Hybridregler implementiert und für den Realfahrbetrieb abgestimmt.

Ein wesentlicher Bestandteil des Projektes war die Optimierung des vom Projektteam entwickelten ZV-Generators hinsichtlich Verbrauch, Leistung, Dauerhaltbarkeit sowie Noise, Vibration, and Harshness (NVH).

Die Ergebnisse dieses Projektes verdeutlichen, dass es möglich ist, ein kostengünstiges, hocheffizientes und serientaugliches Hybridsystem zu entwickeln, welches die Vorteile beider Welten (elektrisches Fahren gepaart mit hoher Reichweite) vereint und aktuelle sowie zukünftige Emissionsgrenzen einhalten kann.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Obrist Powertrain GmbH | DI (FH) Martin Graz

Kontakt: m.graz@obrist.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH

Laufzeit: 1. Juni 2013 – 31. Jänner 2016

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

ETA

Efficiency optimization by developing advanced electric Transmissions for lowest emissions in wheel loader Applications



Abbildung 43
Quelle: Liebherr

Während durch einen flächendeckenden Elektrifizierungstrend serientaugliche Lösungen für den emissionsfreien Betrieb vorwiegend im Bereich der Automobilindustrie hervorgebracht wurden, zeigen aktuelle gesellschaftspolitische Entwicklungen, dass der Bedarf an emissionsarmen oder lokal emissionsfreien Antrieben in Bau- und Arbeitsmaschinen künftig signifikant steigen wird.

Liebherr hat mit seinen hydraulisch-mechanisch leistungsverzweigten XPower®-Antrieben schon heute gemessen an geringstem Kraftstoff- bzw. Energieverbrauch den mit Abstand effizientesten Radladerantrieb im Großgerätesegment

Konventionelle elektrische Antriebstrukturen bieten ein limitiertes Effizienzpotenzial, da zum einen das Effizienzverhalten aufgrund der Radlader-spezifischen Anforderungen hinter den Erwartungen bleibt und zum anderen die Kosten im Vergleich zu hochwertigen hydraulisch-mechanischen Antrieben um ein Vielfaches höher sind. Um Energieverbrauch und Emissionsausstoß weiter zu reduzieren, muss das Effizienzverhalten hoch entwickelter Antriebe unter der Verwendung kostenoptimierter Komponenten verbessert werden.

Das Projekt ETA adressiert exakt diese Hürden konventioneller Antriebe und eröffnet damit neue Anwendungsmöglichkeiten für die Elektrifizierung in der Bau- und Arbeitsmaschinenindustrie.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Liebherr-Werk Bischofshofen GmbH | DI Hans Knapp

Kontakt: hans.knapp@liebherr.com

Projektpartner: Technische Universität Wien – Institut für Mechanik und Mechatronik | Kristl, Seibt & Co GmbH | Hydrive Engineering GmbH

Laufzeit: 1. Februar 2017 – 30. September 2020

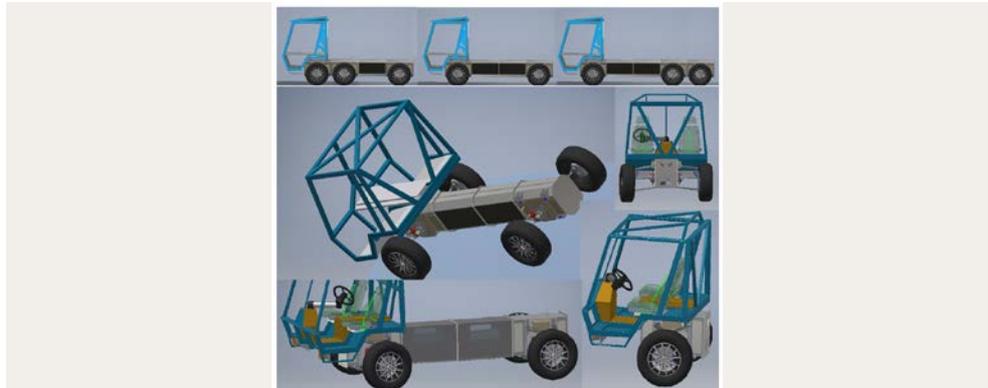
Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

EMPA-Trac

Electric-Modular-Platform-Architecture-Trac

Abbildung 44: EMPA-Trac, Modulkonzept und Gleichteilestrategie; PKA1906c



Im Rahmen des EMPA-Trac-Projekts wird eine modulare E-Drive-Plattform für Kommunalfahrzeuge auf der Grundlage einer Gleichteilestrategie sehr effizient entwickelt. Die Kernkompetenz der Antriebsplattform ist der rein elektrische Triebkopf. Die Entwicklung nutzt alle ökologischen Vorteile der emissionsfreien Mobilität, versteht jedoch die elektrische Antriebstechnik als Grundlagentechnologie für eine deutliche Reduktion des Gesamtgewichts sowie für eine effiziente Traktionskontrolle.

Der hohe Individualisierungsgrad von Fahrzeugen in kommunalen Anwendungen begünstigt den Einsatz einer modularen, elektrischen Antriebstechnik, da ohne großen zusätzlichen Entwicklungsaufwand zwei-, drei- oder sogar vierachsige Versionen aus den gleichen Modulen aufgebaut werden können. Mittels elektrischer Nebenabtriebe (E-PTO) kann das Fahrzeug präzise an die tatsächlichen Einsatzanforderungen angepasst werden. Dadurch werden die Herstellungskosten der Fahrzeughardware wesentlich reduziert, was eine Kompensation der Kosten des Batteriepakets ermöglicht.

Im Projekt werden für den EMPA-Trac eigene Lithium-Akkupacks entwickelt, die neben der geforderten Sicherheit und Robustheit auch den einfachen Austausch von defekten oder leistungsreduzierten Batteriesegmenten sowie deren kostengünstigen Einsatz in anderen Anwendungen ermöglichen sollen.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Adolf Tobias Gesellschaft m.b.H. | Peter Kainz

Kontakt: peter.kainz@stmk.or.at

Projektpartner: Hellpower Energy e.U. | AIT Austrian Institute of Technology GmbH | TÜV Austria Automotive GmbH | Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH

Laufzeit: 1. Februar 2018 – 31. Juli 2020

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

SEAMLESS

Sustainable, Efficient Austrian Mobility with Low-Emission Shared Systems

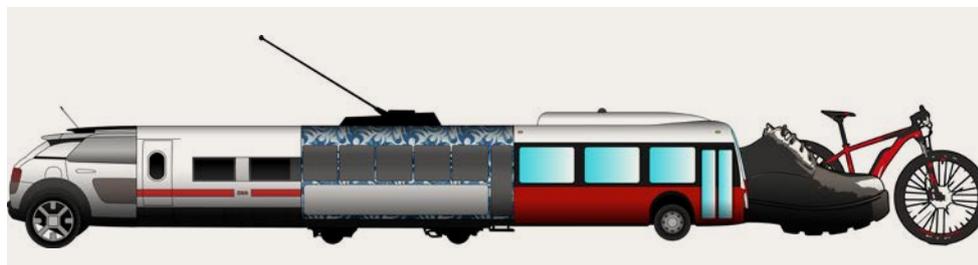


Abbildung 45
Quelle: „Elliott Griffith“

Das SEAMLESS-Projekt stellt technische Entwicklungen und begleitende Maßnahmen zur (nachhaltigen) Einführung von Elektromobilflotten im betrieblichen Kontext bereit. Neben klassischen Dienstwagen sollen alternative Betreibermodelle identifiziert werden, die eine bessere und bedarfsgerechtere Auslastung der Firmenflotte ermöglichen. Während einer anfänglichen Konzeptionsphase wurden unterschiedliche Businessmodelle für die Etablierung von Dienstwagenflotten in Unternehmen entwickelt. Im Anschluss daran wurde mit der Implementierung der dafür notwendigen Software sowie mit der Umsetzung der zusätzlichen Maßnahmen (z. B. Sensibilisierung der Unternehmen zum Thema Carsharing) begonnen. Aktuell startet eine Demonstrationsphase, die nach Abschluss evaluiert wird, um herauszufinden, welchen Einfluss das Angebot von entsprechenden technischen und nichttechnischen Maßnahmen auf das Mobilitätsverhalten von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern hat. Erste Erkenntnisse zeigen, dass der Umstieg von althergebrachtem Verhalten auf moderne, nachhaltige Mobilitätslösungen in kleinen Firmen weitaus einfacher und schneller durchgeführt werden kann als in größeren Unternehmen – insbesondere wenn mehrere Hierarchieebenen in Entscheidungen eingebunden sind.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH |

Dr. Matthias Prandtstetter

Kontakt: matthias.prandtstetter@ait.ac.at

Projektpartner: creative-it Software & Consulting e.U. | Ecoplus, die Wirtschaftsagentur des Landes Niederösterreich | ENIO GmbH | ETA Umweltmanagement | Fronius International GmbH | Greenride GmbH | HERRY Consult GmbH | iC consulenten Ziviltechniker GmbH | im-plan-tat Raumplanungs-GmbH & Co KG | Kalomiris Consulting e.U. | Österreichische Post AG | spectra today GmbH | tbw research GesmbH | T-Systems Austria GesmbH

Laufzeit: 1. Mai 2016 – 31. Dezember 2019

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

LEEFF

Low Emission Electric Freight Fleets

Ein interdisziplinäres Konsortium aus 17 innovativen und praxisorientierten Projektpartnern hat sich in einem Zeitraum von dreieinhalb Jahren zum Ziel gesetzt, die Entwicklung, Demonstration und Validierung einer integrativen Gesamtlösung in Angriff zu nehmen, die es Flottenbetreibern ermöglicht, elektrifizierte Nutzfahrzeuge bis 3,5t (E-Vans) wirtschaftlich und zuverlässig in ihre Flotte zu integrieren. Der potenzielle Zielmarkt sind dabei rund 350.000 leichte Nutzfahrzeuge in Österreich, die in erster Linie konventionell angetrieben werden. Um den Güterverkehr im urbanen Raum umweltverträglicher zu machen, ist die Elektrifizierung der Fahrzeuge derzeit das Mittel der Wahl.

Im ersten Projektjahr erfolgte die Planung, Konstruktion sowie Entwicklung der E-Vans (elektrifizierte Leichtnutzfahrzeuge) und ihrer Komponenten (Antrieb, Getriebe, Batterie, Ladeinfrastruktur, IT-Plattform). Seit 2017 kommen die entwickelten E-Vans sukzessive bei Schachinger Logistik, SPAR Österreichische Warenhandels-AG, Quehenberger Logistics, FEN Systems, Selecta und Gebrüder Weiss – DPD zum Einsatz. „Die Zukunft der leichten Gütermobilität ist zweifellos elektrisch“, ist der technische Projektleiter Nikolaus Skarabela überzeugt, „denn wir werden damit unser eigener Ölscheich, mit PV-Ökostrom am Dach, intelligenter Ladeinfrastruktur und effizienten E-Transportern zu leistbaren Bedingungen.“

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: i-LOG Integrated Logistics GmbH | Dr. Bartosz Piekarczyk

Kontakt: bp@i-log.at

Projektpartner: Universität für Bodenkultur, Council für nachhaltige Logistik CNL | EN Sustain Systems GmbH | Kreisel Electric GmbH & CoKG | Oberaigner Powertrain GmbH | Gebrüder Weiss Gesellschaft m.b.H. | SMATRICES GmbH & Co KG | Energie Ingenieure GmbH | Satiamo GmbH | FH Oberösterreich Campus Hagenberg | Schachinger Logistik Holding GmbH | SPAR Österreichische Warenhandels-Aktiengesellschaft | Quehenberger Logistics GmbH | Consistix GmbH | Universität Wien – Institut für Betriebswirtschaftslehre | Voltia AT GmbH | Selecta Betriebsverpflegungs-GmbH

Laufzeit: 1. April 2016 – 30. September 2019

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: infothek.bmk.gv.at

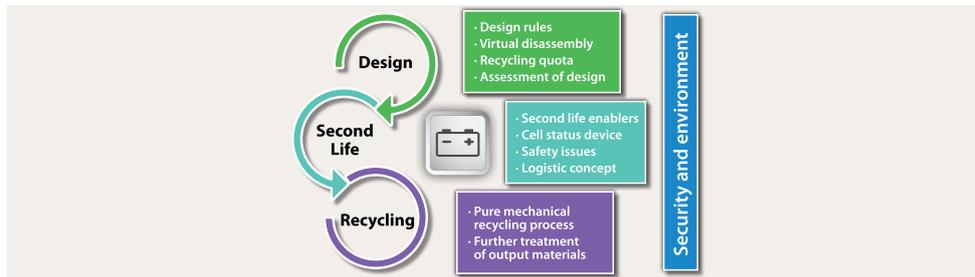


Abbildung 46
Quelle: eMPROVE

Das Leuchtturmprojekt eMPROVE zielte auf innovative Lösungen für die Industrialisierung elektrifizierter Fahrzeuge ab, wobei die Erhöhung sowohl der Energie- als auch der Kosteneffizienz unter besonderer Berücksichtigung der Möglichkeiten für eine zukünftige industrielle Massenproduktion im Fokus stand. Dies wurde durch die Verbesserung spezifischer Fahrzeugkomponenten (z. B. Getriebe, Energiespeichersysteme), durch den Einsatz neuer Methoden, Verfahren und Materialien für neue Komponenten (z. B. für Batteriegehäuse, Getriebe und thermoelektrische Heizung) und durch die Integration von Anforderungen und Empfehlungen für Recycling und Second Life von Batteriesystemen in Entwicklung und Produktzyklus erreicht. Ziel des Projektes war es, anhand zweier konkreter integrierter Demonstratoren, eines PHEV-Gesamtfahrzeugs und eines modularen Batteriesystems, die Funktionalität der technologischen Lösungen von eMPROVE zu zeigen. Darüber hinaus haben der operative Betrieb des aufgebauten Recyclingwerkes in Bremerhaven, 49 Disseminationen sowie 6 wissenschaftliche Arbeiten weitere wesentliche Beiträge zur Verwertung des Projektes geleistet.

Damit trug eMPROVE maßgeblich zur Reduktion zweier wesentlicher Barrieren der Elektromobilität, der Reichweitenangst und des hohen Fahrzeugpreises unter Berücksichtigung der Rohstoffnachhaltigkeit, bei.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: IESTA – Institut für Innovative Energie- und Stoffaustauschsysteme | Dr. Michael Nöst, MBA

Kontakt: office@iesta.at

Projektpartner: AVL List GmbH | AIT Austrian Institute of Technology GmbH | ATT advanced thermal technologies GmbH | 4a manufacturing GmbH | LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH | Montanuniversität Leoben | Redux Recycling GmbH | Samsung SDI Battery Systems GmbH | Saubermacher Dienstleistungs AG | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Zoerkler Gears GmbH & Co KG

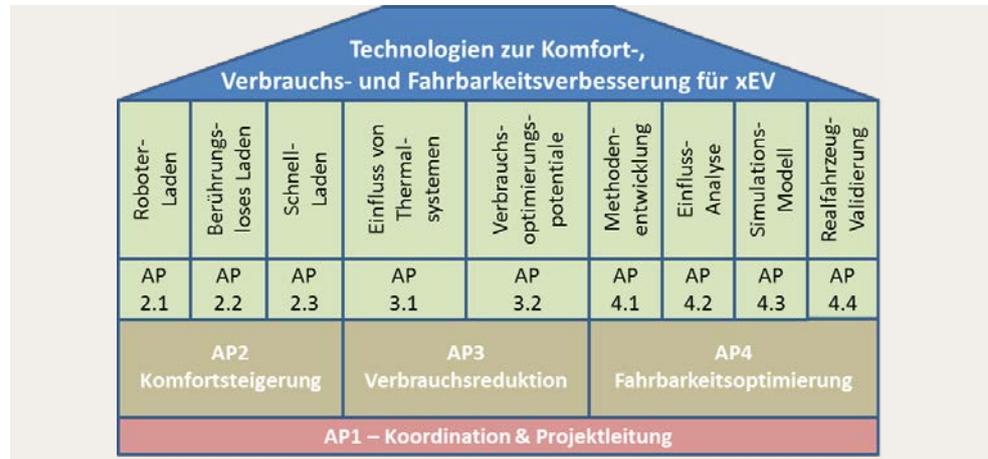
Laufzeit: 1. Oktober 2015 – 30. September 2018

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

Abbildung 47: Projekt-
übersicht

Quelle: KoMoT



Das Projekt KoMoT beschäftigte sich mit komfortsteigernden Technologien für Fahrzeuge mit elektrifizierten Antriebsträngen. Dabei wurden in drei großen Themenbereichen insbesondere das Laden der Antriebsbatterie, die Klimatisierung des Fahrzeugs sowie Fahrbarkeitsaspekte für die Fahrerin bzw. den Fahrer untersucht.

Im ersten Projektjahr wurden im Wesentlichen Grunduntersuchungen, Analysen und konzeptionelle Studien durchgeführt, die für eine Implementierung der Technologien in reale Fahrzeuge im zweiten Jahr Voraussetzung waren. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Fragestellungen mit Fokus auf die Elektromobilität ein noch recht junges technologisches Umfeld betreffen. Beispielsweise sind viele Details bei den Ladetechnologien noch weit von der Standardisierung entfernt, was einen Vergleich der Effizienz unter Berücksichtigung aller Randbedingungen erschwert.

Durch die konkrete Anwendung und Validierung der komfortsteigernden Technologien in realen Fahrzeugen konnte im Zuge des Projekts in allen drei Themenbereichen ein erfahrbarer Vorteil für die Anwendung in elektrifizierten Fahrzeugen dargestellt werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Magna Steyr Engineering AG & Co KG

Kontakt: helfried.mueller@magna.com

Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugtechnik | KEBA AG | Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft

Laufzeit: 11. Februar 2016 – 31. Mai 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

HyCover

Hybrid Electric Vehicle Controllers in the European HDV CO2 Certification process VECTO via Engineering Release

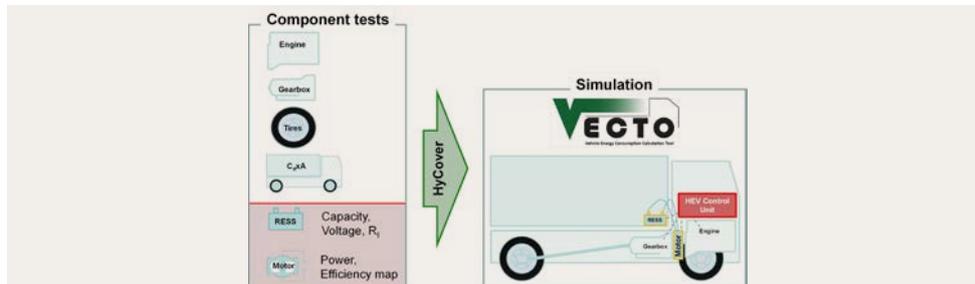


Abbildung 48
Quelle: HyCover

Seit 1.1.2019 müssen auch schwere Nutzfahrzeuge bezüglich ihrer CO₂-Emissionen zertifiziert werden, um – wie bei Pkw schon Standard – einen Normverbrauchs- und CO₂-Wert zu erhalten. Um die Testkosten überschaubar zu halten, basiert das CO₂-Zertifizierungsverfahren auf Komponententests und einer Simulation des Gesamtfahrzeugs mittels der Software Vehicle Energy Calculation Tool (VECTO). Das Verfahren und die zugehörige Software werden an der TU Graz entwickelt. Ab ca. 2021 sollen auch Hybridantriebe mit VECTO zertifiziert werden. VECTO simuliert mit den Beziehungen der Fahrzeuglängsdynamik die erforderliche Antriebsleistung und mittels generischer Controller und sonstiger Daten Drehzahl und Drehmoment sowie den Kraftstoffverbrauch des Motors. Für Hybridantriebe wird VECTO um die entsprechenden Komponenten und Hybridregelstrategien erweitert. Damit wird eine Optimierung der Hybridregelstrategie auch in Richtung Zertifizierungsergebnis in Zukunft eine wesentliche Aufgabe, die in HyCover bearbeitet wird.

Die VECTO-Software wurde in HyCover um eine Schnittstelle zur Anbindung intelligenter Hybridregler via Software in the Loop (SIL) erweitert. Als Grundlage dafür wurde eine Bedarfsanalyse der relevanten Regelparameter mithilfe von Herstellerbefragungen durchgeführt. Danach wurden eine Validierung des gesamten SIL-Systems mittels Vergleich zu realen Messdaten sowie Optimierungen der Hybridfahrzeugbetriebsstrategien durchgeführt, mit dem Ziel, den Energieverbrauch um 5% und die NO_x-Emissionen um 40% zu reduzieren.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik | Martin Rexeis

Kontakt: rexeis@ivt.tugraz.at

Projektpartner: keine

Laufzeit: 1. September 2016 – 28. Februar 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

EMILIA

Electric Mobility for Innovative Freight Logistics in Austria

Hauptziel des Projektes EMILIA war die speziell auf den Einsatz von Elektrofahrzeugen zugeschnittene Entwicklung und experimentelle Implementierung neuartiger Güterlogistikkonzepte für urbane Gebiete. Die Logistikkonzepte wurden mit der technologischen Optimierung von kleinen Elektrofahrzeugen integriert, wobei deren Reichweiten erhöht und die Kosten reduziert wurden. EMILIA schloss mit einer Demonstrationsphase ab, in der gezeigt wurde, dass der Einsatz von Elektrofahrzeugen in der urbanen Logistik technisch möglich und wirtschaftlich darstellbar ist.

Folgende Logistikkonzepte wurden von EMILIA entwickelt und getestet: (1) die flexible und dynamische Zustellung von Lebensmitteln mittels Lastenrad, (2) die Feinverteilung von Paketen aus einem City-Hub, (3) eine postleitzahlübergreifende Tourenplanung für Paketlieferungen, (4) dazugehörige Optimierungsmethoden wurden erarbeitet und (5) in Softwareanwendungen übergeleitet. Technologische Optimierungen in Form von effizienteren Motoren und Umrichtern liegen als Prototypen vor und wurden in die Fahrzeuge integriert. Die Konzepte wurden bereits auf der Straße getestet und hinsichtlich ökonomischer, ökologischer und technischer Kriterien sowie praktischer Handhabung evaluiert.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | Mag. Boschidar Ganev, MSc

Kontakt: boschidar.ganev@ait.ac.at

Projektpartner: Austrian Mobile Power, Verein für Elektromobilität | Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH | Bitter GmbH | DPD Direct Parcel Distribution Austria GmbH | Econsult Betriebsberatungsgesellschaft m.b.H | Gebrüder Weiss Paketdienst Gesellschaft mbH | gleam technologies GmbH | isn – innovation service network GmbH | LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH | Magna Steyr Engineering AG & Co KG | Miba Sinter Austria GmbH | REWE International Lager- und Transportgesellschaft m.b.H | Schachinger Immobilien und Dienstleistungs GmbH & Co OG | SIGNON Österreich GmbH

Laufzeit: 1. Juni 2014 – 30. November 2017

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

eMORAIL und eMORAIL advanced

Integrated eMobility Service for Public Transport

Im Förderprojekt eMORAIL wurde eine integrierte Verkehrsdienstleistung für Pendlerinnen und Pendler (ÖV-Karte, E-Fahrzeug am Wohnort, E-Carsharing-Angebot am Zielort) erprobt. Bei eMORAIL advanced standen die Optimierung von technologischen Entwicklungen und die Verbesserung der Usability im Zentrum der Forschung, um den potenziellen Nutzerkreis um folgende Gruppen zu erweitern:

Pendlerinnen und Pendler mit Teilzeitdienstverhältnissen und flexiblen Arbeitszeiten ohne Führerschein bzw. ohne Bedürfnis, selbst zu fahren; firmeninterne Fahrgemeinschaften / firmenübergreifende Fahrzeugnutzungen; weitere Businesskunden

Das Pendlermodell wurde daher erweitert um:

Elektro-Shuttleservice; Mitfahrservice; Pooling-Tool (Businesskunden); eMORAIL-Lagerbox.

Die eMORAIL-Mission wurde fortgeführt: Schaffen eines Angebots v. a. für Pendlerinnen und Pendler im ländlichen Raum, umweltschonende Anschlussmobilität an den ÖV (getaktete Abholzeiten, Mehrfachbesetzung von elektrisch betriebenen Autos), Mobilitätsangebot für die täglichen Wege bequem aus einer Hand. Mit LeibnitzMobil als Ergebnis aus eMORAIL advanced wurde das erste Shuttleservice mit Elektrofahrzeugen Österreichs gestartet.

Nationales Leitprojekt

Konsortialführung eMORAIL: ÖBB-Holding AG

Konsortialführung eMORAIL advanced: tbw research GesmbH

Projektleitung: tbw research GesmbH | DI Angelika Rauch

Kontakt: a.rauch@tbwresearch.org

Projektpartner: create – mediadesign GmbH | Quintessenz Organisationsberatung GmbH | HERRY Consult GmbH | P.L.O.T. EDV-Planungs- und Handelsgesellschaft mbH | iC consulenten Ziviltechniker GmbH | DB Rent GmbH | EBE Mobility & Green Energy GmbH | NTT DATA Österreich GmbH | Rail Equipment GmbH | ÖBB-Personenverkehr AG | Verkehrsverbund Ost-Region (VOR) GmbH | ÖBB-Holding AG | ÖBB-Infrastruktur AG | Denzel Mobility Car-Sharing GmbH | Sycube Informationstechnologie GmbH | Prolytic – Marketing Engineering, Consulting & Software GmbH | Universität Graz – Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel | EBE Solutions GmbH | Wincor Nixdorf GmbH

Laufzeit: eMORAIL: 1. November 2010 – 31. Dezember 2013 |

eMORAIL advanced: 1. Mai 2014 – 31. Oktober 2015

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

VECEPT

All Purpose Cost Efficient Plug-In Electric (Hybridized) Vehicle

Das Leuchtturmprojekt VECEPT war auf die Entwicklung und Erprobung eines alltagstauglichen, kostengünstigen Plug-in-Hybrid-Fahrzeuges (PHEV) fokussiert. Dieses war als Volumenmodell für den Weltmarkt mit etwa 50 km rein elektrischer Reichweite konzipiert. Ein umfassendes Thermo- und Energiemanagement sowie eine gewichts- und energieoptimierte Batterie waren dabei wesentliche Faktoren für die Zielerreichung. Weiters wurde ein professionelles Managementtool für gemischte Fahrzeugflotten entwickelt und das Nutzungsverhalten unterschiedlicher Nutzergruppen in Bezug auf die Ladeinfrastruktur untersucht.

Highlights:

- Neuer Antriebsstrang: hochintegrierter Ansatz Verbrennungsmotor-Elektromotor-Getriebe-Betriebssystem reduziert uneffektiven Betrieb des Verbrennungsmotors.
- Neues Batteriekonzept: Erhöhung der Energiedichte und reduzierte Kosten.
- Neues Flottenmanagement-Softwaretool: optimiert die Strategien für die schrittweise Einführung von PHEV und BEV.
- Neue Infrastruktur: Erweiterung der Schnellladestationen am Korridor Wien–Graz.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: AVL List GmbH | Dr. Theodor Sams

Kontakt: theodor.sams@avl.com

Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | Ecoplus, die Wirtschaftsagentur des Landes Niederösterreich | Fluidtime Data Services GmbH |

IESTA – Institute for advanced Energy Systems & Transport Applications | Infineon Technologies Austria AG | IVD Prof. Hohenberg GmbH | Samsung SDI Battery Systems GmbH | Universität Wien – Institut für Betriebswirtschaftslehre | Samariterbund Wien Rettung und Soziale Dienste gemeinnützige GmbH | VERBUND Solutions GmbH | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | SMATRICS GmbH & Co KG

Laufzeit: 2. Juli 2012 – 31. Dezember 2015

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

SMILE

Smart Mobility Info & Ticketing System Leading the Way for Effective E-Mobility Services



Abbildung 49

Quelle: smile

Die Grundidee von smile war, auf einer Plattform ein breites Angebot an verschiedenen Verkehrsmitteln mit allen benötigten Funktionen bereitzustellen: Information, Buchung, Bezahlung, Nutzung, Abrechnung. Eine einheitliche Schnittstelle ermöglicht es den Mobilitätsanbietern, über spezifische Adapter ihre technischen Systeme anzubinden und alle relevanten Daten in Echtzeit bereitzustellen, inklusive des Ticketverkaufs.

Nach dem gleichen Prinzip wurden Routingservices an die Mobilitätsplattform angebunden: die Verkehrsauskunft Österreich, der AIT-Router speziell für Elektroautos und Elektrofahrräder und der toursprung-Router für Fahrradrouten.

Am Applikationsserver der Mobilitätsplattform laufen alle Daten zusammen, werden je nach Nutzeranfrage selektiert sowie kombiniert und daraus die individuell passenden Mobilitätsvorschläge inklusive Preisinformation ermittelt. Die Nutzerinnen und Nutzer können alle diese Angebote dann direkt über die Plattform buchen und bezahlen, ohne zu den jeweiligen Anbietersystemen wechseln zu müssen. Die Zahlungsabwicklung läuft ebenfalls über die Plattform.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: Wiener Stadtwerke Holding AG | Mag. (FH) Reinhard Birke

Kontakt: reinhard.birke@wienerstadtwerke.at

Projektpartner: Wiener Linien GmbH & Co KG | Wien Energie Stromnetz GmbH | WienIT EDV Dienstleistungsgesellschaft mbH & Co KG | ÖBB-Holding AG | ÖBB-Infrastruktur AG | ÖBB-Personenverkehr AG | C consulenten Ziviltechniker GmbH | Fluidtime Data Services GmbH | NTT DATA Österreich GmbH | create – mediadesign GmbH | Technische Universität Wien – Forschungsbereich für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik | Quintessenz Organisationsberatung GmbH | tbw research GesmbH | ETA Umweltmanagement | Neue Urbane Mobilität Wien GmbH

Laufzeit: 1. März 2012 – 31. Mai 2015

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

CMO Clean Motion Offensive (CMO)

Abbildung: 50
Quelle: CMO



Das Leuchtturmprojekt Clean Motion Offensive (CMO), welches der Automobil-Cluster der OÖ Wirtschaftsagentur Business Upper Austria als Konsortialführer leitete, war richtungsweisend im Bereich der technologischen Entwicklungen für Elektromobilität. CMO spannte den Bogen von Entwicklungen von Fahrzeugkomponenten über die Integration dieser Fahrzeuge in die bestehende und zukünftige Ladeinfrastruktur bis hin zu deren möglichen Anwendungsmodellen. Zwölf österreichische Firmen arbeiteten im Projekt zusammen, um die Zukunft der Mobilität mitzugestalten. Dabei widmete sich das Konsortium den größten Herausforderungen der Elektromobilität, die nach wie vor Preis, Reichweite, aber auch Verfügbarkeit lauten. Oberstes Ziel der Clean Motion Offensive war es daher, Elektromobilität günstig und einfach zu machen.

Mittlerweile entstanden rund um die Inhalte von CMO neue Ideen und technologische Ansätze, die in Form von Anschlussprojekten umgesetzt werden.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH | Florian Danmayr

Kontakt: florian.danmayr@biz-up.at

Projektpartner: Automotive Solutions GmbH | FH OÖ Campus Wels | KEBA AG | Lagermax Lagerhaus und Speditions AG | Lightweight Energy GmbH | Linz Strom GmbH | reload multimedia | Smart E-Mobility | Steyr Motors GmbH | Technology & Innovation Center TIC Steyr GmbH | Technische Universität Graz

Laufzeit: 1. August 2010 – 28. Februar 2014

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

FlyGrid

Flywheel Energy Storage for EV Fast Charging and Grid Integration

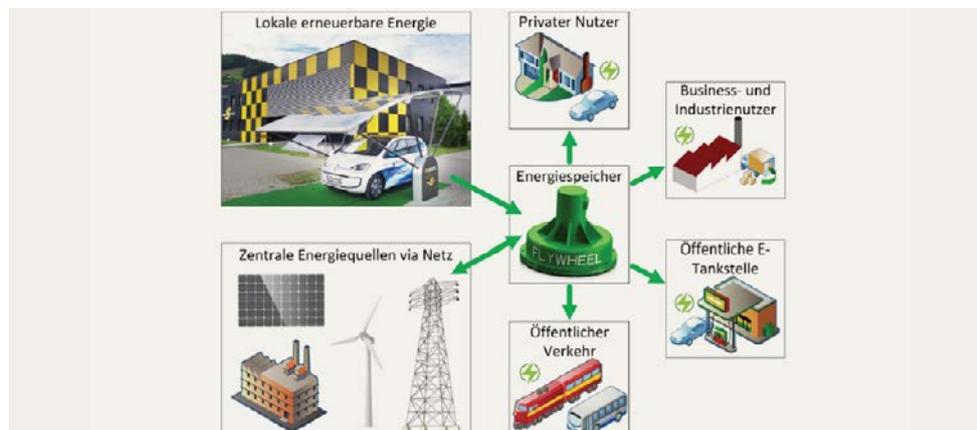


Abbildung 51: Use-Cases des FlyGrid-Energiespeichersystems

Der Umstieg von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor auf reine Elektromobilität gilt als einer der wichtigsten Schritte im Zuge der Dekarbonisierung. Aber die immer höheren Ladeleistungen in Kombination mit einer steigenden Energieversorgung durch volatile Quellen resultieren in einer enormen Netzbelastung, welche Instabilitäten und sogar Black-outs hervorrufen kann.

Im Projekt FlyGrid wird ein hochleistungsfähiger Schwungradenergiespeicher in eine innovative, vollautomatische EV-Ladestation integriert. Dadurch können selbst bei Anschluss in einem konventionellen Niederspannungsverteilernetz hohe Ladeleistungen bei gleichzeitiger Netzglättung erreicht werden. Das System sieht vor, lokale volatile Quellen zu integrieren, und trägt somit zu einer Erhöhung des Anteils an erneuerbarer Energie bei. Überlegene Zykluslebensdauer des Energiespeichers, die Möglichkeit, hohe Leistungen in das Netz rückzuspeisen, sowie einfache Transportierbarkeit als mobile „Schnellladebox“ (z. B. für elektrifizierte Baumaschinen) sind weitere Charakteristika des FlyGrid-Konzeptes, dessen Anwendungen in Abbildung 51 dargestellt sind.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Arbeitsgruppe Energy Aware Systems | Dr. Armin Buchroithner

Kontakt: armin.buchroithner@tugraz.at

Projektpartner: myonic GmbH | easE-Link GmbH | Energienetze Steiermark GmbH | Montanuniversität Leoben – Lehrstuhl für Energieverbundtechnik | Energie Steiermark Technik GmbH | Secar Technologie GmbH | THIEN eDrives GmbH | DAU GmbH & Co KG

Laufzeit: 1. Juli 2018 – 30. Juni 2022

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

MEGAWATT-Logistics

Electric truck fleet – field test and optimising charging infrastructure investment with power demand on MEGAWATT scale

Im Rahmen dieses Projekts soll aufgezeigt werden, wie die Umstellung einer Diesel-Lkw-Flotte auf Elektro-Lkw funktionieren kann. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der logistischen Herausforderung der verschiedenen Einsatzbereiche der Lkw. Die Erfassung der hierfür geeigneten Ladeinfrastruktur und des erforderlichen lokalen Stromnetzes stellt die Kernaufgabe dar. Hierfür werden in einer Vortestphase die erforderlichen Daten identifiziert und deren strukturierte Erfassung eingerichtet. Es werden sowohl Tour- und Energieverbrauchsdaten der Elektro-Lkw sowie zum Teil auch der Diesel-Lkw als auch Energieverbrauchsdaten der Standorte der Logistikunternehmen erfasst. Die laufende Datenerfassung erfolgt im Rahmen der für drei Jahre angesetzten Feldversuche für fünf unterschiedliche logistische Anwendungsfälle. Die erfassten Daten werden validiert und in einer Datenbank abgelegt. Gemeinsam mit Daten zur Technologie- und Marktentwicklung werden darauf aufbauend Modelle zur Optimierung der Gesamtkosten für die Umstellung auf und den Betrieb von Elektro-Lkw-Flotten entwickelt. Schließlich sollen Geschäftsmodelle, welche für die Umstellung auf eine E-Logistik notwendig sind, erarbeitet werden.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: Universität für Bodenkultur Wien – Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit | DI Werner Müller

Kontakt: werner.mueller@boku.ac.at

Projektpartner: i-LOG Integrated Logistics GmbH | Österreichische Post AG | LSG Building Solutions GmbH | Stiegl Getränke & Service GmbH & Co. KG | EVN AG | VERBUND Solutions GmbH | REWE International Lager- und Transportgesellschaft m.b.H. | SMATRICS GmbH & Co KG | Netz Niederösterreich GmbH | Quehenberger Logistics GmbH | Schachinger Immobilien und Dienstleistungs GmbH & Co OG | Kairos – Institut für Wirkungsforschung und Entwicklung | SPAR Österreichische Warenhandels-Aktiengesellschaft | Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG

Laufzeit: 1. März 2018 – 30. August 2021

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

Crossing BoBorders



Abbildung 52
Quelle: Verbund AG

Mit CROSSING BORDERS setzte VERBUND mit Partnern aus 4 Ländern (Deutschland, Österreich, Slowakei und Frankreich) einen Meilenstein zur raschen Realisierung von grenzüberschreitender Elektromobilität. 30 Schnellladestationen an einem Drei-Länder-Korridor von München bis Bratislava, intelligente Zugangs- und Abrechnungssysteme und intermodales Routing machen es möglich, Elektromobilität komfortabel und energieeffizient über Landesgrenzen hinweg zu nutzen.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: Verbund AG | DI Eva Maria Plunger

Kontakt: eva.plunger@verbund.com

Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | E.ON Technologies GmbH | SMATRICS GmbH & Co KG | Ecotech e.U. | Fluidtime Data Services GmbH | IFSTTA | ENTPE | ovos media GmbH | Siemens CVC Convergence Creators GmbH | PDTS GmbH | UBIMET GmbH | VERBUND Solutions GmbH | Traffix | ZSE Západo slovenská energetika

Laufzeit: 1. Juli 2013 – 30. Juni 2016

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

EMPORA und EMPORA 2

E-Mobile Power Austria

Abbildung 53:
Quelle: VERBUND



EMPORA war das größte kooperative Forschungs- und Entwicklungsprojekt für Elektromobilität in Österreich (Umsetzungszeitraum Jänner 2010 bis März 2014). Unter der Leitung von VERBUND haben 22 Leitbetriebe aus der Automobilindustrie, der Energiewirtschaft, dem Bereich Infrastruktur und der Forschung über mehrere Jahre an integrierten technischen und organisatorischen Lösungen für den flächendeckenden Einsatz der Elektromobilität in Österreich gearbeitet und diese mit 25 Kunden getestet. Das umfassende Projekt schuf wesentliche Voraussetzungen für Emissionsreduktionen und Energieeffizienz im Verkehr und zeigte auf, wie die Energiewende in der Mobilität konkret gelingen kann.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: Verbund AG | DI Eva Maria Plunger

Kontakt: eva.plunger@verbund.com

Projektpartner: A1 Telekom Austria AG | AVL List GmbH | BEKO Engineering & Informatik AG | Denzel Mobility CarSharing GmbH | DiTest Fahrzeugdiagnose GmbH | EVN AG | Fluidtime Data Services GmbH | Ecotech e.U. | Infineon Technologies Austria AG | Linz Strom GmbH | Magna E-Car Systems GmbH & Co OG | Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H. (AIT) | Raiffeisen Leasing GmbH | REWE International AG | Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation | Siemens Aktiengesellschaft Österreich | The Mobility House GmbH | UBIMET GmbH | Wien Energie GmbH | Wiener Linien GmbH & Co KG

Laufzeit: 1. Jänner 2010 – 31. März 2014

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

IMAGE

Innovative Manufacturing Routes for Next Generation Batteries in Europe

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH | Österreich | Wolfram Kohs

Kontakt: wolfram.kohs@avl.com

Österreichische Projektpartner: Technische Universität Graz

Laufzeit: 1. November 2017 – 30. April 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

iModBatt

Industrial Modular Battery Pack Concept Addressing High Energy Density, Environmental Friendliness, Flexibility and Cost Efficiency for Automotive Applications

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Fundación CIDETEC, Spanien

Kontakt: battery@miba.com

Österreichische Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | MIBA AG

Laufzeit: 1. Oktober 2017 – 30. September 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

eCAIMAN

Electrolyte, Cathode and Anode Improvements for Market-near Next-generation Lithium Ion Batteries

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Österreich | Boschidar Ganev

Kontakt: boschidar.ganev@ait.ac.at

Österreichische Projektpartner: EUTEMA GMBH

Laufzeit: 1. Mai 2015 – 31. Dezember 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

FiveVB

Five Volt Lithium Ion Batteries with Silicon Anodes produced for Next Generation Electric Vehicles

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Thomas Traussnig

Kontakt: thomas.traussnig@avl.com

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1. Mai 2015 – 30. April 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

i-HeCoBatt

Intelligent Heating and Cooling solution for enhanced range EV Battery packs

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Fundación Ayesa, Spanien

Kontakt Österreich: battery@miba.com

Österreichische Projektpartner: MIBA AG | EPI GMBH

Laufzeit: 1. Jänner 2019 – 31. Dezember 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

SELFIE

SELF-sustained and Smart Battery Thermal Management Solution for Battery Electric Vehicles

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Vrije Universiteit Brussel, Belgien

Kontakt Österreich: Alois.Steiner@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | AIT Austrian Institute of Technology GmbH | i2m Unternehmensentwicklung GmbH

Laufzeit: 1. Dezember 2018 – 31. Mai 2022

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

GHOST

InteGrated and PHysically Optimised Battery System for Plug-in Vehicles Technologies

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Centro Ricerche Fiat S.C.p.A., Italien

Kontakt: Marco.Ottella@infineon.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH | Infineon Technologies Austria AG

Laufzeit: 1. Oktober 2017 – 31. März 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

EVC1000

Electric Vehicle Components for 1000 km daily trips (EVC1000)

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Dr. Eric Armengaud, MBA

Kontakt: eric.armengaud@avl.com

Laufzeit: 1. Jänner 2019 – 31. Dezember 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

SYS2WHEEL

Integrated components, systems and architectures for efficient adaption and conversion of commercial vehicle platforms to 3rd generation battery electric vehicles for future CO2-free city logistics

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH, Österreich | Dr. Bernhard Brandstätter

Kontakt: bernhard.brandstaetter@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: TTTech Auto AG | IESTA – Institut für innovative Energie- & Stoffaustauschsysteme | HiWiTronics – Verein zur Untersuchung von Hi-Fidelity Wireless Elektronik-Lösungen

Laufzeit: 1. Jänner 2019 – 31. Dezember 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

VISION-xEV

Virtual Component and System Integration for Efficient Electrified Vehicle Development

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Dr. Reinhard Tatschl

Kontakt: reinhard.tatschl@avl.com

Laufzeit: 1. Jänner 2019 – 31. Dezember 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

HiFi-ELEMENTS

High Fidelity Electric Modelling and Testing

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: FEV Europe GmbH, Deutschland

Kontakt: christoph.stroh@magna.com

Österreichische Projektpartner: Magna Powertrain Engineering Center Steyr GmbH & Co KG

Laufzeit: 1. Oktober 2017 – 30. September 2020

Programm: Horizon 2020

Website: hifi-elements.eu

3CCAR

Integrated Components for Complexity Control in affordable electrified cars

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Infineon Technologies AG, Deutschland

Kontakt: mihai.nica@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH | Infineon Technologies Austria AG | TTTech Computertechnik AG | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Technische Universität Graz

Laufzeit: 1. Juni 2015 – 31. Oktober 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

FITGEN

Functionally Integrated E-axle Ready for Mass Market Third GENeration Electric Vehicles

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Österreich |
Dr. Michele De Gennaro

Kontakt: michele.degennaro@ait.ac.at

Laufzeit: 1. Jänner 2019 – 31. Dezember 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

1000kmPLUS

Scalable European Powertrain Technology Platform for Cost-Efficient Electric Vehicles to Connect Europe

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Infineon Technologies AG, Deutschland

Kontakt: mihai.nica@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. Jänner 2019 – 30. Juni 2022

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

DRIVEMODE

Integrated Modular Distributed Drivetrain for Electric/Hybrid Vehicles

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Finnland

Kontakt: info@thien-edrives.com

Österreichische Projektpartner: THIEN eDrives GmbH

Laufzeit: 1. November 2017 – 31. Oktober 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

OBELICS

Optimization of scalaBle rEaltime modeLs and functlonal testing for e-drive ConceptS

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Horst Pfluegl

Kontakt: horst.pfluegl@avl.com

Österreichische Projektpartner: FH Joanneum Gesellschaft mbH |

Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1. Oktober 2017 – 30. September 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

ECOCHAMPS

European COmpetitiveness in Commercial Hybrid and AutoMotive PowertrainS

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: DAF Trucks N.V., Niederlande

Kontakt: theodor.sams@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH | Magna Powertrain

Engineering Center Steyr GmbH & Co KG | Samsung SDI Battery Systems

GmbH | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug,

Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1. Mai 2015 – 30. April 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

ACHILES

Advanced Architectures Chassis/Traction concept for Future Electric vehicles

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Vrije Universiteit Brussel, Belgien

Kontakt: office@tttech.com

Österreichische Projektpartner: TTTech Computertechnik AG

Laufzeit: 1. Dezember 2018 – 31. Mai 2022

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

STEVE

Smart-Tailored L-category Electric Vehicle demonstration in hEterogeneous urban use-cases

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Infineon Technologies Austria AG, Österreich |

Johann Massoner

Kontakt: massoner.external@infineon.com

Österreichische Projektpartner: KELAG – Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft | Fachhochschule Kärnten – gemeinnützige Privatstiftung | Sycube Informationstechnologie GmbH | Stadt Villach | CISC Semiconductor GmbH | Region Villach Tourismus GmbH

Laufzeit: 1. November 2017 – 31. Oktober 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

QUIET

QQualifying and Implementing a user-centric designed and Efficient electric vehicle

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Österreich |
Dragan Simic

Kontakt: dragan.simic@ait.ac.at

Österreichische Projektpartner: ATT advanced thermal technologies GmbH |
AVL qpunkt GmbH | OBRIST Engineering GmbH |
VENTREX Automotive GmbH

Laufzeit: 1. Oktober 2017 – 30. September 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

ADVICE

ADvancing user acceptance of general purpose hybridized Vehicles by Improved Cost and Efficiency

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Volvo Personvagnar AB

Kontakt: bernhard.brandstaetter@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | AVL List GmbH | IESTA – Institut für Innovative Energie- und Stoffaustauschsysteme

Laufzeit: 1. April 2017 – 31. März 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

OPTEMUS

Optimised Energy Management and Use

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH, Österreich | Alois Steiner

Kontakt: alois.steiner@v2c2.at

Laufzeit: 1. Juni 2015 – 31. August 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

OSEM-EV

Optimised and Systematic Energy Management in Electric Vehicles

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Infineon Technologies AG, Deutschland

Kontakt: mihai.nica@avl.com

Laufzeit: 1. Juni 2015 – 31. Mai 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

Silver Stream

Social innovation and light electric vehicle revolution on streets and ambient

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Infineon Technologies AG, Deutschland

Kontakt: michele.degennaro@ait.ac.at

Österreichische Projektpartner: Infineon Technologies Austria AG

Laufzeit: 1. Juni 2015 – 31. Mai 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

EU-LIVE

Efficient Urban Light VEHICLES

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug,
Forschungsgesellschaft mbH, Österreich | Dr. Michael Karner

Kontakt: Michael.Karner@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: Samsung SDI Battery Systems GmbH |
Spirit Design – Innovation and Brand GmbH

Laufzeit: 1. Juni 2015 – 31. Mai 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

RESOLVE

Range of Electric SOLUTIONS for L-category VEHICLES

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Piaggio & C. S.p.a., Italien

Kontakt: info@ktm.com

Österreichische Projektpartner: KTM AG | AIT Austrian Institute of
Technology GmbH | KISKA GmbH

Laufzeit: 1. Mai 2015 – 30. April 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

IEA HEV TCP Task 40

International Energy Agency (IEA) Hybrid and Electric Vehicle Technologies (HEV) TCP Task 40: CRM4EV Critical Raw Material for Electric Vehicles

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: Valuad Sprl, Belgien

Kontakt: Martin.Beermann@joanneum.at

Österreichische Projektpartner: JOANNEUM RESEARCH

Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 2018–2021

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: ieahev.org

IEA HEV TCP Task 41

International Energy Agency (IEA) Hybrid and Electric Vehicle Technologies (HEV) TCP Task 41: Electric freight vehicles

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR),
Deutschland

Kontakt: cnl-team@boku.ac.at

Österreichische Projektpartner: Council für nachhaltige Logistik (CNL)

Laufzeit: 2019–2021

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: ieahev.org

IEA HEV TCP Task 30

International Energy Agency (IEA) Hybrid and Electric Vehicle Technologies (HEV) Task 30: Assessment of Environmental Effects of Electric Vehicles

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: JOANNEUM RESEARCH, Österreich | Gerfried Jungmeier

Kontakt: gerfried.jungmeier@joanneum.at

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 2016–2020

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: ieahev.org

IEA HEV TCP Task 29

International Energy Agency (IEA) Hybrid and Electric Vehicle Technologies (HEV) TCP Task 29: Electrified, Connected and Automated Vehicles

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Deutschland

Kontakt: walter.mauritsch@austriatech.at

Österreichische Projektpartner: AustriaTech

Laufzeit: 2016–2019

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: ieahev.org

IEA HEV TCP Task 33

International Energy Agency (IEA) Hybrid and Electric Vehicle Technologies (HEV) TCP Task 33: Battery Electric Buses

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH,
Österreich | Gerfried Jungmeier

Kontakt: gerfried.jungmeier@joanneum.at

Laufzeit: 2016–2019

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: ieahev.org

IEA HEV TCP Task 27

International Energy Agency (IEA) Hybrid and Electric Vehicle Technologies (HEV) TCP Task 27: Electrification of transport logistic vehicles (eLogV)

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR),
Deutschland

Kontakt: Martin.Beermann@joanneum.at

Österreichische Projektpartner: JOANNEUM RESEARCH
Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 2014–2017

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: ieahev.org

IEA HEV TCP Task 24

International Energy Agency (IEA) Hybrid and Electric Vehicle Technologies (HEV) TCP Task 24: Economic Impact Assessment of E-Mobility

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: Netherlands Enterprise Agency, Niederlande

Kontakt: walter.mauritsch@austriatech.at

Österreichische Projektpartner: AustriaTech

Laufzeit: 2014–2016

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: ieahev.org

IEA HEV TCP Task 19

International Energy Agency (IEA) Hybrid and Electric Vehicle Technologies (HEV) TCP Task 19: Life Cycle Assessment of EVs

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH,
Österreich | Gerfried Jungmeier

Kontakt: gerfried.jungmeier@joanneum.at

Laufzeit: 2012–2014

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: ieahev.org

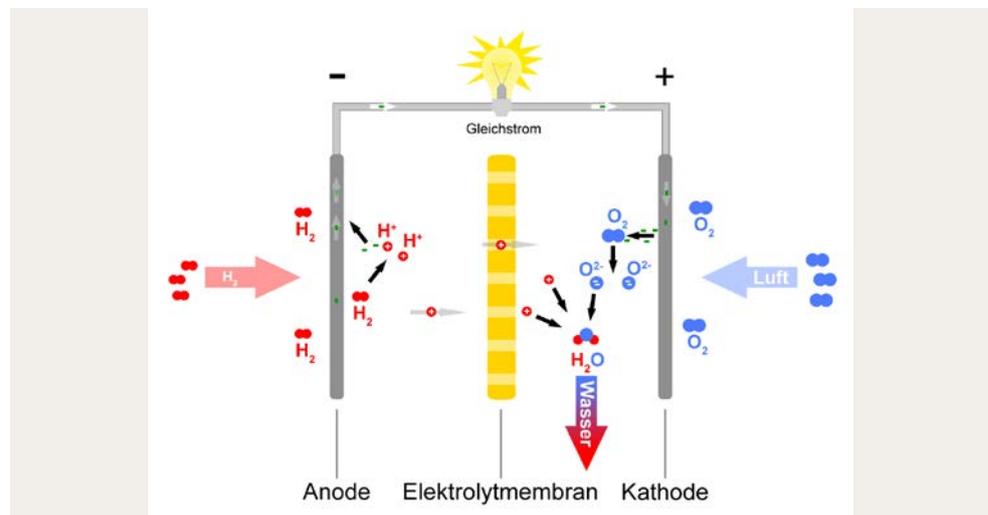
3.2 Brennstoffzellentechnologien und -fahrzeuge

Ein Brennstoffzellenfahrzeug (Fuel Cell Vehicle, FCV) ist ein Elektrofahrzeug, in dem chemische Energie eines kontinuierlich zugeführten Energieträgers als Treibstoff in einer Brennstoffzelle in elektrische Energie umgewandelt wird und das von einem Elektromotor angetrieben wird. Als Energieträger dient in den meisten FCV Wasserstoff, der mit Sauerstoff aus der Luft in der Brennstoffzelle zu Wasserdampf reagiert. Neben elektrischer Energie werden nur Wasserdampf und Wärme freigesetzt. Der Wasserstoff wird während des Prozesses verbraucht und im Fahrzeug in einem Wasserstoffspeicher mittransportiert. Wird der Wasserstoff aus erneuerbaren Energien hergestellt, sind Brennstoffzellenfahrzeuge praktisch frei von Schadstoffemissionen.

3.2.1 Funktionsprinzip einer Brennstoffzelle

Die eigentliche Zelle besteht aus zwei Elektroden (Anode und Kathode), die durch den Elektrolyten (Ionenleiter) voneinander getrennt sind. An der Anode wird der Energieträger oxidiert, das heißt, er gibt Elektronen ab. Die abgegebenen Elektronen fließen über den äußeren Stromkreis zur Kathode, wo das Oxidationsmittel (meist Luftsauerstoff) unter Aufnahme von Elektronen reduziert wird. Durch den Elektronenfluss kann im äußeren Stromkreis Arbeit geleistet werden. Der Ladungstransport in der Brennstoffzelle (Schließung des Stromkreises) wird durch die Ionenbewegung im Elektrolyten realisiert.

Abbildung 54: Funktionsprinzip einer Brennstoffzelle
Quelle



Für technische Anwendungen werden mehrere Einzelzellen zu Zellstapeln (Stacks) seriell verbunden, um höhere Spannungen bereitzustellen. Abbildung 54 zeigt das allgemeine Funktionsprinzip einer Brennstoffzelle am Beispiel der Wasserstoffbrennstoffzelle. In der Brennstoffzelle erfolgt eine direkte Umwandlung der chemischen Energie des Treibstoffs in elektrische Energie ohne Umwege über Wärme- und mechanische Energie. Brennstoffzellen arbeiten zusammen mit einem Elektromotor effizienter als Verbrennungskraft-

maschinen (VKM). Der Wirkungsgrad im batterieelektrischen Fahrzeug (BEV) ist allerdings höher als im FCV. Die Brennstoffzelle unterliegt keinem mechanischen Verschleiß, da in der Zelle keine beweglichen Teile wie etwa in einem Verbrennungsmotor zum Einsatz kommen (hohe Zuverlässigkeit). Außerdem ist sie leise im Betrieb und verursacht wenig Emissionen. Mit Wasserstoff als Energieträger entsteht nur Wasserdampf als Reaktionsprodukt. Beim Einsatz kohlenstoffhaltiger Energieträger wird zudem CO₂ abgegeben.

3.2.2 Brennstoffzellensysteme

Die verschiedenen Brennstoffzellen können nach unterschiedlichen Gesichtspunkten klassifiziert werden: nach Arbeitstemperatur in Nieder-, Mittel- und Hochtemperaturzellen, nach Art der Reduktions- bzw. Oxidationsmittel an den Elektroden (meist Wasserstoff und Sauerstoff) oder, wie heute üblich, nach Art des Elektrolyten. Jedes Brennstoffzellensystem kann direkt mit Wasserstoff als Brenngas betrieben werden. Je nach Brennstoffzelle, Arbeitstemperatur und Einsatzgebiet kommen aber auch andere Energieträger, wie Kohlenwasserstoffe (Methanol, Ethanol, Diesel oder Methan), in Frage. In einigen FCV wird der Wasserstoff erst im Fahrzeug aus einem anderen Energieträger erzeugt, der sich leichter an Bord transportieren lässt. Als Oxidationsmittel dient üblicherweise Sauerstoff in Reinform oder als Bestandteil der Umgebungsluft.

Die für Mobilitätsanwendungen wichtigsten Brennstoffzellen sind die Polymer-elektrolytmembranbrennstoffzelle (PEM-FC, engl. Polymer Electrolyte Fuel Cell) und die Festoxidbrennstoffzelle (SOFC, engl. Solid Oxide Fuel Cell). Für Traktionsbatterien ist davon vor allem die PEM-FC mit Wasserstoff als Brennstoff relevant. Die SOFC ist wegen ihrer hohen Betriebstemperatur für kontinuierliche Anwendungen und für die Stromversorgung der Nebenaggregate besonders geeignet. Interessant ist sie beispielsweise für die Bordstromversorgung von Lkw, da die SOFC auch Diesel als Energieträger nutzen kann und dadurch kein Wasserstoff extra mitgeführt werden muss.

Komponenten für Gasaufbereitung, Gas- und Wärmemanagement sowie der elektrische Betriebsteil sind notwendig, um ein vollständiges Brennstoffzellensystem aufzubauen. Allgemeine Komponenten der sogenannten Peripherie sind Luftkompressor, Kühlpumpe, Lüfterkühler und Steuer-/Regeleinheit. Diese Komponenten sind auch als Nebenverbraucher zu berücksichtigen und verringern den Wirkungsgrad.

Polymer-elektrolytmembranbrennstoffzelle

Die Polymer-elektrolytmembranbrennstoffzelle PEM-FC (engl. Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell oder Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle, Proton Exchange Membrane Fuel Cell) ist eine Niedertemperaturbrennstoffzelle mit einer in Wasser gequollenen Polymermembran, die für Protonen (H⁺) und andere Kationen durchlässig, aber für Anionen undurchlässig ist. Wasserstoff wird an der Anode zu H⁺ oxidiert, diffundiert durch die Membran und reagiert auf der Kathodenseite mit den an der Kathode zu O₂-reduzierten Sauerstoffionen zu Wasser.

Je nach verwendeter Membran sind nur niedrige Betriebstemperaturen zwischen 60 und 100 °C möglich, wodurch das Anodenmaterial sehr empfindlich gegenüber Verunreinigungen (insbesondere Kohlenmonoxid) ist. Daher muss der als Energieträger eingesetzte Wasserstoff eine sehr hohe Reinheit aufweisen. Die Entwicklungen bei der PEM-FC gehen derzeit deshalb in Richtung höhere Betriebstemperaturen.

Neben Wasserstoff kann auch Methanol als Energieträger in einer PEM-FC eingesetzt werden. Dabei entsteht anodenseitig neben Protonen auch Kohlendioxid. Die Polymermembran muss im Betrieb feucht gehalten werden – entweder durch Zuführung des kathodenseitig entstehenden Wassers oder durch Zufuhr einer Methanol-Wasser-Mischung anstatt reinen Wassers. Die Elektrodenreaktionen laufen mit Methanol wesentlich langsamer ab als in einer Wasserstoff-PEM-FC.

Festoxidbrennstoffzelle

Die Festoxidbrennstoffzelle (SOFC, engl. Solid Oxide Fuel Cell) zählt zu den Hochtemperaturbrennstoffzellen. Der Betriebstemperaturbereich liegt zwischen 600 und 1.000 °C. Die hohe Temperatur ist für eine ausreichend hohe Leitfähigkeit des Elektrolyten notwendig. Sauerstoff-Anionen (O^{2-}) werden durch den festen Elektrolyten zur Anode transportiert. Als Energieträger können neben Wasserstoff auch Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Methan (CH_4), eingesetzt werden. An der Anode dissoziiert der Brennstoff in Kohlenstoff (oder Kohlenmonoxid) und Wasserstoff, die wiederum unter Elektronenabgabe mit den Sauerstoff-Anionen zu Wasser und Kohlendioxid reagieren.

Das als Elektrolyt eingesetzte Oxid muss eine hohe Sauerstoffionenleitfähigkeit und geringe Elektronenleitfähigkeit aufweisen. Da die Sauerstoffleitfähigkeit mit steigender Temperatur zunimmt, ist eine hohe Betriebstemperatur erforderlich.

Aufgrund der hohen Betriebstemperatur und der damit verbundenen hohen Energieträgerflexibilität eignet sich die SOFC für eine ganze Reihe von Anwendungen, insbesondere für stationäre Einsatzgebiete und im Dauerbetrieb. Für kleinere mobile Anwendungen wie im Fahrzeug erscheint die SOFC weniger geeignet, dennoch ist ihr Einsatz bei entsprechender Optimierung der SOFC möglich und insbesondere für kontinuierliche Anwendungen ohne große Lastschwankungen gut geeignet.

Der Vorteil gegenüber der PEM-FC liegt klar bei der breiten Auswahl an möglichen Energieträgern und der geringeren Empfindlichkeit. So können auch flüssige Kohlenwasserstoffe wie Ethanol, Benzin und Diesel oder synthetische Treibstoffe mit einem höheren Wirkungsgrad als im Verbrennungsmotor umgesetzt werden. Besonders interessant ist beispielsweise die Abdeckung des substanziellen Strombedarfs der Nebenaggregate eines im Langstreckenverkehr eingesetzten Lkw durch eine sogenannte Auxiliary Power Unit (APU), durch die auch in Ruhepausen für den Fahrer Kühlschrank, TV etc. verwendbar bleiben, ohne dass der Strom durch Laufenlassen der VKM extrem ineffizient und für die Umgebung störend erzeugt wird. Durch Verwendung einer SOFC kann der für die VKM vorhandene Diesel verwendet werden und muss kein zusätzlicher Wasserstoff mitgeführt werden.

3.2.3 Wasserstoffbrennstoffzellenfahrzeuge

Brennstoffzellenfahrzeuge (FCV) sind Transportmittel, bei denen elektrische Energie aus den Energieträgern Wasserstoff oder Methanol durch eine Brennstoffzelle erzeugt und mit dem Elektroantrieb in Bewegung umgewandelt wird. Abbildung 55 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Wasserstoffbrennstoffzellenfahrzeugs, Anzahl und Position des Elektromotors können unterschiedlich sein. Im dargestellten Beispiel handelt es sich um einen Vorderradantrieb mit einem Elektromotor und Differential. Als zusätzlichen Energiespeicher benötigen FCV auch eine Batterie. Diese dient zur Stromversorgung, wenn Leistungsspitzen abzudecken sind, wie etwa beim Starten des Fahrzeugs.

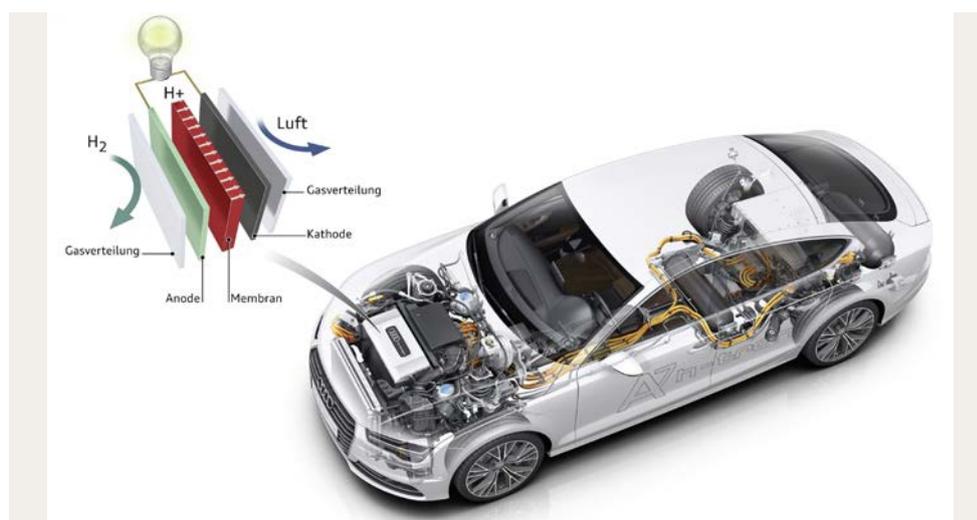


Abbildung 55: Aufbau eines FCV
Quelle

Diese zusätzliche Traktionsbatterie kann die bei konventionellen Fahrzeugen verlorene Bremsenergie nutzen und wie bei Hybridelektrofahrzeugen durch Rekuperation wieder aufgeladen werden. Der Aufbau des Antriebs bei einem FCV entspricht damit einem seriellen Hybridantrieb. Der in der Brennstoffzelle produzierte Gleichstrom wird durch einen Inverter entsprechend den Stromspannungsanforderungen des Elektromotors und der elektrischen Nebenverbraucher umgewandelt.

Aufgrund des Aufbaus kann ein FCV grundsätzlich auch als Brennstoffzellenhybridfahrzeug bezeichnet werden. Üblicherweise spricht man aber erst von einem Brennstoffzellenhybrid, wenn das Fahrzeug über eine Traktionsbatterie mit deutlich höherer Kapazität, als für die Abdeckung von Leistungsspitzen erforderlich wäre, verfügt und diese auch wie beim PHEV oder BEV extern aufgeladen werden kann. In diesem Fall dient die Brennstoffzelle mit zugehörigem Brennstoffspeicher als Range-Extender in einem Batterieelektrofahrzeug. Das klassische FCV verfügt hingegen über ein leistungsstarkes Brennstoffzellensystem inklusive großen Brennstoffspeichers und einer kleinen Batterie zur Rekuperation sowie für eine moderate Boost-Fähigkeit zur Bereitstellung von Leistungsspitzen.

Die derzeit verfügbaren FCV werden zumeist mit Wasserstoff als Energieträger und einer PEM-FC als Energiewandler betrieben. Dabei entstehen im Fahrbetrieb abgesehen von Wasserdampf keine lokalen Emissionen. Die PEM-FC erweist sich

zudem wegen der hohen Leistungsdichte, der flexiblen Betriebsweise und der relativ niedrigen Arbeitstemperatur als vorteilhaft für den mobilen Einsatz. Dem gegenüber stehen die hohen Anforderungen an die Reinheit des Brennstoffes, der Bedarf an teuren Elektrodenmaterialien und der technisch aufwendige Umgang mit Wasserstoff.

Wasserstoffspeicher im Fahrzeug

Wasserstoff unterscheidet sich in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften deutlich von anderen Energieträgern. Aus der geringen molaren Masse resultiert eine niedrige volumetrische Energiedichte. Im Vergleich zu Erdgas ist die Energiedichte pro Volumen etwa ein Drittel bei doppelt so großer Energiedichte pro Masse. Das bedeutet, dass zum Speichern äquivalenter Energiemengen ein dreimal so großer Tank oder dreimal so hoher Druck als bei Erdgas erforderlich ist.

Durch die geringe Molekülgröße und eine niedrige Adsorption diffundiert Wasserstoff gut durch eine Vielzahl von Materialien. Hoher Innendruck begünstigt diesen Prozess zusätzlich. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an die Tankhülle. Zudem werden viele Metalle durch Wasserstoffversprödung in ihrer mechanischen Stabilität negativ beeinflusst, was die Auswahl an geeigneten Materialien weiter einschränkt. Die für gasförmige Energieträger üblichen Druck- oder Kryospeicher zur Speicherung von flüssigem Wasserstoff bei sehr niedrigen Temperaturen sind daher für Wasserstoff aufwendiger. Aus diesem Grund werden auch Forschungsaktivitäten für chemische Speicher verfolgt. Bei solchen Speichern wird Wasserstoff reversibel chemisch gebunden und für die Verwendung wieder freigegeben.

Druckspeicher

Bei Druckspeichern werden gasförmige Energieträger komprimiert, um die Energiedichte zu erhöhen. Je höher der Druck, umso höher ist auch die Energiedichte. Während für Methan Drucktanks für Fahrzeuge mit 200 bar üblich und ausreichend sind (siehe Kapitel 3.3), beträgt der Wasserstoffdruck in FCV-Tanks meist 350 bar oder 700 bar. Technisch sind Drucktanks bis etwa 1.200 bar möglich, die Materialanforderungen sowie der Energieaufwand für die Komprimierung steigen aber mit höherem Druck.

Kryospeicher

In Kryospeichern werden gasförmige Energieträger durch Kühlung oder Kompression verflüssigt. Wasserstoff ist erst unter $-252,8\text{ °C}$ flüssig, weshalb der Energieaufwand für die Verflüssigung entsprechend hoch ist. Der Druck stellt im Gegensatz zum Druckspeicher kein Problem für die Gestaltung des Tanks dar. Großer Aufwand muss aber für eine gute Wärmedämmung betrieben werden. Kryospeicher für Wasserstoff bestehen aus einem Innen- und einem Außenbehälter, zwischen denen zur Isolation ein Vakuumraum liegt. Das Vakuum verhindert den Wärmetransport durch Konvektion. Durch den unvermeidbaren Wärmeeintrag kommt es zum Verdampfen von Wasserstoff im Behälter, was zu einer Druckzunahme führt. Behälter für flüssigen Wasserstoff sind daher immer mit einem Druckentlastungssystem und einem Sicherheitsventil ausgestattet. Obwohl die

Dichte von flüssigem Wasserstoff um den Faktor 800 höher als jene von gasförmigem Wasserstoff bei Atmosphärendruck ist, benötigen Kryospeicher mit flüssigem Wasserstoff wegen der nötigen Isolierung viel Platz.

Metallhydridspeicher

Einige Metalle sind in der Lage, Wasserstoff chemisch zu binden und bei Bedarf bzw. unter geänderten Bedingungen wieder freizusetzen. Sie können daher als reversible Speicher eingesetzt werden. Die Bezeichnung Metallhydrid bezieht sich auf die chemische Bindung, die das Metall mit dem Wasserstoff eingeht. Wasserstoffmoleküle (H_2) werden zunächst an der Metalloberfläche adsorbiert und dissoziieren in H-Atome, die in das Metallgitter einwandern und eingebaut werden. Das dabei entstehende Metallhydrid ist sehr spröde. Je nach Metall können 20 bis 600 cm^3 Wasserstoff pro cm^3 Metall gespeichert werden. Geeignete Speichermaterialien können reine Metalle, intermetallische Verbindungen oder Metalllegierungen sein.

Die Wasserstoffeinlagerung erfolgt im kalten Metall. Um den Wasserstoff wieder freizugeben, wird der Metallhydridspeicher erwärmt. Metallhydridspeicher weisen eine sehr hohe Energiedichte auf, die höher liegt als bei flüssigem Wasserstoff. Diese Speicher sind aber schwer und teuer.

Ionische Flüssigkeiten als Wasserstoffspeicher

Ionische Flüssigkeiten (Ionic Liquids, IL) sind organische Salze, deren Ionen durch Ladungsdelokalisierung und aufgrund ihrer geometrischen Struktur die Bildung eines stabilen Kristallgitters behindern. Bereits geringe thermische Energie genügt daher, um die Gitterenergie zu überwinden und die feste Kristallstruktur aufzubrechen. Es handelt sich damit um Salze, die bei Temperaturen unter 100°C flüssig sind, ohne dass das Salz dabei in einem Lösungsmittel wie Wasser gelöst ist.

Ionische Flüssigkeiten können Wasserstoff drucklos und bei Raumtemperatur speichern. Mithilfe eines Katalysators wird Wasserstoff aus den ionischen Flüssigkeiten mit hoher Reinheit freigesetzt, die ionische Flüssigkeit selbst verdampft nicht.

On-Board-Reformierung

Neben der Speicherung von direkt für die Brennstoffzelle einsetzbarem Wasserstoff besteht auch die Möglichkeit, Wasserstoff aus Kohlenwasserstoffen wie beispielsweise Methanol direkt an Bord des Fahrzeugs mittels Reformator zu produzieren. Derzeit erscheint dies aber aufgrund des hohen technischen Aufwands für mobile Anwendungen nicht besonders vielversprechend. Zusätzlich zu dem beim Umsatz von Wasserstoff in der Brennstoffzelle entstehenden Wasser entsteht dabei allerdings auch CO_2 als Abgas.

3.2.4 Wasserstofftankstelleninfrastruktur

Voraussetzung für den Markterfolg von FCV ist das Vorhandensein einer geeigneten Versorgungsinfrastruktur. Nach einigen privaten Wasserstofftankstellen (HRS, engl.

Hydrogen Refuelling Station) und der Wasserstofftankstelle für Forschungszwecke des HyCentA in Graz wurde 2012 die erste öffentliche Wasserstofftankstelle Österreichs in Wien eröffnet. Sie wird wie die 2015, 2016 und 2017 eröffneten HRS in Innsbruck, Asten bei Linz und Graz-Liebenau von der OMV betrieben. Die Errichtung dieser HRS in Österreich ist Teil einer groß angelegten EU-Initiative zur Einführung von alternativen Treibstoffen. Dabei soll zunächst sichergestellt werden, dass Stadtgebiete und die wichtigsten Verkehrswege durch Europa mit einer ausreichenden Wasserstoffinfrastruktur bedient werden, um Fahrten durch Europa zu ermöglichen. Während in Österreich die Installierung weiterer Tankstellen von der Markttablierung der FCV abhängt (die ihrerseits wieder von der Verfügbarkeit der HRS-Infrastruktur beeinflusst wird), werden beispielsweise in Deutschland und Skandinavien ambitioniertere Ziele zum Aufbau einer flächendeckenden HRS-Infrastruktur verfolgt.

Die Errichtung einer Wasserstofftankstelle ist um ein Vielfaches teurer als die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für Batterieelektrofahrzeuge oder die Installation konventioneller Tankstellen. Der Vorteil gegenüber Stromladestellen ist die kurze Zeit, die für die Betankung des Fahrzeugs erforderlich ist. Wasserstoff wird in Kilo und nicht, wie bei flüssigen Kraftstoffen üblich, in Liter abgegeben. Sonst unterscheidet sich der Betankungsvorgang für den Kunden kaum von dem an konventionellen Tankstellen. Der vor Ort gelagerte Wasserstoff wird verdichtet und gelangt über einen Schlauch und eine Kupplung in den Drucktank des Fahrzeugs. Der Vorgang dauert wenige Minuten, und eine Tankfüllung reicht bei den derzeit verfügbaren Personen-FCV für Fahrten von bis zu 500 km.

Wie nachhaltig die Mobilität mit H₂-FCV ist, hängt in erster Linie von der Herkunft des Wasserstoffs ab. Obwohl FCV mit nachhaltig erzeugtem Wasserstoff beworben werden, der mittels Elektrolyse aus (erneuerbarer) elektrischer Energie gewonnen wird, werden die meisten derzeit zugänglichen Wasserstofftankstellen mit aus fossilem Erdgas produziertem Wasserstoff versorgt. Aktuelle Projekte haben das große Potenzial für nachhaltige Wasserstoffmobilität demonstriert, beispielsweise durch die Möglichkeit, Wasserstoff dezentral direkt bei der HRS mit Strom aus erneuerbaren Quellen zu produzieren.

3.2.5 Andere Energieträger

Neben dem Wasserstoff werden auch andere Energieträger in Betracht gezogen. Wie in Kapitel 3.2.3 erwähnt, kann die PEM-FC auch mit Methanol betrieben werden. Die dabei langsamer ablaufenden Elektrodenreaktionen und die Restriktionen für den Einsatz von Methanol als Kraftstoff bewirken allerdings, dass dies derzeit wenig verfolgt wird.

Demgegenüber wurde der Einsatz von Ethanol in FCV bereits erfolgreich demonstriert. Dabei wurde anstatt der PEM-FC eine SOFC eingesetzt und das Fahrzeug zusätzlich mit einer 24-kWh-Traktionsbatterie ausgestattet. Im Gegensatz zu Wasserstoff ist die Handhabung von Ethanol wesentlich einfacher und sofern nachhaltig produziertes Ethanol getankt wird, ist der Betrieb des Fahrzeugs auch umweltfreundlich. Vorerst

ist dieses Konzept aber nur für Märkte in Südamerika und Asien interessant, in denen bereits eine gute Ethanol-Tankstelleninfrastruktur vorhanden ist.

Eine andere Option ist die im Vorkapitel beschriebene Reformierung zur Herstellung von Wasserstoff an Bord des Fahrzeugs. Dadurch sind wieder PEM-FC einsetzbar und es kann eine breitere Auswahl von leichter als Wasserstoff im Fahrzeug speicherbaren Energieträgern mitgeführt werden. Ein Nachteil ist allerdings das Mitführen eines komplexen zusätzlichen Aggregats zur chemischen Umwandlung mit zusätzlichem Gewichts- und Volumenbedarf.

PROTECT

Performance-Recovery Strategy & Advanced Control for Efficient Fuel Cell Operation

Abbildung 56:
AVL Fuel Cell Control Unit
Quelle: AVL



Für die kommerzielle Etablierung der Brennstoffzelle muss die Degradationsrate in automobilen Anwendungen signifikant gesenkt werden, um die notwendigen 5.000 bis 8.000 Betriebsstunden zu erreichen. Da hochdynamische Lastwechsel, aber auch der Betrieb unter kritischen Bedingungen (u. a. (Frost-)Start-Stopp) einen wesentlichen Einfluss auf die Dauerhaltbarkeit des Brennstoffzellenstapels im Brennstoffzellenfahrzeug haben, konzentriert sich PROTECT gezielt auf die Verlängerung der Systemlebensdauer in automobilen Anwendungen durch Optimierung der Betriebs- und Regelkonzepte auf Basis experimenteller Untersuchungen. Die Betriebsstrategie kann aufgrund der begrenzten Dynamik der Systemkomponenten und der Kopplung der Betriebsparameter maßgeblich Degradationsphänomene durch Abweichung von idealen Betriebszuständen triggern. Die Ergebnisse des Projekts werden dazu beitragen, die Betriebszeiten von automobilen Brennstoffzellenstapeln auch unter Verwendung von Stand-der-Technik-Materialien zu erhöhen, indem das Brennstoffzellensteuergerät (FCCU) lebensdauerkritische Zustände erkennt und die Schädigung der Brennstoffzellenkomponenten vermeiden bzw. auf ein erlaubtes Minimum eingrenzen kann.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AVL List GmbH, Dr. Alexander Schenk

Kontakt: alexander.schenk@avl.com

Projektpartner: Technische Universität München – Lehrstuhl für Technische Elektrochemie | Technische Universität Graz – Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik | Technische Universität Wien – Institut für Mechanik und Mechatronik

Laufzeit: 1. Juli 2018 – 30. Juni 2021

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

SoH4PEM

State of Health Überwachung für PEM Brennstoffzellenstapel



Abbildung 57: SoH-Geräte im Labor und in Zukunft im Fahrzeug, von links nach rechts: THDA-Laborgerät, e-Gen Spectrolyzer, automobiltaugliches Monitoringgerät in der Entwicklung (FFG-Project HyTruck)
Quelle: AVL List GmbH

Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von PEM-Systemen in Fahrzeugen ist eine ständige Überwachung des technischen Zustandes (State of Health, SoH) von Polymerelektrolytmembranbrennstoffzellenstapeln (PEM-FC-Stack) von entscheidender Bedeutung. Im Rahmen des Projektes wird eine innovative Monitoring- und Diagnosetechnik für den SoH untersucht und generiert. Das Monitoring ruht dabei auf zwei Säulen: a) virtuellen Sensoren und b) realen Sensoren. In beiden Bereichen wurden gute Fortschritte erzielt: Modelle für die Alterung wurden erstellt und die AVL arbeitet aktuell an der Entwicklung eines automobiltauglichen SoH-Steuergerätes und eines zugehörigen DC/DC-Wandlers.

Die Darstellung der SoH-Diagnosetechnik und der zugrunde liegenden Modelle wird projektbegleitend durch die Ermittlung von für die Diagnose relevanten Parametern im Labor und durch die Analyse des Betriebsverhaltens unter anwendungsrelevanten Lastzyklen gestützt und validiert. Projektziel ist, die Basis für ein neuartiges, hochinnovatives Produkt zu schaffen, womit während der Entwicklung die Effizienz und Lebensdauer von PEM-Stacks erhöht werden kann. Mit dem Projekt wird gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit eines österreichischen Leitbetriebs und die der akademischen Forschungsstellen in dem dynamischen Wachstumsmarkt PEM-Brennstoffzelle gestärkt.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AVL List GmbH, Dr. Stefan Pofahl

Kontakt: stefan.pofahl@avl.com

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik | Technische Universität Graz – Institut für Physikalische und Theoretische Chemie | University of Ljubljana Faculty of Mechanical Engineering (FME) | Technische Universität Wien – Institut für Mechanik und Mechatronik

Laufzeit: 1. Oktober 2016 – 30. Dezember 2019

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

FC-Boost

Entwicklung eines hocheffizienten Brennstoffzellen-Luftversorgungssystems für E-Fahrzeuge mit Range-Extender

Brennstoffzellen(BZ)-Systeme als Range-Extender stellen eine attraktive Möglichkeit zur Reichweitenerhöhung von Elektrofahrzeugen unter Beibehaltung des Zero-Emission-Status dar. Allerdings bergen BZ-Systeme noch sehr viel Entwicklungs- und Optimierungspotenzial. Speziell für das Luftversorgungssystem sind noch keine automotivtauglichen Komponenten verfügbar – auch sind Themen wie Druckerzeugung, Befeuchtung und Temperierung unter Berücksichtigung der Gesamteffizienz und der Lebensdauer noch nicht zufriedenstellend geklärt. Im Zuge des Projekts wurde daher eine effiziente Luftversorgung für Range-Extender-Brennstoffzellensysteme inklusive Betriebsstrategien erarbeitet und evaluiert. Dazu wurde ein Brennstoffzellenprüfstand aufgebaut, an welchem Untersuchungen mit einem BZ-Range-Extender-System durchgeführt wurden und dabei das Gesamtsystemverhalten analysiert und hinsichtlich Wirkungsgrad und Leistungsdichte bewertet werden konnte. Diverse Parametervariationen lieferten Hinweise auf Optimierungspotenzial. Mit der parallel erfolgenden Simulationsmodellentwicklung und Verifizierung anhand der Messdaten konnte unter Zuhilfenahme von Optimierungswerkzeugen die Gesamtsystemeffizienz maximiert werden. Unterschiedliche Systemkonfigurationen und Betriebsstrategien wurden herangezogen, um je nach Anwendungsfall den Energieverbrauch des Fahrzeuges zu minimieren und damit die größtmögliche Reichweite sicherzustellen.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Wien – Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik | Prof. Dr. Bernhard Geringer

Kontakt: peter.hofmann@ifa.tuwien.ac.at

Projektpartner: AVL List GmbH | Federal-Mogul Controlled Power Ltd.

Laufzeit: 1. September 2016 – 31. Dezember 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

FC-DIAMOND

PEM Fuel Cell Degradation Analysis and Minimization Methodology Based on Joint Experimental and Simulation Techniques

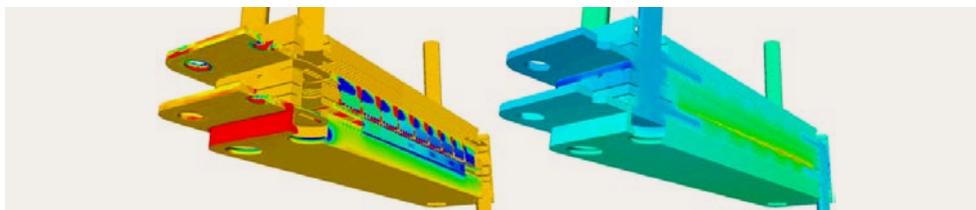


Abbildung 58: Simulationsergebnisse für eine instrumentierte PEM-Brennstoffzelle mit industriellem Flussfeld, dargestellt in einer Hälfte des Gesamtaufbaus; links: Komponente der Stromdichte normal auf die Zelle (A/m^2); rechts: Temperatur ($^{\circ}C$) Quelle: AVL

Ziel des Projekts war die Analyse und Quantifizierung von Alterungs-/Degradationsprozessen der Membran-Elektroden-Einheit (MEA) von Niedertemperatur-Polymer-elektrolytbrennstoffzellen auf Basis einer kombinierten experimentellen/simulationsgestützten Methodik.

In einem ersten Schritt wurde eine umfangreiche Systematik zur Untersuchung und Bewertung von Degradationsprozessen erarbeitet. In diese Arbeit flossen internationale Harmonisierungsprotokolle des US-Department of Energy und des europäischen Joint Research Centre (JRC) ein. Zur Abbildung der Katalysatorschicht in der Simulation wurden Modelle, die eine räumlich aufgelöste Beschreibung des 3D-Transports von Elektronen, Ionen sowie der Diffusion von Reaktanten durch die Ionomerphase zum Katalysator umfassen, erarbeitet. Weiters wurden detaillierte reaktionskinetische Alterungsmodelle für Katalysatorschicht und Membran entwickelt und in die 3D-Simulationsplattform AVL FIRE™ integriert. Die aus den 3D-Simulationen gewonnene Charakteristik der Alterungsprozesse ermöglichte deren Zuordnung zu örtlichen geometrischen Gegebenheiten und lokalen Betriebszuständen, wie Flüssigwasseranteil, Stromdichteverteilung etc.

Als Ergebnis des Projekts steht zukünftig eine Analysetechnik zur Verfügung, die eine simulationsgestützte Beschreibung der ortsaufgelösten Alterungsvorgänge in der Membran-Elektroden-Einheit ermöglicht.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AVL List GmbH | Dr. Reinhard Tatschl

Kontakt: reinhard.tatschl@avl.com

Projektpartner: Zentrum für Brennstoffzellentechnik GmbH | Technische Universität Graz – Institut für Elektronische Sensorsysteme | Technische Universität Graz – Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik | Technische Universität Graz – Institut für Physikalische und Theoretische Chemie

Laufzeit: 1. Oktober 2015 – 31. Dezember 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

MeStREx

Metallischer Stack für Range-Extender

Im Leitprojekt MeStREx wurde ein Range-Extender mit metallgestützten Hochtemperaturbrennstoffzellen SOFC entwickelt. Diese Entwicklung umfasste dabei drei wesentliche Aufgaben:

- Entwicklung des Plansee-SOFC-Leichtbaustacks
- Konzeptionierung eines Range-Extenders auf Basis der SOFC-Technologie
- Integration des Range-Extenders in das Versuchsfahrzeug

Die komplexe Aufgabenstellung wurde durch einen mehrgleisigen Ansatz bearbeitet. Während auf Zell-/Stackseite die Machbarkeit eines Plansee-Leichtbaustacks mit SOFC-Technologie mit Unterstützung durch PhysTech Coating Technology und das Institut für Wärmetechnik der TU Graz durch elektrochemische Tests sowie Assemblierungsversuche nachgewiesen wurde, entstanden beim Verbundpartner AVL List bereits entsprechende Range-Extender-Systeme sowohl auf dem Prüfstand als auch als simuliertes System. Die an die Bedürfnisse des Range-Extenders angepassten Balance-of-Plant(BOP)-Komponenten wurden gemeinsam mit dem Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik der TU Graz entwickelt. Die Aufgaben wurden in enger Abstimmung mit Nissan durchgeführt, welches das entwickelte System inklusive aller dazugehörigen für den Automobilbau kompatiblen Schnittstellen und Sicherheitseinrichtungen adaptierte und testete.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: Plansee SE | Dr. Wolfgang Schafbauer

Kontakt: wolfgang.schafbauer@plansee.com

Projektpartner: Plansee SE | Nissan Motor Manufacturing (UK) Limited |
Technische Universität Graz – Institut für Chemische Verfahrenstechnik und
Umwelttechnik | Technische Universität Graz – Institut für Wärmetechnik | AVL
List GmbH | PhysTech Coating Technology GmbH

Laufzeit: 1. Oktober 2015 – 30. September 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

CO₂-BTM

Kombinierter Kühl-/Kältekreislauf mit umweltfreundlichem Kältemittel CO₂ für Fahrzeug mit Brennstoffzelle

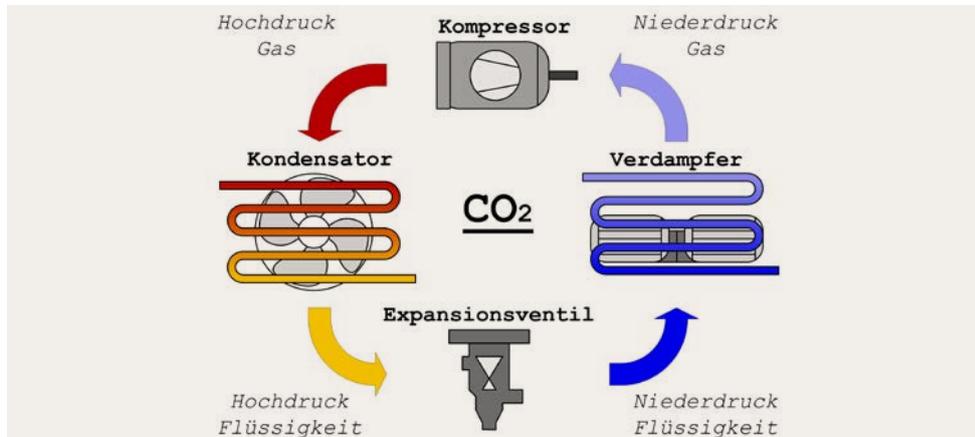


Abbildung 59: Schematische Darstellung eines CO₂-basierten Thermomanagementsystems

Hauptziel des Projektes war die Entwicklung und Untersuchung eines neuartigen CO₂-basierten Thermomanagementsystems für Brennstoffzellen(BZ)-betriebene Fahrzeuge. Erreicht wurden eine gesteigerte Energieeffizienz des Gesamtsystems und ein verringerter Wasserstoffverbrauch, was in weiterer Folge eine Steigerung der maximalen Reichweite des Fahrzeuges mit sich bringt.

Eine Problemstellung war die Abfuhr der thermischen Verluste der BZ im Betrieb. Im Maximalfall treten bei einer BZ der untersuchten Leistungsklasse (70 kW elektrische Leistung) bis zu 84 kW thermische Verluste auf, welche vom Kühlsystem an die Umgebung abgeleitet werden müssen. Das Kühlsystem wurde im Zuge des Projektes durch eine Verbesserung der Wärmetauschergeometrie optimiert.

Außerdem wurde untersucht, wie sich ein thermoelektrischer Generator (TEG), welcher zwischen dem Kompressor und dem Gaskühler platziert ist, auf den CO₂-Kältekreis auswirkt. Die Untersuchungen zeigten, dass die Leistungszahlen im stationären Betrieb durch die Verwendung eines TEG bei einer Umgebungstemperatur von 8 °C um etwa 50 % gesteigert werden können. Bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C betrug die Steigerung 30 %.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH |
Dominik Dvorak, MSc.

Kontakt: dominik.dvorak@ait.ac.at

Projektpartner: AVL List GmbH | AVL qpunkt GmbH

Laufzeit: 1. Oktober 2016 – 30. September 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

KC4HiPS

Key Components for High Pressure Systems

Abbildung 60: Systemventil
Quelle: HypTec



Ziel des Projektes war die Entwicklung von Schlüsselkomponenten für innovative Kraftstoffversorgungsanlagen für gasförmigen Wasserstoff (GH₂-KVA). Eine wesentliche Rolle bei den Überlegungen zur Kosten- und Gewichtsreduktion von Speicherbehälter und Ventiltechnik spielen Schnittstellenoptimierung, funktionale Integration und Bauteiloptimierung.

Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien haben großes Potenzial, Fahrzeugantriebe und stationäre Energieversorgungssysteme emissionsfrei, unabhängig von fossilen Energieträgern und mit ansprechenden Reichweiten bzw. Betriebszeiten zu realisieren. Den aktuellen Planungen entsprechend wird Wasserstoff als Fahrzeugkraftstoff in den kommenden Jahren in einigen Schlüsselmärkten weltweit eingeführt. Die für diese Anwendungen erforderlichen Technologien schaffen Möglichkeiten für zusätzliche und nachhaltige Wertschöpfung sowie Arbeitsplätze und stärken bzw. erhöhen die Exportchancen der österreichischen Automobil-, Energie-, Chemie- und Maschinenbauindustrie. Im Projekt entwickelte HypTec ein innovatives Systemventil für 70 MPa, das den Massenfluss während der Betankung, der Entnahme, im Sicherheitsfall und im Schadensfall steuert und somit alle separaten Schaltkomponenten einer konventionellen GH₂-KVA ersetzt. Magna Steyr entwickelte ausgewählte Teilumfänge des Speicherbehälters, insbesondere die Konstruktion und den Prozess zum Lagenaufbau des Faser-Harz-Verbundes, die Verbindung zum Systemventil und den mechanischen Schutz. Erste Versuchsreihen wurden positiv abgeschlossen.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: HypTec GmbH | Ing. Mag. (FH) Thomas Höller

Kontakt: thomas.hoeller@hypotec.at

Projektpartner: Magna Steyr Engineering AG & Co KG

Laufzeit: 1. August 2016 – 31. Dezember 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

FCH Media

FCH Media – Dynamische Gas-Konditionierung und Durchflussmessung für Brennstoffzellenprüfstände

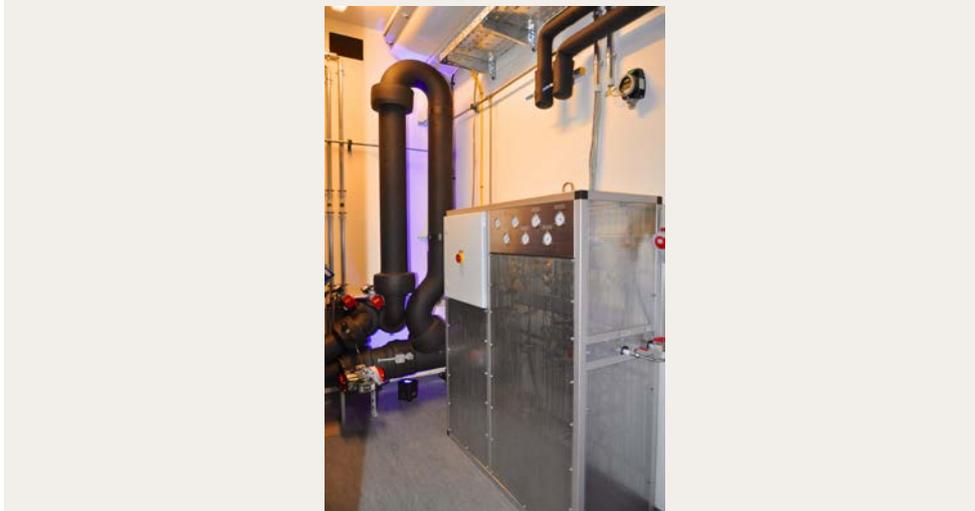


Abbildung 61: FCH-Media-Wasserstoff-Versorgungs- und-Konditioniermodul im Technikraum eines Brennstoffzellenprüfstands

Der Betrieb eines Brennstoffzellenprüfstandes erfordert die hochdynamische Versorgung mit Wasserstoff und Luft mit definierten und einstellbaren Zuständen sowie die hochpräzise messtechnische Erfassung von deren Durchflüssen. Im Zuge des Projekts FCH Media wurde ein System entworfen, das in der Lage ist, die Betriebsparameter Massenstrom, relative Feuchte, Temperatur und Systemdruck hochdynamisch zu regeln. Diese thermodynamischen Größen stehen miteinander in Wechselwirkung, wodurch insbesondere im dynamischen Betrieb Herausforderungen auftreten. Daher wurde ein nichtlineares Mehrgrößenregelungskonzept entwickelt, welches in der Lage ist, die Betriebsparameter auch bei transientem Betrieb in geeigneter Weise zur Verfügung zu stellen. Zur Durchflussmessung von Gasen wird derzeit eine Vielzahl von Sensoren eingesetzt, für Wasserstoff ist aber weder ein eichfähiger Sensor noch ein entsprechendes Kalibrierverfahren bekannt. Aus diesem Grund wurden im Rahmen des Projektes bestehende Durchflussmessverfahren auf ihre Anwendbarkeit für Wasserstoff analysiert und messtechnisch bewertet. Entsprechende Funktionsträger für Konditionierung und Durchflussmessung wurden aufgebaut und werden derzeit auf Brennstoffzellenprüfständen evaluiert.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: HyCentA Research GmbH | DI Stefan Brandstätter

Kontakt: office@hycenta.at

Projektpartner: AVL List GmbH | Technische Universität Wien – Institut für Mechanik und Mechatronik

Laufzeit: 1. Jänner 2014 – 30. Juni 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

UpHy I/II

Upscaling of green hydrogen for mobility and industry

Die Elektromobilität mittels Brennstoffzellenantrieb (FCEV), basierend auf grünem Wasserstoff (H₂), bietet großes Potenzial, die Treibhausgasemissionen (THG) zu reduzieren. Die Einführung der H₂-Mobilität gestaltet sich wegen der limitierten Anzahl an FCEV, fehlenden Kapazitäten für die wirtschaftliche Produktion von grünem H₂, eines unzureichenden Tankstellennetzes sowie den anspruchsvollen technischen Anforderungen der ISO 14687-2 und EN 17124 schwierig. Aktuell können jedoch die erforderlichen Nachweisgrenzen zur Ermittlung der H₂-Qualität noch nicht von unabhängigen Prüfstellen ermittelt werden.

Im Project UpHy I wird die Basis für die Demonstration der Wertschöpfungskette für die grüne H₂-Mobilität von der Produktion in einer Elektrolyse über die Logistik bis zur 350-bar-Betankungsinfrastruktur für eine kommerziell betriebene Buslinie mit Brennstoffzellenantrieb entwickelt. Ein Teil der grünen H₂-Kapazität der Elektrolyse soll zur Senkung der CO₂-Emission in der Raffinerie und zur Erhöhung der Nachhaltigkeit der Raffinerieprodukte verwendet werden.

Ziele von UpHy I sind zudem die Entwicklung von modernen Analysemethoden zur Ermittlung der geforderten Qualitätsparameter direkt an der Zapfsäule und einer mobilen Massen- und Gasqualitätsmessung des Wasserstoffs, um die Eichung aller H₂-Tankstellen vor Ort zu ermöglichen.

In UpHy II soll das gesamte Investment nach neuesten Standards errichtet, betrieben und weiter optimiert werden. In der ersten Ausbauphase sollen 4.600t CO₂-Emission pro Jahr eingespart werden. Die geplanten Ausbaustufen haben das Potenzial, bis zu 15.000t CO₂-Emission pro Jahr einzusparen.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: OMV Refining & Marketing GmbH | Dr. Michael-Dieter Ulbrich

Kontakt: michael-dieter.ulbrich@omv.com

Projektpartner: WIVA P&G – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Austria Power & Gas | VERBUND Solutions GmbH | Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz | VF Services GmbH | HyCentA Research GmbH

Laufzeit: 4. Mai 2018 – 3. Mai 2022

Programm: Vorzeigeregion Energie (KLIEN)

Website: projekte.ffg.at

HyTruck

Hydrogen Truck Austria – HyTruck



Abbildung 62: Fuel Cell Truck
Quelle: AVL

Betrachtet man die gefahrenen Gesamtkilometer, den fossilen Kraftstoffverbrauch und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen, dann verdeutlicht sich die Notwendigkeit neuer technischer Lösungen für den emissionsfreien Transport von Gütern auf der Straße. Nach heutigem Stand der Technik können nur Brennstoffzellen-Lkw eine Forderung nach Emissionsfreiheit erfüllen, da Batterietechnologie derzeit keine ökonomisch sinnvolle Lösung für den transnationalen Transport von Gütern in Bezug auf Antriebsstranggewicht und -volumen ermöglicht. HyTruck zielt auf die Demonstration einer emissionsfreien Brennstoffzellenlösung für Nutzfahrzeuge im Rahmen der Energie-Modellregion WIVA P&G ab. Das Hauptziel ist die Entwicklung, der Aufbau, die Kalibration und die Validierung eines Brennstoffzellensystems, das die hohen Anforderungen von OEM und Flottenbetreibern bezüglich Leistung, Effizienz, Zuverlässigkeit und Lebensdauer erfüllt. Neben der Entwicklung des Brennstoffzellensystems werden auch neuartige, innovative und maßgeschneiderte Betriebsstrategien erarbeitet, um die Systemperformance, Effizienz, Zuverlässigkeit und Lebensdauer zu verbessern.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: AVL List GmbH | Dr. Peter Bardosch

Kontakt: peter.bardosch@avl.com

Projektpartner: HyCentA Research GmbH | Technische Universität Wien – Institut für Mechanik und Mechatronik | Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz | WIVA P&G – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Austria Power & Gas | Technische Universität Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik | FEN Sustain Systems GmbH | DB Schenker & Co AG | EVN AG | Productbloks GmbH | FPT Motorenforschung AG | Rosenbauer E-Technology Development GmbH | Institute of Electrical Measurement and Measurement Signal Processing, TU Graz

Laufzeit: 1. Jänner 2019 – 31. Dezember 2021

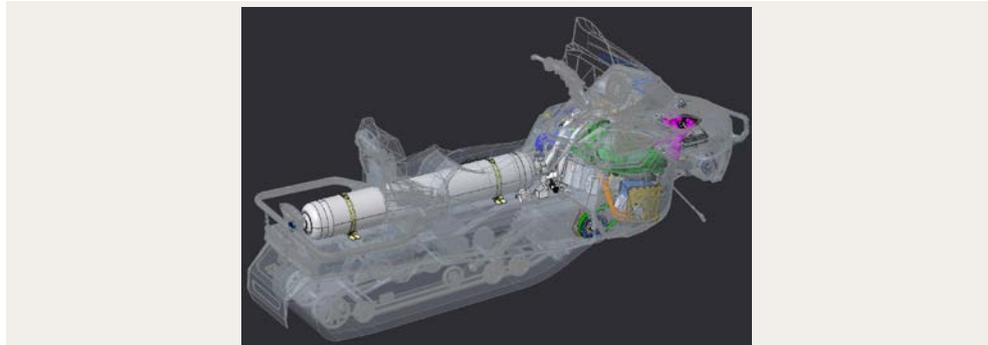
Programm: Vorzeigeregion Energie (KLIEN)

Website: wiva.at

HySnow

Decarbonisation of Winter Tourism by Hydrogen Powered Fuel Cell Snowmobiles

Abbildung 63



4,1% des Bruttoinlandsprodukts werden im Wintertourismus erwirtschaftet. Dem stehen ein hoher Energieverbrauch und Emissionen von Treibhausgasen gegenüber, zu denen auch Schneemobile für Transport- und Rettungsaufgaben beitragen. Im Projekt HySnow werden daher „Nullemissionsfahrzeuge“ auf Brennstoffzellenbasis entwickelt, die bis -40°C betrieben werden können. Um die Fahrzeuge direkt im Wintersportgebiet klimaneutral versorgen zu können, muss auch die gesamte benötigte Infrastruktur aufgebaut werden.

Dazu wurde ein Konsortium gebildet, das alle erforderlichen Kompetenzen bereitstellt und in mehreren Arbeitspaketen die einzelnen Elemente von Fahrzeug und Infrastruktur (Brennstoffzelle, Antriebstechnik, Photovoltaikanlage, Elektrolyse, Wasserstoffspeicher und -zapfsäulen) entwickelt und integriert.

Ziel des Projekts ist es, die Funktion der gesamten Kette im realen Einsatz im Skigebiet Hinterstoder zu zeigen. Berechnungen zufolge können dabei über drei Saisonen hinweg 15,9t CO₂ eingespart werden. Durch die Beteiligung zahlreicher österreichischer Partner wird zudem die Wettbewerbsfähigkeit in Bezug auf eine Zukunftstechnologie gestärkt.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: BRP-Rotax GmbH & Co KG | Nigel Foxhall

Kontakt: nigel.foxhall@brp.com

Projektpartner: HyCentA Research GmbH | Technische Universität Graz – Institut für Elektrische Meßtechnik und Meßsignalverarbeitung | Fronius International GmbH | ElringKlinger AG | ECUSOL | Hinterstoder-Wurzeralm Bergbahnen

Laufzeit: 1. April 2017 – 31. März 2021

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

KEYTECH4EV

Entwicklung und Demonstration von Schlüsseltechnologien für kostengünstige Elektrofahrzeugplattformen

KEYTECH4EV verfolgt das übergeordnete Ziel eines kostengünstigen und CO₂-freien Antriebskonzepts auf Basis von Brennstoffzellen- und Batterietechnologie. In der Industrie werden diese Antriebssysteme bereits entwickelt, allerdings mit dem Schwerpunkt auf einem reinen Brennstoffzellenantrieb bzw. reinen Batteriefahrzeugen. Der innovative Ansatz des KEYTECH4EV-Projektes ist die Kombination beider Technologien in einem hybridisierten Gesamtsystem unter Ausnutzung aller möglichen Synergien. Vorstudien zeigen, dass mit diesem Ansatz unter Erreichung aller Spezifikationen (Fahrbarkeit, Effizienz etc.) die Kosten um 15–20% reduziert werden können. Zusätzlich können weitere Nachteile von Batteriefahrzeugen wie kurze Reichweite und lange Ladezeiten komplett vermieden werden.

Projektziel ist die Entwicklung der Kerntechnologien für den Aufbau eines hybridisierten Brennstoffzellen-Batterie-Demonstrationsfahrzeuges. Das Fahrzeug soll folgende Ziele erreichen:

- Energieeffizienz verglichen mit etwa 2,5l Benzin (äquivalent) pro 100 km
- Reduktion der Antriebsstrangkosten um >15%
- Null CO₂-Emissionen
- Reduktion der Leistungsdegradation der Brennstoffzelle um 50%
- Reichweite >500 km
- Fahrbarkeitsziele wie vergleichbare Serienfahrzeuge

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: AVL List GmbH | Dr. Peter Bardosch

Kontakt: peter.bardosch@avl.com

Projektpartner: HyCentA Research GmbH | Hörbiger Wien GmbH | IESTA – Institute for advanced Energy Systems & Transport Applications | Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG | Technische Universität Graz – Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik | Technische Universität Wien – Institut für Mechanik und Mechatronik | ElringKlinger AG

Laufzeit: 1. Februar 2017 – 31. Jänner 2020

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

PEM REX S

PEM Range Extender System

Abbildung 64
PEM-REX-System,
Laboraufbau bei AVL



Um die Attraktivität von batterieelektrischen Fahrzeugen zu steigern, müssen einerseits die Batteriekosten gesenkt und andererseits die Reichweite erhöht werden. Beides kann durch einen Brennstoffzellen-Range-Extender erreicht werden. Der Range-Extender erzeugt aus Wasserstoff den mittleren Strombedarf des Antriebs und ermöglicht attraktive Reichweiten >500 km. Gleichzeitig können die Batteriekapazität und damit Kosten deutlich reduziert werden. Im Projekt PEM REX S wurde ein wettbewerbsfähiges Proton-Exchange-Membrane(PEM)-Range-Extender-System entwickelt. Vom deutschen Automobilzulieferer ElringKlinger wurden PEM-Stacks für das Vorhaben optimiert. Auf Basis dieser PEM-Stacks wurde von AVL List GmbH in Graz ein Labormuster des PEM-Range-Extender-Systems entwickelt und aufgebaut. Mittels der Stacküberwachungsmethode AVL THDATM (Total Harmonic Distorsion Analysis) werden potenziell kritische Schädigungszustände frühzeitig erkannt und mittels steuerungstechnischer Gegenmaßnahmen vermieden. Das innovative Diagnose- und Steuerungssystem wurde in den Labormusteraufbau integriert und das gesamte System bis zum Projektende intensiv getestet sowie die Funktionsfähigkeit umfassend validiert. Abschließend wurde in einer Studie die Integration des PEM-Range-Extender-Systems in ein batterieelektrisches Fahrzeug dargestellt.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AVL List GmbH | DI Richard Schauerl

Kontakt: richard.schauperl@avl.com

Projektpartner: ElringKlinger AG | Technische Universität Graz – Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik

Laufzeit: 1. Oktober 2014 – 31. März 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

Bulk H2 on Rail

Wasserstofflogistik – Untersuchung der techno-ökonomischen Feasibility und der Rahmenbedingungen für den Rail Transport

Im Zuge der Sondierungsstudie Bulk H2 on Rail wurden verschiedene Technologien für den H2-Bahn-Transport analysiert:

- Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC)
- Compressed Gas Hydrogen (CGH) in zwei Druckniveaus
- Liquid Hydrogen (LH2)

Auf Basis bestehender Wasserstoffanbieter (kommerzielle Hersteller, Industrienebenprodukt, Windparks mit Elektrolyse) und Abnehmer (Industrie mit dem Ziel Decarbonization, ÖPNV – Bahn/Bus) wurden Demand-Szenarien entwickelt und Schienenlogistikkonzepte in einer Case Study bezüglich ihrer Kosten und regulativen Rahmenbedingungen analysiert.

Die Analyse hat gezeigt, dass die wesentlichen Rahmenbedingungen für eine zukünftige Wasserstofflogistik gegeben sind. Hindernisse wie Regelungslücken und regional unterschiedliche Genehmigungsvoraussetzungen für die erforderliche Infrastruktur sind noch zu beseitigen.

Eine Wasserstofflogistik ist unter geeigneten Rahmenbedingungen wirtschaftlich sinnvoll. Technische Fortschritte und eine Adaptierung der Logistikkonzepte müssen die Entwicklung begleiten.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: Railway Competence and Certification GmbH | DI Alexander Schimanofsky

Kontakt: alexander.schimanofsky@rcc-rail.com

Projektpartner: Federazione delle associazioni scientifiche e tecniche | Rail Cargo Austria Aktiengesellschaft | synergesis consult.ing – Ing. Herbert Wancura

Laufzeit: 1. September 2016 – 31. August 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

eHybridlok

Elektrolok mit Wasser-Elektrolyse-/Brennstoffzellen-Technologie für Vershub in Eisenbahnnetzen mit und ohne Fahrleitung

Die eHybridlok ist ein Beispiel für zukunftssträchtige und nachhaltige Innovationen im Fahrzeugbereich der ÖBB.

Die ÖBB-Produktion GmbH hat dabei das Instrument der vorkommerziellen Beschaffung des BMK gerne aufgegriffen. Inhalt dabei ist ein vorwettbewerblicher Forschungsauftrag für die Entwicklung einer Hybridvershublok, die als elektrisch betriebene Vershublok oberleitungsfreie Strecken mit eigener Energieversorgung überbrücken soll. Ziel ist der Verzicht auf Dieselloks im Vershub, da elektrische Traktion gegenüber der Dieseltraktion nicht nur umweltfreundlicher und leiser, sondern im Betrieb auch wesentlich günstiger ist. Aus mehreren Interessenten wurden nach Juryentscheid vier Anbieter mit der Erstellung von Machbarkeitsstudien beauftragt. In weiterer Folge hat ein Expertengremium diese geprüft und bewertet, wobei letztendlich zwei Bewerber mit der Realisierung jeweils eines Prototyps beauftragt wurden:

TecSol GmbH: „InnoShunt – 100 % electric everywhere; Energiespeicher auf einer elektrischen Vershublokomotive Rh 1063 für Betrieb ohne Oberleitung“ auf Basis eines Lithium-Eisen-Phosphat-Akkumulators mit Supercap.

HET GmbH: „Hybridlokomotive auf Basis H₂-Brennstoffzelle und Elektrolyse von Wasser als Range-Extender vorwiegend für Rangiereinsatz auf Eisenbahnstrecken mit und ohne Fahrleitung“.

Die Prototypen beider Firmen konnten erfolgreich getestet werden und lieferten wertvolle Messdaten für eine etwaige Ausschreibung. Zudem konnten sie die grundsätzliche Eignung der getesteten Technologien im Eisenbahnsektor beweisen.

Die moderne Lokflotte der ÖBB kann mit der eHybridlok in einem derzeit noch neuen Segment eine perfekte Ergänzung erhalten, um weiterhin kostengünstig und umweltschonend Traktionsleistungen anbieten zu können.

Nationales PCP-Projekt – vorkommerzielle Beschaffung

Projektleitung: ÖBB-Produktion GmbH | DI Harald Tisch

Kontakt: harald.tisch@oebb.at

Projektpartner: keine

Laufzeit: 1. Mai 2014 – 30. Juni 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

Wasserstoffspeicher

Ionische Flüssigkeit als druckloser, ohne Kühlung flüssiger, regenerierbarer Wasserstoffspeicher



Abbildung 65: Pilotsystem mit Speichertank, Freisetzungskatalysator und Brennstoffzelle

Wasserstoff als Energieträger hat große Zukunft. Gemeinsam mit regenerativen Energiequellen ist er eine saubere und klimaschonende Lösung zur Energiespeicherung. Strom aus Wasserstoff mithilfe von Brennstoffzellen ist heute Stand der Technik. Zum Durchbruch fehlt eine sichere und wirtschaftliche Speichermöglichkeit für Wasserstoff. Bisher bekannte Systeme zur chemischen Speicherung von Wasserstoff sind zu wenig stabil, bei Umgebungstemperatur fest oder benötigen hohe Temperaturen zur Wasserstofffreisetzung.

Proionic ist es gelungen, flüssige und stabile Speichermedien mit hohen Speicherdichten chemisch zu synthetisieren. Die Wasserstoffspeicherdichten in ionischen Flüssigkeiten sind vergleichbar mit der Speicherkapazität von 700-bar-H₂-Druckspeichern. Lagerung und Transport erfolgen drucklos bei Umgebungstemperatur und nahezu verlustfrei. Die Speicherflüssigkeit ist auch im beladenen Zustand praktisch nicht entflammbar, zur Bestätigung der Sicherheit des Systems wurden unter anderem auch Beschusstests durchgeführt. Durch die erfolgreiche Entwicklung eines edelmetallfreien Katalysators kann die Freisetzung des Wasserstoffs aus dem Speicher bedarfsgerecht gesteuert werden und bei Raumtemperatur ablaufen. Das Speichermedium ist chemisch regenerierbar und kann stets neu mit Wasserstoff beladen werden, wobei noch Entwicklungsbedarf besteht, um die Kosten der Regenerierung zu reduzieren. Die Anwendbarkeit des Speichersystems wurde in einem kleinen Pilotsystem mit Speichertank, Freisetzungskatalysator und Brennstoffzelle bestätigt.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: proionic GmbH | Dr. Markus Damm

Kontakt: markus.damm@proionic.com

Projektpartner: VTU Engineering GmbH | Technische Universität Graz – Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik

Laufzeit: 1. April 2013 – 31. Dezember 2016

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

FC REEV

Fuel Cell Range Extended Electric Vehicle – Emissionsfreies elektrisches Personen- & Logistikfahrzeug mit Brennstoffzelle zur Reichweitensteigerung

Abbildung 66
Quelle: Magna Steyr



Im Rahmen dieses Förderprojektes entwickelten die Projektpartner (Magna Steyr Engineering AG & Co KG, HyCentA Research GmbH, Proton Motor Fuel Cell GmbH und das Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik (IFA) der Technischen Universität Wien) gemeinsam ein einzigartiges Fahrzeugkonzept, welches einen möglichen künftigen Lösungsansatz für sehr große Reichweiten im völlig emissionsfreien Fahrbetrieb darstellen kann. Das Brennstoffzellen-Range-Extender-Fahrzeug fährt batteriebetrieben rein elektrisch, und durch die Erweiterung eines Brennstoffzellensystems kann die emissionsfreie Reichweite entsprechend der H₂-Tankfüllung erhöht werden. Vorteile unterschiedlicher Technologien werden genutzt, um bekannte Nachteile, wie den zeitintensiven Ladevorgang rein batterieelektrischer Fahrzeuge, zu kompensieren. Gesamtfahrzeug-integrationsansätze für das Brennstoffzellen-Range-Extender-Konzept konnten im Zuge dieses Projektes entwickelt wie auch die konkrete Umsetzung in einem voll funktionsfähig aufgebauten Technologiedemonstratorfahrzeug erfolgreich aufgezeigt werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Magna Steyr Engineering AG & Co KG |

Dipl.-Ing. (FH) Helfried Müller

Kontakt: helfried.mueller@magna.com

Projektpartner: HyCentA Research GmbH | Proton Motor Fuel Cell GmbH |
Technische Universität Wien – Institut für Fahrzeugantriebe und Automobil-
technik

Laufzeit: 1. August 2014 – 31. Oktober 2016

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

E-LOG-BioFleet I und II

Leuchtturm der Elektromobilität in einer Logistikflottenanwendung mit Range-Extender unter Nutzung von Biomethan mit klimarelevanter Modellwirkung

Batteriebetriebene Flurförderfahrzeuge sind weltweit ein bedeutender Markt für Elektroantriebe. Die geringen Reichweiten dieser Fahrzeuge und lange Standzeiten während des Ladevorgangs mindern aber vor allem im Mehrschichtbetrieb die Produktivität. Eine neue Technologie zur Optimierung des Fahrzeugbetriebs sind Brennstoffzellen mit Wasserstoffspeicher, eingesetzt als Range-Extender, d. h. als zusätzliches Aggregat zur Verlängerung der Reichweite.

Im Rahmen von E-LOG-BioFleet konnte dieses innovative Konzept für eine Logistikanwendung entwickelt, implementiert und im praktischen Industriefeld bei DB Schenker in Hörsching/OÖ getestet werden. Erstmals in Österreich wurden batteriebetriebene Flurförderfahrzeuge auf Hybridbetrieb mit Brennstoffzellen-Range-Extender und Lithium-Ionen-Akkumulatoren umgerüstet.

Dabei kommt ein von Fronius International entwickeltes Power-Package mit Brennstoffzelle, Wasserstoffdruckspeicher, Lithium-Ionen-Akkumulatoren und Regelungselektronik zum Einsatz. Dieses System wurde zertifiziert und in 12 Flurförderfahrzeugen (Linde T20AP) anstelle des originalen Bleiakkus eingebaut. Neben Komponenten und Gesamtfahrzeug wurde auch die notwendige Infrastruktur geschaffen. In einer dezentralen Anlage wird vor Ort CO₂-neutral Wasserstoff aus Biomethan erzeugt. Eine Betankungsanlage wurde (erstmals in Europa) im Inneren einer Halle installiert.

Nationales E-LOG-BioFleet-Leitprojekt | kooperatives E-LOG-BioFleet-II-F&E-Projekt

Projektleitung: E-LOG-BioFleet: Linde Fördertechnik GmbH | E-LOG-BioFleet II: HyCentA Research GmbH | Dipl.-Ing. Dr. techn. Alexander Trattner

Kontakt: office@hycenta.at

Projektpartner: Fronius International GmbH | HyCentA Research GmbH | JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH | Linde Fördertechnik GmbH | OMV Refining & Marketing GmbH | Schenker & Co AG

Laufzeit: E-LOG-BioFleet: 1. Juni 2010 – 31. Mai 2014 |

E-LOG-BioFleet II: 1. Juli 2014 – 30. Juni 2016

Programm: Leuchttürme der Elektromobilität (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

FCH Projekte

Fuel Cell & Hydrogen Cluster Austria – Partnerspezifische Projektroadmap

Abbildung 67: 1.000-bar-Hochdruckprüfstand
Quelle: HyCentA Research GmbH



Im Projekt haben die Projektpartner nach einer Zusammenfassung von Visionen und strategischen Zielen firmenspezifische Roadmaps für die in die drei Säulen F&E, Demo und Energie aufgegliederten Forschungsgebiete erstellt, die jeweils in eine kurzfristige Zeitschiene bis 2015 sowie in eine mittelfristige Zeitschiene bis 2020 unterteilt wurden.

Auf den firmenspezifischen Roadmaps basierend wurden von den Projektpartnern konkrete Projektvorschläge ausgearbeitet. Diese wurden teilweise als Projektvorschläge mit Kurzfassung, potenziellen Partnern, Projektdauer, Projektbudget sowie gewünschter Förderung ausgearbeitet, teilweise als kurze Projektskizzen mit Planbudget. Die Projektvorschläge sind in die Bereiche industrielle Forschung, experimentelle Entwicklung und Demonstration aufgliedert. Ein am HyCentA bereits realisierter Projektvorschlag war die Erweiterung der Wasserstoffinfrastruktur am HyCentA um eine Wasserstoff-Hochdruckprüfanlage inklusive Speicher- und Puffermodulen, um Untersuchungen an Hochdruckkomponenten und -systemen durchführen zu können. Der Prüfstandscontainer mit Klimatisierung von -40°C bis 85°C wurde von Magna in das Projekt eingebracht. Durch einen neuen Hochdruckverdichter wurde die bestehende 350-bar-Infrastruktur des HyCentA auf 1.000 bar erweitert.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: HyCentA Research GmbH | DI Stefan Brandstätter

Kontakt: office@hycenta.at

Projektpartner: Magna Steyr Engineering AG & Co KG | Fronius International GmbH | AVL List GmbH | OMV Refining & Marketing GmbH

Laufzeit: 1. Juli 2013 – 30. Juni 2014

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

DOLPHIN

Disruptive PEMFC stack with novel materials, Processes, architecture and optimized interfaces

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Frankreich

Kontakt: katharina.gruber@hexcel.com

Österreichische Projektpartner: Hexcel Composites GmbH & Co. KG

Laufzeit: 1. Jänner 2019 – 31. Dezember 2022

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

INN-BALANCE

INNOvative Cost Improvements for BALANCE of Plant Components of Automotive PEMFC Systems

Internationales FCH2-RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Fundación Ayesa, Spanien

Kontakt Österreich: info@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. Jänner 2017 – 31. Dezember 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

INSIGHT

Implementation in real SOFC Systems of monitoring and diagnostic tools using signal analysis to increase their lifetime

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Frankreich

Kontakt Österreich: stefan.pofahl@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. Jänner 2017 – 31. Dezember 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

COMPASS

Competitive Auxiliary Power Units for vehicles based on metal supported stack technology

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich

Kontakt: info@avl.com

Österreichische Projektpartner: Plansee SE

Laufzeit: 1. Oktober 2016 – 31. September 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

SOSLeM

Solid Oxide Stack Lean Manufacturing

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: SOLIDpower S.p.A., Italien

Kontakt: info@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. April 2016 – 31. März 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

IEA AFC TCP Annex 34

International Energy Agency (IEA) Advanced Fuel Cells (AFC) TCP Annex 34: Fuel Cells for Transportation

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: Argonne National Laboratory, USA

Kontakt: walter.mauritsch@austriatech.at

Laufzeit: 2014–2019

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: ieafuelcell.com

3.3 Kraftstoffe

Ein Kraftstoff (auch Treibstoff) ist ein Energieträger, dessen chemische Energie durch Verbrennung in einer Verbrennungskraftmaschine (VKM) in einem Kraftfahrzeug (Kfz) in Antriebskraft umgewandelt wird. Um den im Kfz knappen Platz für andere Anwendungen zu sparen und den Energieaufwand für das transportierte Gewicht gering zu halten, sollten Kraftstoffe mit hoher spezifischer Energie und Energiedichte eingesetzt werden. Derzeit werden die meisten Kfz mit fossilen Kraftstoffen wie Benzin oder Diesel betrieben. Als alternative Kraftstoffe werden Kraftstoffe bezeichnet, die diese ersetzen können. Alternative Kraftstoffe können aus fossilen oder biogenen Energieträgern produziert werden. In diesem Kapitel werden einige Energieträger, die für den Einsatz im Verbrennungsmotor und in der Brennstoffzelle in Frage kommen, vorgestellt.

Nachhaltige Kraftstoffe oder Biokraftstoffe können aus unterschiedlichen Ausgangsstoffen wie Ölen (Raps, Sonnenblumen etc.), aus Stärke oder Zucker (Mais, Getreide, Zuckerrüben, Zuckerrohr etc.), aus Lignocellulose (Stroh, Holz etc.) oder aus organischen Neben- und Abfallprodukten (Gülle, Klärschlamm, tierische Fette etc.) produziert werden. Grundsätzlich wird bei der Verbrennung von Kraftstoffen aus nachhaltigen Ressourcen nur so viel CO₂ emittiert, wie zuvor durch Photosynthese aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Für einen objektiven Vergleich müssen allerdings auch die bei der Kraftstoffproduktion angefallenen Emissionen betrachtet werden. Dazu zählen Anbau und Kultivieren der Rohstoffe (Düngemittel, Traktor), alle Transportwege und die Prozessschritte bis zum fertigen Kraftstoff.

Zu alternativen Kraftstoffen aus fossilen Energieträgern zählt beispielsweise Erdgas. Viele der in diesem Kapitel vorgestellten alternativen Kraftstoffe können sowohl aus biogenen als auch aus fossilen Energieträgern produziert werden. Beispielsweise kann Ethanol durch alkoholische Gärung aus zucker- oder stärkehaltiger Biomasse hergestellt werden („Bioethanol“), aber auch durch chemische Synthese aus Wasser und Ethen produziert werden. Bei der Herstellung einiger alternativer Kraftstoffe werden zudem sowohl biogene als auch fossile Ausgangsstoffe verwendet.

Für die Beurteilung der Nachhaltigkeit des Kraftstoffes sind neben den Unterschieden zwischen den verwendeten fossilen und alternativen Ausgangsmaterialien der Kraftstoffe, aber auch zwischen den Kraftstoffen selbst auch die je nach Energieträger unterschiedlichen Verbrennungsprodukte relevant.

3.3.1 Benzin und Diesel

Die konventionellen Kraftstoffe Benzin und Diesel bestehen aus einer großen Zahl von unterschiedlichen linearen oder verzweigten sowie gesättigten, ungesättigten zyklischen oder aromatischen Kohlenwasserstoffmolekülen. Benzin verfügt typischerweise über 4 bis 12 Kohlenstoffatome und Siedetemperaturen zwischen 30 und 210 °C. Zusätzlich werden häufig Ether oder Alkohole beigemischt. Diesel besteht hauptsächlich aus 12 bis 20 Kohlenstoffatomen und hat Siedetemperaturen zwischen 170 und 360 °C. Das

Verhältnis Kohlenstoff- zu Wasserstoffatomen (C/H-Verhältnis) liegt bei beiden Kraftstoffen bei etwa bei 6:1.

Die verschiedenen Sorten von Motorenbenzin unterscheiden sich durch die Zusammensetzung der Kohlenwasserstoffe. Eine wichtige anwendungstechnische Eigenschaft ist die Klopfestigkeit. Diese beschreibt die Eigenschaft, dass der Kraftstoff im Ottomotor nicht unkontrolliert durch Selbstzündung verbrennt („Klopfen“). Die Oktanzahl definiert das Ausmaß der Klopfestigkeit. Neben Zusätzen zur Erhöhung der Oktanzahl werden oberflächenaktive Verbindungen gegen Vergaservereisung und zur Vergasereinigung sowie Antioxidantien beigemischt.

Dieselmotoren haben keine Fremdzündung und wesentliche Eigenschaften von Dieselmotoren sind Zündwilligkeit und Tieftemperaturverhalten. Im Dieselmotor wird Luft angesaugt und durch Verdichtung auf 700 bis 900 °C erwärmt, bevor Dieselmotorkraftstoff eingespritzt wird, der sich möglichst rasch selbst zünden soll. Der Zeitraum bis zur Entflammung hängt von Zerstäubung, Druck, Temperatur und chemischer Zusammensetzung ab. Ist er zu lang, tritt ein unregelmäßiger Lauf auf (vergleichbar mit dem Klopfen beim Ottomotor). Maßzahl ist hier die Cetanzahl. Um bei tiefen Temperaturen die Fließfähigkeit sicherzustellen, werden Copolymere sowie Rauchunterdrücker, Zündbeschleuniger und Antioxidantien beigemischt.

3.3.2 Synthetische Kraftstoffe und Biokraftstoffe

Die in Benzin oder Diesel enthaltenen Kohlenwasserstoffe können auch aus erneuerbaren Quellen produziert werden. Das wichtigste Verfahren zur Herstellung von Biokohlenwasserstoffen ist die Fischer-Tropsch-Synthese. Dabei wird katalytisch aus Synthesegas, einem Gemisch aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff, ein breites Spektrum an gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffen hergestellt, welche zu synthetischen Kraftstoffen raffiniert werden können. Synthesegas wird aus Kohle, Erdgas, Erdöl oder Biomasse produziert. Fischer-Tropsch-Kraftstoffe werden auch als XtL-Kraftstoffe bezeichnet. Das X stellt dabei eine Variable dar und wird durch eine Abkürzung des ursprünglichen Energieträgers ausgetauscht und „tL“ steht für das englische „to Liquid“. Gebräuchlich sind dabei die Abkürzungen GtL (Gas to Liquid) bei Verwendung von Erd- oder Biogas, BtL (Biomass to Liquid) bei der Verwendung von Biomasse und CtL (Coal to Liquid) bei Verwendung von Kohle als Ausgangsenergieträger. Im von ExxonMobil entwickelten MtG-Verfahren (Methanol to Gasoline) wird selektiv aus Methanol, welches auch aus Synthesegas produziert werden kann, schwefelarmes synthetisches Benzin hergestellt. Darüber hinaus können abhängig vom ausgewählten Prozess verschiedene Kohlenwasserstoffe oder die in Kapitel 3.3.4 beschriebenen Oxygenate für Benzin, Diesel oder Flugzeugtreibstoff aus Zucker oder Stärke hergestellt werden.

Biokraftstoffe sind flüssige oder gasförmige Kraftstoffe, die aus Biomasse hergestellt werden. Ausgangsprodukte der Biokraftstoffe sind nachwachsende Rohstoffe wie Ölpflanzen, Getreide, Zuckerrüben oder -rohr, Holz, spezielle Energiepflanzen und

tierische Abfälle. Der Präfix Bio- verweist dabei nicht auf ökologische Landwirtschaft, sondern auf den biologischen Ursprung.

Häufig werden Biokraftstoffe als Biokraftstoffe der ersten, zweiten und dritten Generation bezeichnet, wobei die einzelnen Kategorien nicht völlig streng definiert sind. Zumeist versteht man als Biokraftstoffe der ersten Generation Kraftstoffe, die aus Ausgangsstoffen von nur wenigen Teilen der Pflanze produziert werden, wobei ein Großteil der Pflanze anderweitig, z. B. als Futtermittel, verwendet wird. Dazu zählen Biodiesel, der aus Pflanzenöl oder Altspeiseöl produziert wird, oder Ethanol, das durch Vergärung von Getreide oder Zuckerrohr hergestellt wird. Als Biokraftstoffe der zweiten Generation werden jene Kraftstoffe bezeichnet, für die als Rohstoff die vollständigen Pflanzen verwendet werden. Dazu zählen Ethanol aus Zellulose, z. B. Stroh, oder BtL (Biomass-to-Liquid)-Biodiesel, z. B. aus Holz. Als Biokraftstoffe der dritten Generation werden Kraftstoffe aus Algen bezeichnet. In Österreich wurden im Jahr 2014 aufgrund der gesetzlichen Vorgaben 7,68 % der fossilen Kraftstoffe durch Biokraftstoffe substituiert.

3.3.3 Fette und Öle

Pflanzliche Öle, recycelte und tierische Fette und sonstige Lipide aus Algen, Bakterien oder Pilzen können nicht in konventionellen Dieselmotoren eingesetzt werden. Daher müssen Fette und Öle entweder für die Verwendung in konventionellen Motoren durch Veresterung oder Hydrierung weiterverarbeitet werden oder die Motoren entsprechend angepasst werden. Für die direkte Verwendung von Fetten und Ölen im Motor (VKM) müssen Kraftstoffleitung, Einspritzventil und Verbrennungsraum modifiziert werden. Fette und Öle sind Triglyceride, Ester aus 3 Fettsäuren und dem dreiwertigen Alkohol Glycerin, wobei eine Vielzahl verschiedener Fettsäuren in den Fetten und Ölen vorkommt. Außerdem beinhalten natürliche Fette und Öle Verunreinigungen wie freie Fettsäuren, Phospholipide, Sterine, Wasser und Duftstoffe.

Der bedeutendste Unterschied zwischen Pflanzenölen und Dieselmotorkraftstoff ist die Viskosität. Bei Raumtemperatur ist die Viskosität von Rapsöl beispielsweise 10-mal höher als bei Diesel. Rapsöl muss auf 90 °C erhitzt werden, um eine mit Diesel vergleichbare Viskosität zu erreichen. Palmöl und tierische Fette sind aufgrund des hohen Anteils gesättigter Fettsäuren bei Raumtemperatur fest. Die hohe Viskosität ist v. a. für das Einspritzsystem problematisch und führt zu unzureichender Spraybildung, Ablagerungen im Motor und hohen Abgasemissionen. Die Cetanzahlen von Pflanzenölen sind eher gering (im Bereich 32 bis 40).

Biodiesel oder Fettsäuremethylester (FAME)

Mit Biodiesel ist üblicherweise Fettsäuremethylester (FAME, Fatty Acid Methyl Ester) gemeint. Biodiesel-Ester werden beispielsweise aus Soja-, Raps- oder Sonnenblumenöl durch Umesterung hergestellt. Für FAME wird Methanol als Alkohol für die Veresterung und Natrium- oder Kaliumhydroxid als Katalysator verwendet. Mit Ethanol kann Fettsäureethylester (FAEE, Fatty Acid Ethyl Ester) hergestellt werden. Nebenprodukt dieses

einfachen und kostengünstigen Produktionsverfahrens ist Glycerin. Das Produkt ist immer ein Ester, weshalb die Beimengung zu Diesel limitiert ist. Mit FAME werden weniger Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Partikel, aber mehr Stickoxide emittiert.

Hydrierte Pflanzenöle (HVO)

Die Hydrierung von Ölen und Fetten ist ein großtechnisch eingesetztes Verfahren für die Produktion von erneuerbarem Diesel, HVO (Hydrotreated Vegetable Oil). HVO wird aus Altfett, tierischen und pflanzlichen Fettfraktionen, die nicht als Lebensmittel geeignet sind, hergestellt. Außerdem kann Diesel aus Rohtallöl, einem Rückstand der Zellstoffproduktion, hergestellt werden. HVO-Diesel ist ebenso wie über die Fischer-Tropsch-Synthese hergestellte Treibstoffe praktisch frei von krebserregenden Aromaten oder Schwefel. Obwohl die Hydrierung von Ölen und Fetten meist für die Herstellung von Dieselkraftstoffen optimiert ist, werden auch Kohlenwasserstoffe für Benzin als Nebenprodukte produziert.

3.3.4 Sauerstoffhaltige Komponenten

Zahlreiche Alkohole (z. B. Ethanol, Butanol) und Ether (z. B. DME) werden und wurden als Dieselkraftstoffkomponenten untersucht und zählen zu den sauerstoffhaltigen Benzin-komponenten. Auch dem Diesel werden sauerstoffhaltige Komponenten (Oxygenate) in erster Linie zur Reduktion von Partikelemissionen beigemischt.

Diesel-Oxygenate

Die wichtigsten Eigenschaften für die Bewertung von Dieselkomponenten sind neben der Cetanzahl die Entflammbarkeit, Flüchtigkeit, Dichte, Viskosität und Schmierfähigkeit. Generell sind langkettige, unverzweigte Sauerstoffverbindungen besser als Zusatz für Dieselkraftstoffe geeignet als kurzkettige oder solche mit stark verzweigten Kohlenwasserstoffresten. Außerdem sind stark polare Verbindungen schlechter mit Diesel mischbar und manche Sauerstoffverbindungen können Korrosionen verursachen.

Während Feinstaub- und Rußemission durch die Beimengung von Sauerstoffverbindungen zum Diesel stark verringert werden, können, abhängig von der Art des Zusatzes und den Motoreigenschaften, mehr Schadstoffe wie Stickoxide (NO_x) und Kohlenmonoxid (CO) emittiert werden.

Ethanol

Ethanol ist die am meisten eingesetzte Biokomponente für die Substitution von Benzin. Genießbares Ethanol wird durch Fermentation von zuckerhaltigen Ausgangsstoffen produziert. Als „Bioethanol“ wird Ethanol, das ausschließlich durch Fermentation von Biomasse oder biologisch abbaubaren Anteilen von Abfällen hergestellt wurde, bezeichnet. Industriell wird Ethanol aus fossilen Ausgangsprodukten hergestellt ist damit nicht nachhaltig. Im Gegensatz zu Benzin, das aus zahlreichen verschiedenen chemischen Verbindungen besteht, ist Ethanol eine monomolekulare Komponente und damit frei von

Schwefel und krebserregenden Aromaten. Der Siedepunkt von Ethanol liegt bei 78 °C. In herkömmlichen Benzinfahrzeugen kann Ethanol in geringer Konzentration, z. B. als „E5“- oder „E10“-Kraftstoff, also Benzin mit 5 % bzw. 10 % Ethanol verwendet werden. Werden Kraftstoffe mit einem höheren Ethanolanteil eingesetzt, sind entsprechende Anpassungen der Motoren erforderlich.

„Flexible Fuel Vehicles“ (FFV) haben einen für Kraftstoffe mit hohem Sauerstoffgehalt (z. B. E85, Benzin mit 85 % Ethanol) modifizierten Ottomotor und sind kommerziell erhältlich. Die Änderungen im Vergleich zu einem mit Benzin betriebenen Motor sind gering. Der Einsatz von Ethanol in Dieselmotoren ist dagegen herausfordernder. Mit Etamax D liegt dennoch ein kommerziell verfügbares Konzept für Ethanol in Lkw-Dieselmotoren vor. Um die Selbstzündung zu verbessern, müssen aber Additive beigemischt werden. In Zweikraftstoffmotoren (Dual Fuel Engines) wird zuerst Diesel und danach reines Ethanol in die Verbrennungskammer eingespritzt, wodurch Diesel die Verbrennung des Ethanols unterstützt. Mit dieser Technologie kann die Verbrennung sehr gut kontrolliert werden, um Effizienz zu steigern und NOx- und Partikelemissionen zu reduzieren.

Methanol

Methanol wird technisch über katalytische Verfahren aus Synthesegas, einem Gemisch von Kohlenmonoxid und Wasserstoff im Verhältnis 1 : 2 hergestellt. Das Synthesegas kann aus fossilen Rohstoffen wie Kohle, Braunkohle, Erdölfraktionen und Torf, aber auch aus nachwachsenden Rohstoffen wie Biogas, Holz oder anderer Biomasse hergestellt werden. Auch Müll oder Klärschlamm können zur Synthesegasherstellung eingesetzt werden. Methanol aus nachwachsenden Rohstoffen wird auch als „Biomethanol“ bezeichnet.

Methanol kann direkt als Kraftstoff oder Kraftstoffzusatz für Benzin eingesetzt werden. Kraftstoffe mit hoher Methanolkonzentration (z. B. M85) werden in speziellen FFV verwendet. In China wird Methanol beispielsweise in Mischungen mit Benzin von M5 bis M100 eingesetzt, andere Märkte setzen wiederum auf Benzin-Ethanol-Methanol-Mischungen. Die Beimengung von Methanol zu Ottokraftstoffen (Motorbenzin) ist in der EU auf maximal 3 Volumprozent beschränkt.

Neben dem Einsatz im Ottomotor kann Methanol unter Verwendung zusätzlicher Zündhilfen auch im Dieselmotor eingesetzt werden.

Als flüssiger Kraftstoff ist Methanol ebenso wie Ethanol wegen der einfacheren Handhabung im Vergleich zu gasförmigen Energieträgern gut für den Verkehrssektor geeignet. Methanol ist giftig, weshalb Vorsichtsmaßnahmen bei der Betankung und bei Arbeiten am Fahrzeug erforderlich sind. Da Methanol biologisch abbaubar ist, ist die Umweltgefährdung bei eventuellen Unfällen gering.

Butanol

Auch langkettigere Alkohole, insbesondere nachhaltig hergestelltes Isobutanol oder n-Butanol, sind mögliche Benzinkomponenten. Die Eigenschaften, insbesondere Dampfdruck, Polarität und Korrosivität, sind jenen von Benzin ähnlicher, als das bei Ethanol

oder Methanol der Fall ist, wodurch die Komptabilität mit konventionellen Fahrzeugen höher ist, die Oktanzahlen sind allerdings geringer als bei Ethanol.

Dimethylether

Dimethylether (DME) kann aus Methan, Kohle, Biomasse oder Methanol hergestellt werden und stellt eine mögliche Kraftstoffalternative für Dieselmotoren dar. Es gibt derzeit noch keine kommerzielle Anwendung von DME als Kraftstoff, jedoch einige Demonstrationsprojekte. Da DME unter Standardbedingungen gasförmig ist, muss er für den Einsatz als Kraftstoff unter leichtem Druck verflüssigt werden. DME verbrennt im Dieselmotor sauber und ohne Rußbildung und es sind nur leichte Modifikationen am Motor erforderlich. Aus Biomasse hergestellt, gilt DME als Biokraftstoff. DME ist weit weniger korrosiv als Methanol. Da DME schwerer ist als Luft, sind ähnlich wie bei LPG entsprechende Sicherheitsvorkehrungen für Betankung und Speicherung erforderlich. DME ist entflammbar, bildet mit Luft explosive Gemische und brennt in einer sichtbaren blauen Flamme. Aufgrund des charakteristischen Geruchs sind keine zusätzlichen Odorierungsmittel notwendig.

3.3.5 Methan

Methan ist das kleinste Molekül aus der Gruppe der Kohlenwasserstoffe und hat die Summenformel CH_4 . Methan ist gasförmig, farb- und geruchslos und verbrennt mit bläulich-heller Flamme mit Sauerstoff zu Kohlendioxid und Wasser. Aufgrund des C/H-Verhältnisses von 1:4 entsteht bei der Verbrennung deutlich weniger CO_2 als bei Benzin oder Diesel. Methan kommt in der Natur vor allem als Hauptbestandteil von Erdgas vor. Außerdem gibt es als Methanhydrat gebundene Vorkommen am Meeresboden. Methan entsteht auch durch biologische Prozesse, beispielsweise in der Landwirtschaft.

Erdgas stellt neben Ethanol und FAME einen der wichtigsten alternativen Kraftstoffe dar und wird meist im Ottomotor eingesetzt. Erdgas besteht hauptsächlich aus Methan, weshalb Biomethan als erneuerbarer Ersatz für Erdgas eingesetzt werden kann. Da Methan selbst geruchlos ist, werden aus Sicherheitsgründen Duftstoffe beigemischt. Daneben haben sich aber auch andere Motortechnologien etabliert. Die Energieeffizienz ist im Magerbrennverfahren höher als bei stöchiometrischer Umsetzung, allerdings eignet sich Letztere besser für die Emissionskontrolle via Dreiwegekatalysator. Außerdem kommt es im Magerbrennverfahren zu mehr NO_x -Emissionen. Während bei der Verbrennung von Methan kein Feinstaub emittiert wird, stellt die Emission von nicht umgesetztem Methan eine Herausforderung dar, da es hohes Treibhauspotenzial hat.

Als Maß für die Klopfestigkeit von Gasgemischen im Ottomotor wird, ähnlich wie die Oktanzahl bei Benzinkraftstoffen, die Methanzahl (MZ) herangezogen. Die Bezugssubstanzen sind Methan ($\text{MZ} = 100$, klopfest) und Wasserstoff ($\text{MZ} = 0$, klopfreudig) und die MZ zwischen 0 und 100 gibt das Mischungsverhältnis eines Vergleichskraftstoffes aus Methan und Wasserstoff in Volumprozent Methan an.

Im Straßenverkehr wird Methan komprimiert als CNG (Compressed Natural Gas) bzw. CBG (Compressed Biogas) oder aber verflüssigt als LNG (Liquefied Natural Gas) bzw. LBG (Liquefied Biogas) eingesetzt. CNG bzw. CBG wird typischerweise auf bis zu 200 bar komprimiert. LNG bzw. LBG wird bei etwa -162°C und Normaldruck verflüssigt und in Kryobehältern gespeichert bzw. transportiert. Die volumetrische Energiedichte im Kryospeicher ist deutlich größer als im Druckspeicher. Allerdings ist für die Verflüssigung ein höherer Energieaufwand notwendig als für die Verdichtung.

Erdgas

Erdgas kommt wie Erdöl in unterirdischen Lagerstätten vor und tritt oft gemeinsam mit Erdöl auf. Neben dem Hauptbestandteil Methan kommen auch andere gasförmige Kohlenwasserstoffe, aber auch Spuren von Öl, CO_2 , Stickstoff, Schwefelverbindungen und Wasser im Erdgas vor. Neben konventionellem Erdgas liegt fossiles Methan auch als Schiefergas, Flözgas, Tight Gas oder Methanhydrat vor.

Biomethan

Der Ausdruck Biomethan bezeichnet Methan aus erneuerbaren Quellen. Es wird bei der anaeroben Vergärung von organischen Substanzen (toten Tieren, Pflanzen, Gülle, Klärschlamm, organischen Abfällen etc.) gebildet. Durch anaerobe Zersetzung organischer Substanzen auf Deponien entstandenes Methan wird als Deponiegas bezeichnet. Das als Biogas bezeichnete Rohgas enthält neben Methan auch CO_2 und andere Komponenten, abhängig vom Ausgangsmaterial. Biomethan ist aufbereitetes Biogas, wobei die endgültige Zusammensetzung abhängig von der Art der Aufbereitung und dem Verwendungszweck ist. Die wichtigsten Verunreinigungen, deren Konzentration für die Verwendung von Biomethan als Kraftstoff genau überwacht werden muss, sind:

- Siloxane: chemische Verbindungen aus langen Silizium-Sauerstoff-Ketten mit organischen Resten; Risiko für Verschleiß und Klopfen.
- Wasserstoff: Risiko für die Versprödung von Metall.
- Wasser: Risiko für Korrosion und Probleme im Fahrverhalten.
- Schwefelwasserstoff: wirkt in Gegenwart von Wasser korrosiv, kann die Abgasnachbehandlungseinrichtung bzw. Entstehung von Abgasprodukten beeinflussen und zu Problemen durch Haften am Motorventil führen.

Synthetisches Methan

Methan, das aus Kohle oder Biomasse über Synthesegas hergestellt wird, wird als SNG (Synthetic Natural Gas bzw. Substitute Natural Gas) bzw. Bio-SNG bezeichnet. Bei der Herstellung aus Braunkohle wird über eine Kohlevergasung, bei der Herstellung aus Biomasse über eine Biomassevergasung Synthesegas (Wasserstoff und Kohlenmonoxid) produziert. Das entstehende Synthesegas reagiert nach Reinigung von Partikeln, Kohlendioxidanteilen, Schwefel- und Chlorverbindungen über geeignete Katalysatoren bei

300 bis 450 °C und 1 bis 5 bar exotherm zu Methan und Wasserdampf. Aufgrund parallel ablaufender Nebenreaktionen entsteht außerdem Kohlendioxid, welches für die Nutzung als SNG ebenso wie nicht umgesetzte Ausgangsstoffe und andere Verunreinigungen abgetrennt werden muss.

In Power-to-Gas- bzw. Power-to-Methan-Anlagen wird synthetisches Methan aus Wasserstoff, der über die Elektrolyse aus Strom und Wasser hergestellt wird, und Kohlendioxid produziert.

3.3.6 LPG

LPG (Liquefied Petroleum Gas), auch Flüssiggas oder Autogas genannt, besteht in erster Linie aus den Gasen Propan und Butan. Propylen, Buten, Isobuten und Isobutyleen können ebenfalls vorkommen. Das Gasgemisch wird unter geringem Druck verflüssigt. Es ist Nebenprodukt der Öl- und Gasindustrie und kann sowohl in Ottomotoren als auch als Zusatzbrennstoff in bivalenten Dieselmotoren gemeinsam mit Diesel eingesetzt werden. Mit entsprechenden Motoren kann ein besseres Emissionsverhalten als mit Benzin erreicht werden. Im Vergleich zu Diesel werden weniger Partikel und Stickoxide emittiert, der Ausstoß von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid ist allerdings höher. Im Vergleich zu Methan ist das Emissionsverhalten schlechter, die Verteilung und Speicherung ist dagegen einfacher als bei CNG.

3.3.7 Kraftstoffe aus Algen

Seit einigen Jahren geraten auch Mikroalgen als Ausgangsstoff für Biokraftstoffe ins Visier. Algen produzieren über die Photosynthese mithilfe von Sonnenlicht Kohlehydrate und Fette. Je nach Art der Algen bzw. Verfahren zur Biokraftstoffherstellung können verschiedene Biokraftstoffe produziert werden. Während die Kohlehydrate durch alkoholische Gärung zu Bioethanol umgesetzt werden können, eignen sich Fett bzw. Öle für die Produktion von Biodiesel. Auch Biokerosin kann aus dem Fettanteil hergestellt werden. Durch die Vergärung der Algenmasse zu Methan und Kohlendioxid kann außerdem Biogas gewonnen werden. Einige Algenarten bilden unter bestimmten Bedingungen Wasserstoff, welcher ebenfalls als Kraftstoff eingesetzt werden kann.

Mikroalgen wachsen rasch und lassen sich unproblematisch züchten. Der Ertrag an Biomasse pro Fläche und Jahr ist wesentlich höher als bei Landpflanzen. Außerdem können Mikroalgenkulturen unabhängig von wertvollen Ackerflächen gezüchtet werden. Noch sind aber zahlreiche Herausforderungen zu bewältigen, bis die Kraftstoffproduktion aus Algen wettbewerbsfähig ist. Es gilt, die optimalen Algenarten und Bedingungen für deren Kultur zu identifizieren. Neben geschlossenen Bioreaktoren, die aufwendig betrieben werden, werden auch offene Systeme erprobt. Dort können allerdings leicht Fremdorganismen eindringen.

3.3.8 Wasserstoff

Wasserstoff kommt in der Natur nur in gebundener Form vor. Molekularer Wasserstoff (H_2) wird beispielsweise aus Wasser, Methan (Erdgas, Biogas), Methanol oder Biomasse unter Einsatz von Energie gewonnen. Am nachhaltigsten ist die Produktion von Wasserstoff aus Wasser mittels Elektrolyse mit regenerativ erzeugtem Strom.

Produktion

Derzeit ist die Produktion von Wasserstoff aus fossilen Kohlenwasserstoffen (Erdöl, Erdgas) bzw. Kohle am wirtschaftlichsten. Je nach Ausgangsstoff werden unterschiedliche Verfahren angewandt, als Nebenprodukt entstehen aber immer CO_2 und/oder CO . Bei Methan (Erdgas) ist das C/H-Verhältnis am kleinsten, es entsteht also verhältnismäßig mehr Wasserstoff im Vergleich zu CO_2 und CO als bei längerkettigen Kohlenwasserstoffen.

Zur Herstellung von Wasserstoff aus Biomasse in industriellen Größenordnungen dient das Dampfreformierungsverfahren. Das Ausgangsmaterial wird innerhalb eines Dampfreformers hoch temperiertem Dampf ausgesetzt. Dabei entstehen im Wesentlichen Wasserstoff, Kohlendioxid und Mineralasche. Darüber hinaus kann Wasserstoff auch biologisch durch Fermentation von Biomasse hergestellt werden, wobei vergärende Bakterien H_2 , CO_2 und oxidierte organische Verbindungen bilden.

Bei der Herstellung mittels Elektrolyse wird Wasser mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Die Elektrolyse besteht aus zwei Teilreaktionen, die an den mit Gleichstrom betriebenen Elektroden (Kathode und Anode) ablaufen. Positiv geladene Protonen (H^+) nehmen an der negativ geladenen Elektrode (Kathode) Elektronen auf, wodurch molekularer Wasserstoff (H_2) entsteht, der an der Kathode aufsteigt. An der positiv geladenen Elektrode (Anode) entsteht durch Abgabe von Elektronen molekularer Sauerstoff. Der energetische Wirkungsgrad der Elektrolyse von Wasser liegt bei über 70% und im Gegensatz zu anderen Verfahren wird kein CO_2 freigesetzt. Dies gilt allerdings nur, wenn auch der benötigte Strom nicht aus fossilen Energieträgern erzeugt wurde.

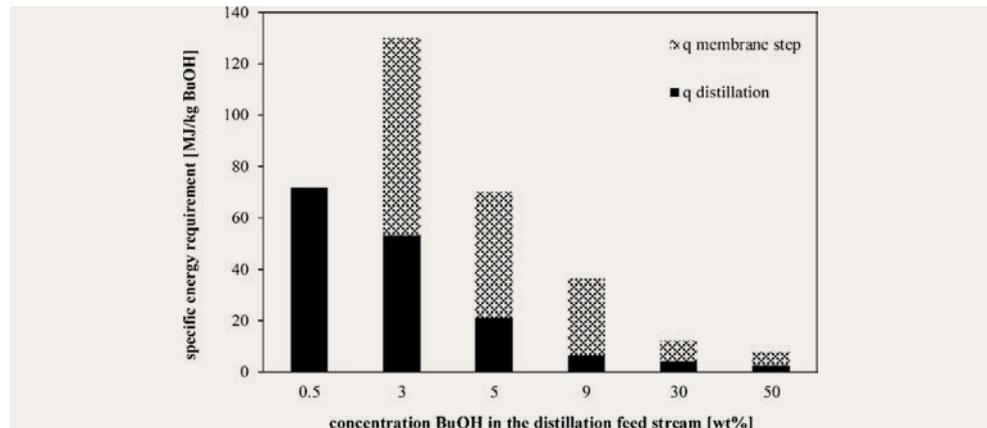
Anwendung als Kraftstoff

Bei der Verbrennung von Wasserstoff entsteht Wasserdampf, aber im Gegensatz zu kohlenstoffhaltigen Brennstoffen kein CO_2 , kein CO und auch keine Kohlenwasserstoffe. Als Kraftstoff kann Wasserstoff in Motoren mit Verbrennungstechnologie, aber auch in Brennstoffzellenfahrzeugen (FCV, Fuel Cell Vehicle) eingesetzt werden. Der Einsatz im FCV wird im Kapitel 3.2 Brennstoffzellentechnologien und -fahrzeuge näher erläutert. Die Zündtemperatur von Wasserstoff liegt mit 560 bis 600 °C sogar über der Zündtemperatur von Diesel oder Benzin. Dadurch entstehen bei der Verbrennung mit Luft Stickoxide (NO_x) aus Luftstickstoff im Brennraum. Bei hohem Luftüberschuss entstehen weniger Stickoxide, allerdings sinkt damit auch der Wirkungsgrad.

InnoBuPro

Innovative Produktion von Biobutanol aus industriellen biogenen Reststoffen am Beispiel Sulfitablauge

Abbildung 68: Energieverbrauch des Butanolabtrennprozesses eines kombinierten Pervaporations-/Destillationsverfahrens in Abhängigkeit der Butanolkonzentration in der Permeatlösung im Vergleich zu reiner Destillation. Ausgangsstrom ist eine Fermentationslösung mit einer BuOH-Konzentration von 0,5 Massenprozent. Quelle: TU Wien, Prof. Friedl



Im Rahmen des Projektes InnoBuPro wurde die Entwicklung eines stabilen, kontinuierlichen Prozesses zur biotechnologischen Produktion von 1-Butanol durch nicht gentechnisch modifizierte Mikroorganismen vorrangig der Gattung Clostridium sp. erforscht. Die untersuchte Verfahrenskette umfasste neben der Butanolfermentation auch die Abtrennung des Butanols mittels Pervaporation. Im Projekt konnte erfolgreich ein Stamm identifiziert werden, der alle in der Sulfitablauge (SSL) enthaltenen Zucker zu Butanol umwandeln kann. Die in der Sulfitablauge enthaltenen Inhibitoren limitieren allerdings die maximal im Prozess einsetzbare SSL-Konzentration. Die Abtrennung von Butanol aus der Fermentationslösung mittels Pervaporation konnte erfolgreich im Technikumsmaßstab etabliert und erforscht werden, wobei bei einer Butanolkonzentration von 0,5 Massenprozent in der Fermentationslösung maximale Butanolkonzentrationen im Permeat von 30 Massenprozent erreicht werden konnten. Für die Gewinnung eines als Kraftstoff einsetzbaren Butanolstromes bleibt somit weiterhin eine nachgeschaltete Destillation notwendig. Die Modellberechnungen zeigten aber ab einer Butanolkonzentration von 9 Massenprozent im Permeat eine signifikante Energieeinsparung dieses kombinierten Aufreinigungsprozesses (siehe Abbildung 68).

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Wood K plus – Kompetenzzentrum Holz GmbH |

Dr. Viktoria Leitner

Kontakt: v.leitner@kplus-wood.at

Projektpartner: Kanzler Verfahrenstechnik GmbH | Lenzing Aktiengesellschaft | Technische Universität Wien – Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

Laufzeit: 1. April 2014 – 31. März 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

Oxy-Gen2

Regenerative sauerstoffhaltige Diesel-Ersatzkraftstoffe als Chance für Effizienzsteigerung und Emissionsminimierung

Regenerativ gewonnene Biokraftstoffe der zweiten Generation besitzen das Potenzial, einen Beitrag zur Absenkung der verbrennungsmotorischen CO₂-Emissionen zu leisten, ohne dabei in ethischem Widerspruch zur Nahrungsmittelproduktion zu stehen. Von besonderem Interesse beim Dieselmotor sind sauerstoffhaltige Treibstoffe, da sie traditionelle Zielkonflikte wie das Partikel-NO_x-Trade-off oder den Effizienz-NO_x-Kompromiss entschärfen können. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde die Eignung zur motorischen Verbrennung einer Reihe von vorselektionierten Biokraftstoffen experimentell untersucht. Diese gehörten den Gruppen der Bioalkohole, -furane und mit den innovativen Dimethylether, Di-n-Butylether und Oxymethylenether auch der Ether an. Dazu wurden an einem adaptierten Dieselmotor im Einzylinderbetrieb kraftstoffspezifische Brennverfahren entwickelt und in puncto Umsetzbarkeit, Kosten, Effizienz und Emissionen analysiert.

Eine Besonderheit des Projektes war die Untersuchung der Kraftstoffeinbringung in den Verbrennungsmotor auf drei unterschiedliche Arten. Neben dem in der Regel angewandten Verfahren der direkten Einspritzung in den Brennraum als Reinkraftstoff oder Diesel-Biokraftstoff-Blend wurde der Alternativtreibstoff auch über Saugrohreinspritzung in Kombination mit direkter Einspritzung von Dieselmotor Kraftstoff zugeführt. Als dritter besonders innovativer Ansatz wurde die Reformierung des Biokraftstoffes experimentell untersucht. Das dabei entstehende Synthesegas wurde dem Motor mittels Einblasesystem in das Saugrohr zugeführt. Die Zündung erfolgte dabei ebenfalls über einen Dieselmotorzündstrahl. Die Ergebnisse sind vielversprechend. Es konnten deutliche Potenziale zur Emissionsreduktion und signifikante Effizienzsteigerungen nachgewiesen werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Wien – Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik | Prof. Dr. Bernhard Geringer

Kontakt: peter.hofmann@ifa.tuwien.ac.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik | AVL List GmbH | OMV Refining & Marketing GmbH

Laufzeit: 1. Juli 2014 – 31. März 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

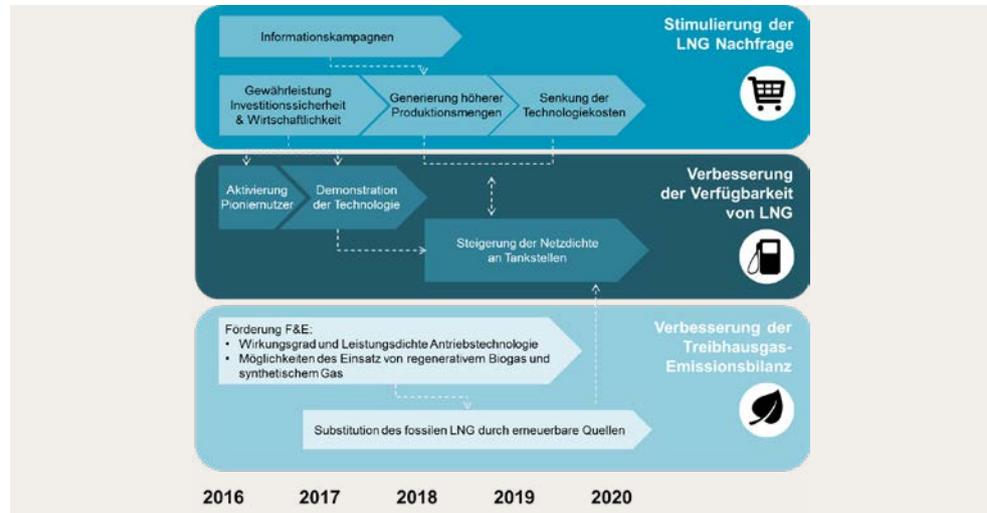
Website: projekte.ffg.at

Liquid

Identifizierung des Marktpotenzials von Liquefied Natural Gas in Österreich

Abbildung 69 Roadmap zur Einführung von LNG in Österreich.

Quelle: Endbericht



Das Ziel der Studie Liquid war es, das Marktpotenzial der landseitigen LNG(Flüssigerdgas)-Anwendung in Österreich zu untersuchen und Empfehlungen für eine effektive Umsetzung zu geben (siehe Abbildung 69). Es konnten zwei wesentliche Bedingungen identifiziert werden, die für eine erfolgreiche Markteinführung von LNG in Österreich geschaffen werden müssen, nämlich die Stimulierung der Nachfrage einerseits und die Gewährleistung der Verfügbarkeit andererseits. Dies bedeutet, dass entsprechende Förderinstrumente eingesetzt werden sollten, um Investitionssicherheit und Rentabilität für die ersten Pionernutzer zu schaffen. Gleichzeitig sollte Versorgungssicherheit gewährleistet werden, indem der Bau von ersten Pilottankstellen initiiert wird. Die damit zu erzielende Demonstration der Technologie ist dazu geeignet, Angebot und Nachfrage mittelfristig zu steigern. Um das Treibhausgaseinsparungspotenzial von LNG langfristig zu maximieren, sollte darüber hinaus eine zunehmende Substitution des fossilen LNG durch erneuerbare Quellen wie etwa Hackgut/Energiepflanzen/Gülle angestrebt werden.

Nationales F&E-Dienstleistungsprojekt

Projektleitung: FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH | Mag. Sarah Pfoser

Kontakt: sarah.pfoser@fh-steyr.at

Projektpartner: JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH |

Primagaz GmbH

Laufzeit: 1. Oktober 2015 – 30. September 2016

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

IEA AMF TCP Annex 58

International Energy Agency (IEA) Advanced Motor Fuels (AMF) TCP
Annex 58 Transport Decarbonisation

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: BIOENERGY 2020+ GmbH, Österreich | DI Dina Bacovsky

Kontakt: dina.bacovsky@bioenergy2020.eu

Laufzeit: 2019–2020

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: iea-amf.org

IEA AMF TCP Annex 59

International Energy Agency (IEA) Advanced Motor Fuels (AMF) TCP
Annex 59: Lessons Learned from Alternative Fuels Experience

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: BIOENERGY 2020+ GmbH, Österreich |

DI (FH) Andrea Sonnleitner

Kontakt: andrea.sonnleitner@bioenergy2020.eu

Laufzeit: 2019–2020

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: iea-amf.org

IEA AMF TCP Annex 40

International Energy Agency (IEA) Advanced Motor Fuels (AMF) TCP
Annex 40: Life Cycle Analysis of Transportation Fuel Pathways

Internationales TCP-Projekt (Technological Collaboration Programme)

Projektleitung: Reilly-Roe & Associates Ltd, USA

Kontakt: walter.mauritsch@austriatech.at

Projektpartner: AustriaTech

Laufzeit: 2014–2016

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: iea-amf.org

3.4 Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor

Ein Verbrennungsmotor ist eine Verbrennungskraftmaschine (VKM), wandelt also chemische Energie in mechanische Energie (Arbeit) um. Der Kraftstoff stellt dabei den chemischen Energieträger dar. Im Brennraum (oder unmittelbar davor) wird Kraftstoff mit Luft gemischt und dort verbrannt. Kennzeichen der Verbrennungsmotoren ist die „innere Verbrennung“, also die Erzeugung der Verbrennungswärme im Motor. Die Wärmeausdehnung des so entstehenden Heißgases wird genutzt, um Kolben (bzw. beim Wankelmotor den Läufer) zu bewegen. Die häufigsten Arten von Verbrennungsmotoren sind Otto- und Dieselmotoren.

3.4.1 Dieselmotor

Kennzeichnend für den Dieselmotor sind die innere, und damit heterogene, Gemischbildung und die Selbstzündung des Gemischs. Die angesaugte Luft wird auf 80 bis 110 bar komprimiert und damit auf ein Temperaturniveau von etwa 700 bis 900 °C gebracht. Der Kraftstoff wird kurz vor Kompressionsende eingespritzt und zündet durch die im Zylinder vorherrschenden Bedingungen selbst. Dabei hängt die nachfolgende Verbrennung in ihrer Qualität stark von der Gemischbildung ab. Die Laststeuerung erfolgt beim Dieselmotor durch eine sogenannte Qualitätsregelung, bei der die Leistung durch die in die angesaugte Luft eingespritzte Kraftstoffmenge geregelt wird. Der Dieselmotor kann nach dem Zwei- oder Viertaktverfahren arbeiten, wobei in den nachfolgenden Ausführungen hauptsächlich auf den für den automotiven Bereich wichtigeren Viertakt Dieselmotor eingegangen wird.

Der Entwicklungsschwerpunkt liegt bei Dieselmotoren derzeit im Bereich der Emissionsreduzierung, da aktuelle und zukünftige Emissionsgrenzwerte nur mit komplexen Technologien zur Vermeidung und Nachbehandlung von Abgasemissionen eingehalten werden können.

Ablauf der Verbrennung

Die eigentliche Verbrennung (exotherme Reaktion) beginnt zeitversetzt zum Einspritzbeginn (Beginn der Gemischbildung). Die Zeitspanne zwischen Einspritzbeginn und Zündbeginn wird Zündverzug genannt und hängt im Wesentlichen von der Zündwilligkeit des Kraftstoffs, dem Kompressionsenddruck, der Kompressionsendtemperatur und der Art der Gemischaufbereitung ab. Die Verbrennung wird in drei Teile unterteilt, den der vorgemischten Flamme, den der Diffusionsflamme und den der Oxidation des Rußes.

In der vorgemischten Flamme wird der vor Zündbeginn eingespritzte Kraftstoff verbrannt. Der hohe Druckanstieg dieses sehr raschen Teils der Verbrennung ist hauptsächlich für das Verbrennungsgeräusch und die Bildung von Stickoxiden verantwortlich. Der nach Zündbeginn eingespritzte Kraftstoff verbrennt in der Diffusionsflamme und ist für die Bildung von Ruß und unverbrannten Kohlenwasserstoffen verantwortlich. Die Oxidation des Rußes findet in der dritten Phase nach der Kraftstoffeinspritzung

statt, welche immer mehr in den Fokus rückt, da eine verbesserte Verbrennungstechnik erheblich zur Rußemissionsreduktion beiträgt.

Einspritzsysteme

Um den beschriebenen Verbrennungsablauf hinsichtlich Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen zu optimieren, sind Einspritzsysteme mit elektronischer Steuerung notwendig. Die heute gebräuchlichsten Einspritzsysteme sind die Verteilereinspritzpumpe, das Pumpe-Düse-System und das Common-Rail-System.

Bei der Verteilereinspritzpumpe wird der Druck über eine axiale oder radiale Kolbenpumpe erzeugt und der Kraftstoff über Druckleitungen den Einspritzdüsen zugeführt. Bei diesem System ist der Druckaufbau last- und drehzahlabhängig und die Möglichkeiten hinsichtlich Förderbeginn und Einspritzverlauf sind beschränkt. Im Volumen der Druckleitungen geht aufgrund der Kompressibilität des Kraftstoffs Pumpenleistung verloren.

Das Konzept des Pumpe-Düse-Systems vermeidet diesen Leistungsverlust durch den Verzicht auf Hochdruckleitungen. Hierbei sind Pumpe und Düse als eine Einheit ausgeführt. Die Steuerung der Einspritzung erfolgt durch ein elektromagnetisch betätigtes Ventil. Das Pumpe-Düse-System bietet Vorteile in der Gestaltbarkeit der Förderrate, den höheren Einspritzdrücken und dem raschen Schließen der Düsennadel. Der Einbau dieses Systems bedingt allerdings aufgrund der Einheit von Pumpe und Düse einen größeren konstruktiven Aufwand als bei den anderen beiden Systemen.

Beim Common-Rail-System, welches von den vorgestellten das neueste System darstellt, wird zwischen der Hochdruckpumpe und den Einspritzventilen ein Hochdruckspeicher (Rail) angeordnet, von dem aus alle Einspritzventile mit Kraftstoff versorgt werden. Der Vorteil liegt darin, dass in der Rail drehzahlunabhängig stets der gleiche Druck vorliegt und die Einspritzung völlig frei durch Ansteuerung eines elektromagnetischen Ventils gestaltet werden kann.

Biodiesel (FAME)

Fettsäuremethylester (engl. Fatty Acid Methyl Ester, FAME) unterscheidet sich, wie in Kapitel 3.3.3 beschrieben, in seinen chemischen Eigenschaften von fossilem Diesel. Herkömmliche Dieselmotoren nutzen kleine Anteile von Biodiesel als Beimischung zum mineralischen Diesel, wie laut EU-Biokraftstoffrichtlinie vorgeschrieben, problemlos. Für größere Beimischungen oder reinen Biodieselbetrieb muss der Motor biodieselfest sein, belegbar durch technische Freigaben der Fahrzeughersteller. Die mit dem Kraftstoff in Berührung kommenden Kunststoffteile wie Schläuche und Dichtungen müssen beständig gegenüber Biodiesel sein. Biodiesel zeigt, speziell bei hohem Wasseranteil, eine Tendenz zu mikrobiologischer Verunreinigung. Dadurch entstehen unter anderem Proteine, die schleimige Emulsionen bilden und die Kraftstoffqualität beeinflussen. Ein Problem stellt der Biodieseleintrag ins Motoröl dar. Wie bei Normaldieselbetrieb gelangt unverbrannter Biodiesel an die Zylinderwand und damit in den Schmierkreislauf. Reiner Dieselkraftstoff beginnt bei circa 55°C zu verdampfen. Erreicht das Motoröl im Fahrbetrieb diese Tem-

peratur, verdampft der herkömmliche Diesel aus dem Motoröl und wird über die Kurbelgehäuseentlüftung der Ansaugluft beigemischt und verbrannt. Da FAME erst ab etwa 130°C zu verdampfen beginnt und das Motoröl diese Temperatur nicht erreicht, reichert sich Biodiesel im Motoröl an. Durch höhere örtliche Temperaturen im Schmierkreislauf zersetzt sich der Biodieselanteil allmählich unter Verkokung und Polymerisation, was zu festen oder schleimartigen Rückständen führt. Für Biodiesel zugelassene Motoren mit Common-Rail-Technologie können die Einspritzzeit und -menge über einen Sensor optimieren, der dem Motormanagement Informationen vermittelt, welcher Kraftstoff oder welches Kraftstoffgemisch eingesetzt wird. So wird es möglich, unabhängig vom verwendeten Kraftstoff und dessen Mischungsverhältnis die Abgasnormen einzuhalten. Es kommen verschiedene Sensorsysteme, entweder auf spektroskopischer Basis oder als Leitfähigkeitsdetektor, für die Detektion des Biodieselanteils im Kraftstoff zum Einsatz.

Alkoholkraftstoffe

Nutzfahrzeug-Dieselmotoren wurden auch für die Verwendung von reinem Methanol (M100) entsprechend modifiziert. Wegen der niedrigen Cetanzahl (CZ) von Methanol ist ein Motorbetrieb als Selbstzünder jedoch nicht möglich. Daher müssen zusätzliche Zündhilfen in Form von Diesel-Piloteinspritzung oder Kerzen- oder Glühzündung eingesetzt werden. Der Einsatz von Ethanol im Dieselmotor ist ebenfalls möglich. Um die Selbstzündung zu verbessern, müssen aber Additive beigemischt werden. Auch der Zweistoffbetrieb Diesel-Methanol oder Diesel-Ethanol ist möglich, siehe Kapitel 3.4.3 Dual-Fuel-Fahrzeuge.

3.4.2 Ottomotor

Der Ottomotor ist der weltweit meistproduzierte Verbrennungsmotor für automotiv Anwendungen. Der weltweite Erfolg ist auf die im Vergleich zum Dieselmotor geringen Fertigungskosten infolge geringerer Systemkomplexität, das konstruktionsbedingte geringe Geräusch- und Vibrationsniveau und den relativ geringen Aufwand zur Erfüllung der immer strenger werdenden Emissionsgrenzwerte zurückzuführen.

Kennzeichnend ist für den Ottomotor, dass das Kraftstoff-Luft-Gemisch durch den Funken einer Zündkerze fremdgezündet wird. Der Ottomotor kann nach dem Zwei- oder Viertaktverfahren arbeiten. Zumeist wird der Ottomotor mit Benzin betrieben und umgangssprachlich auch als Benzinmotor bezeichnet. Er kann aber auch mit anderen flüssigen oder gasförmigen Kraftstoffen betrieben werden.

Das zündfähige Kraftstoff-Luft-Gemisch kann entweder durch eine Saugrohreinspritzung außerhalb des Zylinders oder durch Direkteinspritzung des Kraftstoffs aufbereitet werden. Die Gemischaufbereitung durch einen Vergaser wurde nahezu vollständig durch die Saugrohreinspritzung abgelöst. In den letzten Jahren gingen die Entwicklungen aller Automobilhersteller in Richtung aufgeladene Ottomotoren mit geringem Hubraum (Downsizing-Konzept).

Ein anderer grundlegender Unterschied zum Dieselmotor betrifft die Art der Lastregelung. Unter der Last ist das vom Fahrer gewünschte Drehmoment bei einer bestimmten Drehzahl zu verstehen. Ein homogenes Kraftstoff-Luft-Gemisch ist nur in einem sehr engen Bereich des Mischungsverhältnisses zündfähig. So muss die Last beim Ottomotor über die Quantität dieses zündfähigen Gemisches geregelt werden. Diese Art der Regelung wird Quantitätsregelung genannt. Sowohl beim Saugrohr- als auch beim Direkteinspritzer wird das gewünschte Luft-Kraftstoff-Verhältnis (Luftzahl λ , [2]) mit einer Drosselklappe, über die die Zufuhr der Luft geregelt wird, und über die Einspritzmenge des Kraftstoffs durch die Injektoren geregelt. Der Bereich, in dem der Motor betrieben werden kann, wird innerhalb des Bereichs der Zündfähigkeit noch weiter durch die Verwendung eines Drei-Wege-Katalysators eingeschränkt.

Die sich nach der Zündung während der Wärmefreisetzung ausbreitende Flammenfront führt zu einer Drucksteigerung, die auch das von der Flamme noch nicht erfasste Gemisch erwärmt. Da bei der normal verlaufenden Verbrennung die Temperatur in der Flammenfront aber immer höher ist als in noch nicht verbrannten Bereichen, verläuft die Flammenausbreitung geordnet. Erst wenn die Temperatur im Endgas, wie das von der Flamme noch nicht erfasste Gemisch genannt wird, die Zündgrenze übersteigt, kommt es zum Phänomen des Klopfens. Hierbei zündet das Endgas, bevor es die Flammenfront erreicht hat. Durch die plötzliche Freisetzung hoher Anteile der chemischen Energie kommt es zu einem starken Druck- und Temperaturanstieg und zur Ausbreitung von hochfrequenten Druckwellen, die das typische Klopfgeräusch verursachen. Das Auftreten von Klopfen kann den Motor innerhalb kürzester Zeit zerstören. Eine hochwirksame Gegenmaßnahme ist die Verstellung des Zündwinkels in Richtung spät, sobald das Klopfen erkannt wird. Daher haben Ottomotoren der heutigen Generation einen Klopfsensor am Motorblock, der Klopfgeräusche detektiert. Dieses Signal wird an das Motorsteuergerät weitergeleitet und der Zündwinkel bei Bedarf entsprechend verstellt. Neben der Zündwinkelspätverstellung gibt es noch weitere Möglichkeiten, um die Klopfneigung des Motors zu verringern. Dazu gehören die Verwendung klopfester Kraftstoffe mit hoher Oktanzahl, eine gute Motorkühlung und die damit verbundene Kühlung des Temperaturniveaus bei Verdichtungsende, die Verminderung von Ablagerungen, an denen Klopfen verstärkt auftritt, sowie höhere Strömungs- und Flammengeschwindigkeiten durch gezielte Ladungsbewegung.

Eine weitere Form der irregulären Verbrennung ist die sogenannte Glühzündung. Dabei handelt es sich um eine zusätzliche Zündung des Gemisches an einer heißen Stelle im Brennraum. Die Unterbindung von Glühzündungen ist gerade bei Downsizing-Konzepten ein wesentliches Thema der Motorenentwicklung.

Ottokraftstoffe

Ottokraftstoffe sind im weiteren Sinne alle Kraftstoffe für Ottomotoren. Der Begriff Ottokraftstoff im engeren Sinne wird aber in vielen Verordnungen für ein Motorenbenzin als Gegenstück zum Dieselmotorkraftstoff verwendet. Neben Benzin (3.3.1) können auch andere alternative Ottokraftstoffe im Ottomotor umgesetzt werden.

Alkohol

Ethanol, das ausschließlich aus Biomasse oder biologisch abbaubaren Anteilen von Abfällen hergestellt wurde, kann laut EU-Biokraftstoffrichtlinie als Bioethanol Benzin beigemischt werden. Als Ethanolkraftstoffe werden allgemein Ottokraftstoffe mit unterschiedlich hohen Anteilen an Ethanol bezeichnet, z. B. bezeichnet E85 ein Gemisch mit 85% Ethanol, E10 enthält 10% Ethanol und E5 5% Ethanol. Auch reines Ethanol (E100) oder Gemische aus Ethanol und anderen Alkoholen (z. B. Methanol) können als Biokraftstoff verwendet werden.

Je höher der Anteil von Ethanol in einer Benzin-Ethanol-Mischung ist, umso weniger ist der Kraftstoff für unmodifizierte Benzinmotoren geeignet. Reines Ethanol reagiert mit oder löst Gummi und Kunststoffe und darf daher nur nach entsprechender Adaptierung des Motors als Ottokraftstoff eingesetzt werden. Die Oktanzahl von reinem Ethanol ist mit 130 ROZ höher als die von Benzin, was eine Änderung des Zündzeitpunkts ermöglicht. Wegen des geringeren Heizwertes muss der Durchsatz der Einspritzdüsen angepasst werden. Reine Ethanolmotoren benötigen auch ein Kaltstartsystem, um bei Temperaturen unterhalb von 13°C eine vollständige Verdampfung des Kraftstoffs in der Kaltlaufphase sicherzustellen. Die meisten Autohersteller garantieren eine störungsfreie Funktion des Benzinmotors bis zu einem Anteil von 10% Ethanol, und auch bei 10 bis 30% Ethanol sind meist nur wenige Umbaumaßnahmen notwendig.

Auch Methanol kann als Kraftstoff in Ottomotoren eingesetzt werden, nach der Europäischen Norm für Ottokraftstoffe (Motorbenzin) sind nur maximale Zumischungen von 3 Volumprozent zum Kraftstoff zulässig. Sofern das Fahrzeug dafür werkstoff- und gemischbildungsseitig adaptiert wurde, kann Methanol auch als Zumischung in höheren Konzentrationen zum Benzin oder als nahezu reiner Methanolkraftstoff eingesetzt werden. Die Oktanzahl von reinem Methanol (M100) ist 160 ROZ.

Gasförmige Kraftstoffe

Neben Benzin oder Alkohol kann der Ottomotor auch mit gasförmigen Kraftstoffen betrieben werden. Neben Erdgas bzw. Biogas oder Flüssiggas (Liquefied Petroleum Gas, LPG) kann auch Wasserstoff eingesetzt werden. Gasfahrzeuge haben gegenüber konventionellen Fahrzeugantrieben den Vorteil, dass weniger lokale CO-, CO₂- und insbesondere Partikelemissionen entstehen.

Für den Gasbetrieb müssen Motor und Gemischbildungssystem angepasst werden. Zusätzlich zu den motorseitigen Anpassungen haben Gasfahrzeuge spezielle Tanksysteme. Aufgrund der niedrigen volumetrischen Energiedichte gasförmiger Kraftstoffe müssen diese in komprimierter oder flüssiger Form in Druck- oder Kryotanks gespeichert werden, um den Energieinhalt für eine Reichweite von mehreren hundert Kilometern zu gewährleisten. Erdgas und Biogas werden komprimiert als CNG (Compressed Natural Gas) bzw. CBG (Compressed Biogas) transportiert. LPG wird für den Transport mit geringem Druck verflüssigt, im Brennraum liegt LPG aber gasförmig vor. Auf Wasserstoffspeicher im Fahrzeug wird in Kapitel 3.2.3 eingegangen.

Aufgrund der geringeren Dichte und des folglich geringeren Heizwertes des Gasgemisches haben gasförmige Kraftstoffe einen Leistungsnachteil gegenüber flüssigen Kraftstoffen wie Benzin oder Diesel. Die Klopfestigkeit von gasförmigen Kraftstoffen wird durch die Methanzahl (MZ) angegeben. Das reine, klopfeste Methan hat demnach per Definition eine MZ von 100, der extrem klopfreudige Wasserstoff hat eine MZ von 0.

Erd-, Bio- und Flüssiggasfahrzeuge

Fahrzeuge mit Gasmotor, die mit CNG bzw. CBG oder LPG betrieben werden, sind im Betrieb leiser als Benzinfahrzeuge. Dieser Effekt ist neben der hohen Klopfestigkeit auch auf die homogene Gasmischung zurückzuführen. Gase sind im Gegensatz zu Aerosolen sehr schnell und gleichmäßig mit der Verbrennungsluft mischbar. Durch die Vermeidung lokaler Luftmängel bzw. -überschüsse wird die Bildung von unerwünschten Verbrennungsnebenprodukten wie Kohlenmonoxid, teil- bzw. nicht verbrannten Kohlenwasserstoffen oder Stickoxiden unterdrückt. Zur Steigerung des Wirkungsgrades bei gleichzeitiger Reduzierung der Stickoxidemissionen wird der Gasmotor meist im Magerbetrieb (Luftüberschuss) gefahren.

Fahrzeuge mit Wasserstoffverbrennungsmotor

Beim Wasserstoffverbrennungsmotor entstehen bei den für automotiv Anwendungen üblichen Druck- und Temperaturbedingungen neben Wasserdampf als Verbrennungsprodukt auch Stickoxide. Der Schmierölverbrauch verursacht zudem Spuren von CO, CO₂ und Kohlenwasserstoffen. Der Wirkungsgrad des Wasserstoffverbrennungsmotors ist zwar besser als der des Benzinmotors, die Leistung ist aber trotzdem niedriger. Das liegt neben dem niedrigeren Energiegehalt des Wasserstoffes pro Kubikmeter Gas und dem großen Volumenanteil des Wasserstoffs im Gas-Luft-Gemisch auch daran, dass in der Regel ein Gas-Luft-Gemisch mit relativ hohem Luftüberschuss verwendet wird, um weniger Stickoxide zu bilden. Nachteilig ist auch ein höheres Verbrennungsgeräusch des Wasserstoffmotors aufgrund der hohen Klopfreudigkeit.

Fahrzeuge mit Wasserstoffverbrennungsmotor sind nicht zu verwechseln mit Wasserstoffbrennstoffzellenfahrzeugen (3.2.3), mit denen sie in Konkurrenz stehen. Gegenüber der Brennstoffzelle mit nachgeschaltetem Elektromotor ist der Wasserstoffmotor kompakter und erreicht schneller die Betriebstemperatur als eine Brennstoffzelle. Dem gegenüber stehen der höhere Wirkungsgrad der Brennstoffzelle sowie die höhere Leistung und geringe Schadstoffemissionen von Wasserstoffbrennstoffzellenfahrzeugen.

3.4.3 Dual-Fuel-Fahrzeuge

Ein Dual-Fuel-Fahrzeug besitzt einen Verbrennungsmotor, der so konzipiert wurde, dass er mit mehr als einem Kraftstoff betrieben werden kann. Der Sinn eines solchen Konzepts ist die vorzugsweise Verwendung von nachhaltig produzierten Kraftstoffen, wobei bei deren zeitlicher oder regional begrenzter Nichtverfügbarkeit ebenfalls ein Benzinbetrieb

möglich ist und daher im Gegensatz zu reinen Alkohol- oder Gasfahrzeugen die Mobilität für den Fahrzeugbetreiber gewährleistet bleibt.

Man unterscheidet zwischen Flexible-Fuel-Fahrzeugen (Flex-Fuel Vehicle, FFV), wo beide Kraftstoffe im gleichen Tank im Fahrzeug transportiert werden, und Fahrzeugen mit bivalentem Antrieb (Bi-Fuel Vehicle, BFV), wo die Kraftstoffe in separaten Tanks mitgeführt werden.

FFV werden üblicherweise mit Benzin oder den Alkoholen Methanol oder Ethanol betrieben. Moderne Flex-Fuel-Motoren laufen mit jedem Benzin-Alkohol-Verhältnis, ein Sensor erkennt die jeweilige Gemischzusammensetzung und die Verbrennungsbedingungen werden über die Motorsteuerung automatisch angepasst. Die weltweit am weitesten verbreiteten FFV sind Ethanol-FFV. Sie sind insbesondere in Brasilien und den USA, aber auch in Kanada und Schweden populär.

Ein BFV ist mit einem Verbrennungsmotor, der mit zwei verschiedenen Kraftstoffen betrieben werden kann, ausgestattet. Ein Kraftstoff ist dabei Benzin oder Diesel, der andere ein alternativer Kraftstoff wie Pflanzenöl, CNG, CBG, LPG, Ethanol, Methanol oder Wasserstoff. Beide Kraftstoffe werden in separaten Tanks im Fahrzeug gespeichert. Am meisten verbreitet sind BFV, die mit Benzin/LPG oder Benzin/CNG betrieben werden. Dabei wird immer nur einer der beiden Kraftstoffe eingespritzt, die Umstellung zwischen den Kraftstoffen erfolgt manuell oder automatisch. Darüber hinaus gibt es auch BFV, wo die beiden Kraftstoffe parallel eingespritzt bzw. eingeblasen werden. Die Motivation ist hier nicht nur, dass die Fahrzeuge mit alternativen Kraftstoffen ohne Abhängigkeit von deren Verfügbarkeit betrieben werden können, sondern ein Mischungsverhältnis mit möglichst wenig fossilem Kraftstoff im Fahrbetrieb abhängig vom Betriebszustand und der erforderlichen Leistung des Fahrzeugs. Mit einem bivalenten Antrieb ist außerdem der Einsatz von Pflanzenöl in Dieselfahrzeugen möglich, die nicht immer einen Kaltstart mit Pflanzenöl erlauben.

Auch der bivalente Betrieb mit zwei verschiedenen gasförmigen Kraftstoffen ist möglich: Wasserstoff und Methan (CNG oder CBG) erfordern ähnliche Eigenschaften des Antriebsstrangs und können in beliebigen Verhältnissen gemischt werden. Vorteile von bivalenten Wasserstoff-Methan-Fahrzeugen sind unter anderen eine erhöhte Reichweite sowie eine Verbesserung der Verbrennungseigenschaften. Ein variables Mischungsverhältnis erlaubt eine Anpassung an das jeweilige Lastprofil. So kann durch einen höheren Erdgasanteil bei hohen Lasten eine höhere Leistung als im reinen Wasserstoffbetrieb erzielt werden. Zudem können Endkunden flexibel auf mögliche Preisentwicklungen reagieren. Für die Bestimmung des Mischverhältnisses ist ein Sensor erforderlich, der die Daten wiederum an die Motorsteuerung liefert. Ein bivalenter Antrieb ist jedoch immer auch eine Kompromisslösung, da bislang kein Motor perfekt auf zwei unterschiedliche Kraftstoffe ausgerichtet werden kann.

3.4.4 Wankelmotor

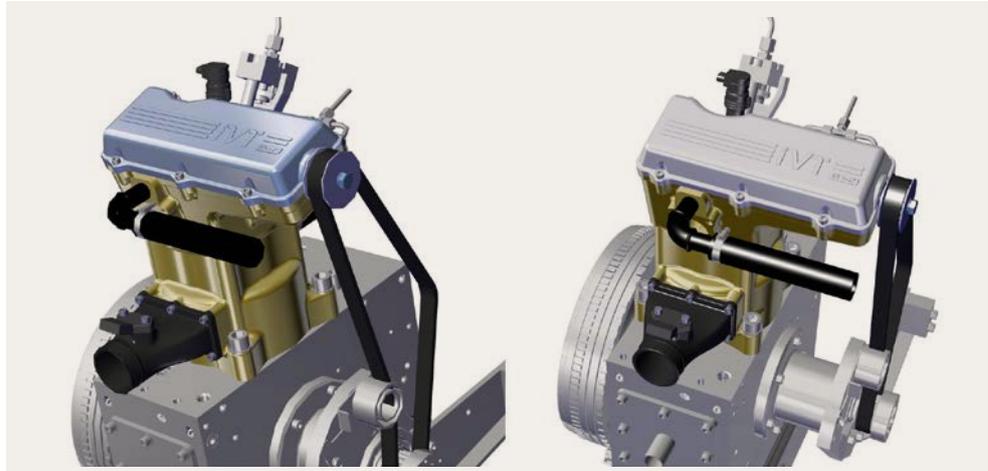
Beim Wankelmotor handelt es sich um einen sogenannten Drehkolben- oder Rotationskolbenmotor. Dabei schafft ein exzentrisch laufender Drehkolben durch seine Form drei getrennte Volumina, die ihre Größe und Lage infolge der Rotation verändern. Dadurch können drei verschiedene Zustandsänderungen gleichzeitig durchgeführt werden, was eine kompakte Bauweise zur Folge hat.

Die Frischladungsmasse gelangt über Einlasskanäle bzw. -schlitze in ein erstes Volumen und wird durch dessen Verkleinerung infolge der Rotation komprimiert. In dem Volumen mit der maximalen Kompression sind eine oder meist zwei Zündkerzen angeordnet. Es folgt die Verbrennung mit der anschließenden Expansion. Nachdem der Kolben den Auslasskanal bzw. -schlitz verschließt, beginnt ein neues Arbeitsspiel. Der Wankelmotor spielt in der automobilen Anwendung eine untergeordnete Rolle. Aufgrund der kompakten Bauweise, dem im Vergleich zu Otto- und Dieselmotoren geringen Geräuschniveau und der geringen Vibrationen eignet er sich aber gut als Range-Extender.

BEVx-2T-Funktion

Funktionsuntersuchung zur Tauglichkeit von 2-Takt-Brennverfahren für alternative Kraftstoffe im Pkw-Hybridverbund

Abbildung 70: BEVx-2T-Forschungsmotor mit Längsspülung



Fahrzeuge mit Hybridantrieb können einen Beitrag zur Senkung der umweltrelevanten Emissionen leisten. Dazu ist, neben dem elektromotorischen Antrieb, eine weitere Antriebsquelle erforderlich. Für diese Antriebsaggregate bestehen neben den Anforderungen nach extrem reduzierten Emissionen und geringstem Kraftstoffverbrauch besondere Herausforderungen wie zum Beispiel Schnellstartfähigkeit oder Betriebsfähigkeit auch bei extrem seltenem Start. Eine technische Möglichkeit ist der Einsatz eines Zweitaktmotors als Range-Extender. Der Lösungsansatz beinhaltet ein neuartiges Spülverfahren und eine innere Gemischbildung sowie die Anwendung von reibungsreduzierenden Beschichtungen. Diese Maßnahmen und Technologien werden im Zuge des Projektes sowohl konzeptionell und simulatorisch als auch mittels Prototypen experimentell untersucht.

Ziele sind die Darstellung eines Zweitaktmotors mit Längsspülung und Direkteinspritzung als Range-Extender-Antriebsaggregat in Pkw-Hybrid-Anwendungen und der Nachweis der Tauglichkeit von reibungsreduzierenden Beschichtungen für Zweitaktmotoren im Pkw-Serieneinsatz sowie der Minderung des CO₂-Ausstoßes durch den Einsatz von alternativen Kraftstoffen.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: TU Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik | Stephan Schmidt

Kontakt: schmidt@ivt.tugraz.at

Projektpartner: BMW AG | IMT-C | Institut für Chemie, Universität Graz

Laufzeit: 1. Februar 2018 – 31. Jänner 2021

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: graz.pure.elsevier.com

Otto 45

Kraftstoffreformierung als Weg zum Ottomotor mit 45% Wirkungsgrad

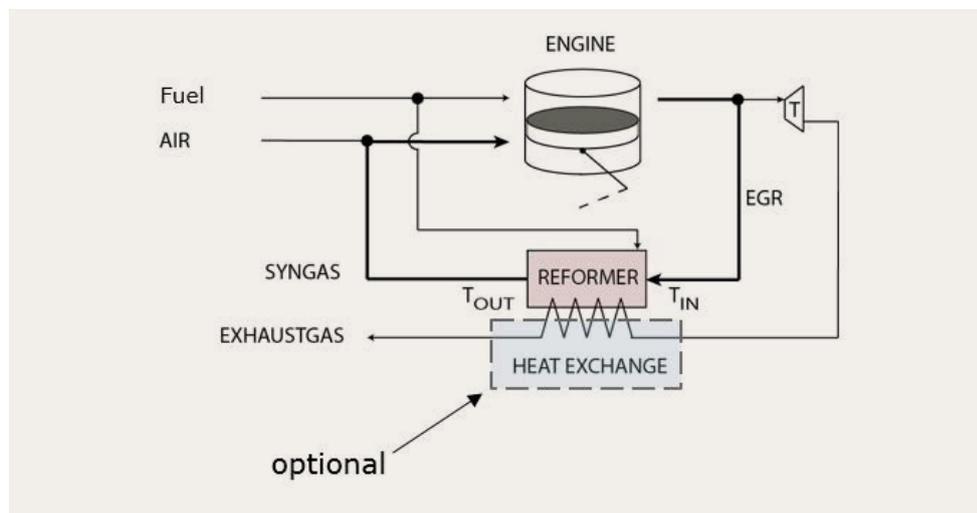


Abbildung 71

Da eine stärkere Kundenakzeptanz von BEV (Battery Electric Vehicles) und FCV (Fuel Cell Vehicles) aus heutiger Sicht kurz- bis mittelfristig nicht gegeben ist, steht die Weiterentwicklung und Wirkungsgradsteigerung des Ottomotors zur Reduzierung der Flottenverbräuche im Fokus dieses Projektes. Der Trend zur Hybridisierung des Antriebsstranges erlaubt eine Betriebsweise der Verbrennungskraftmaschine (VKM) in einem eingeschränkten Kennfeldbereich mit der höchsten Energieeffizienz (Sweet Spot).

Dieser Kennfeldbereich soll durch weitere Motormaßnahmen wie verlängerte Expansion (Miller), verbesserte Aufladung und höhere Abgasrückführungsrate durch Synthesegasbeimischung in Richtung 45% Wirkungsgrad geführt werden. Die spezielle Innovation dieses Projektes besteht in der Darstellung einer Abgasrückführungsanlage mit Benzinreformer, wobei Synthesegas durch Kraftstoffspaltung mittels Abgaswärmenutzung die Gesamtsystemeffizienz der motorischen Nutzung deutlich erhöhen soll.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Wien – Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik | Prof. Dr. Bernhard Geringer

Kontakt: peter.hofmann@ifa.tuwien.ac.at

Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. April 2017 – 31. Dezember 2019

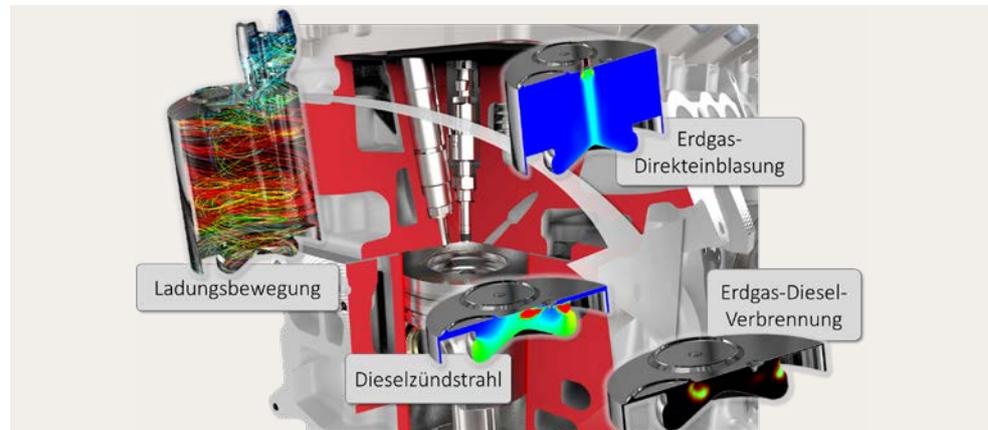
Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

CNGDiesel

Erdgas-Diesel-Dual-Fuel-Verbrennungsmotor zur signifikanten CO₂-Reduktion für Pkw-Antriebe

Abbildung 72: Überblick über die experimentellen Untersuchungen



In diesem Forschungsprojekt wurde gezeigt, dass abseits von Großmotor- und Nfz-Anwendungen das Erdgas-Diesel-Dual-Fuel-Brennverfahren auch im Pkw-Bereich vielversprechende Ergebnisse liefert. Die geschaffenen fundamentalen Grundlagen ermöglichen weiterführende Untersuchungen von Erdgas-Diesel-Brennverfahren in mobilen Anwendungen. Eine essenzielle Schlüsselfrage stellt jedoch die Abgasnachbehandlung v. a. hinsichtlich der Methanemissionen in der Teillast dar. Außerdem ist in den letzten Monaten und Jahren durch niedrige Rohölpreise die betriebswirtschaftliche Attraktivität von erdgasbetriebenen Fahrzeugen gesunken. Zudem haben sich in letzter Zeit die politischen Rahmenbedingungen für die Zulassung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren hinsichtlich Emissionen in realen Fahrzyklen (RDE – Real Driving Emissions) markant verschärft.

Durch die beschriebenen wirtschaftlichen und technologischen Schwierigkeiten ist nach aktuellem Forschungsstand eine kurzfristige Umsetzung eines Erdgas-Diesel-Brennverfahrens für den Pkw-Bereich nicht absehbar.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik | Dr. Peter Grabner

Kontakt: grabner@ivt.tugraz.at

Projektpartner: Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH | BMW Motoren GmbH

Laufzeit: 1. Juli 2014 – 31. Dezember 2015

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

HyDie, Dual-Fuel-Bus

Wasserstoff-Diesel-Dual-Fuel-Antrieb zur schnellen Reduzierung der CO₂-Emissionen im ÖPNV

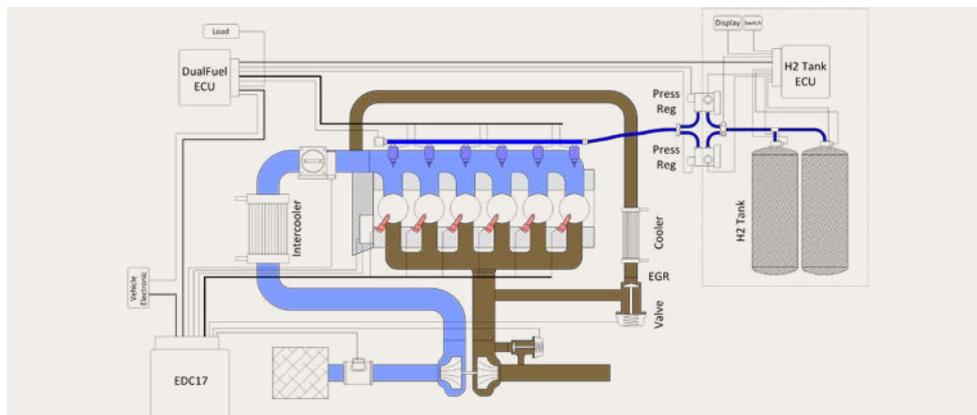


Abbildung 73:
Funktionsschema des
Dual-Fuel-Motors

In diesem Projekt wurde ein in Serie befindlicher Nutzfahrzeug-Dieselmotor für den Einsatz von Wasserstoff adaptiert und das Brennverfahren an die speziellen Anforderungen dieses Kraftstoffes angepasst. Ziel war es, die Anforderungen für einen Stadtbusmotor zu erfüllen. Es zeigte sich, dass bis zu einem Lastanteil von 50 bis 80% (drehzahlabhängig) praktisch rein mit Wasserstoff gefahren werden kann, abgesehen von der für die Entzündung notwendigen Deseleinspritzmenge, deren energetischer Anteil ca. 2 bis 5% beträgt.

Durch den hohen Wasserstoffanteil ist nur ein geringer Ausstoß von Schadstoffen, die Kohlenstoff (HC, CO, Ruß) enthalten, zu erwarten. Mit diesem Projekt konnte gezeigt werden, dass durch gezielte Wahl der Betriebsparameter eine Verbrennungsführung erreicht werden kann, die auch bei hohem Wasserstoffanteil praktisch stickoxidfreies Abgas hinterlässt.

Aus den gemessenen Emissionswerten im gesamten Kennfeld lässt sich hochrechnen, dass mit einem Nutzfahrzeugmotor, der im Dual-Fuel-Betrieb mit Wasserstoff betrieben wird, ein Emissionsniveau von Euro V (für Nfz) ohne Bedarf an Abgasnachbehandlung möglich ist.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH | ao. Univ.-Prof. Dr. Peter Sturm

Kontakt: sturm@fvf.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik | Alset GmbH

Laufzeit: 1. Juni 2013 – 31. Mai 2015

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

COLHD

Commercial vehicles using Optimised Liquid biofuels and HVO Drivetrains

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: IDIADA Automotive Technology SA, Spanien

Kontakt: christian.eder@sag.at

Österreichische Projektpartner: SAG Motion GmbH

Laufzeit: 1. November 2017 – 31. Oktober 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

DiePeR

Diesel efficiency improvement with Particulates and emission Reduction

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Herwig Ofner

Kontakt: herwig.ofner@avl.com

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1. Oktober 2016 – 30. September 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

UPGRADE

High efficient Particulate free Gasoline Engines

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Centro Ricerche FIAT S.C.p.A., Italien

Kontakt: theodor.sams@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. Oktober 2016 – 30. September 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

IPPAD

Effect of 4.500 bar injection pressure and super-critical phase change of surrogate and real-world fuels enriched with additives and powering Diesel engines on soot emissions reduction

Internationales MSCA-ITN-ETN-Projekt (European Training Networks)

Projektleitung: City University of London, Großbritannien

Kontakt: reinhard.tatschl@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH | OMV Refining & Marketing GmbH

Laufzeit: 1. September 2015 – 31. August 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

GasOn

Gas-Only internal combustion engines

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Centro Ricerche FIAT S.C.p.A., Italien

Kontakt: alois.fuerhapter@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. Mai 2015 – 30. April 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

HDGAS

Heavy Duty Gas Engines integrated into Vehicles

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Theodor Sams

Kontakt: theodor.sams@avl.com

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | SAG Motion GmbH | Technische Universität Graz

Laufzeit: 1. Mai 2015 – 30. April 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

REWARD

REal World Advanced Technologies foR Diesel Engines

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Dr. Herwig Ofner

Kontakt: herwig.ofner@avl.com

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1. Mai 2015 – 30. April 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

3.5 Abgasnachbehandlung und thermisches Management

Abgasnachbehandlung und eine effiziente Verteilung der Wärmeleistung/ Kühlleistung im Fahrzeug beeinflussen die Emission von Treibhausgasen signifikant. Abgasnachbehandlung

3.5.1 Abgasnachbehandlung

Im Idealfall entstehen bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, zu denen die in Kapitel 3.3 beschriebenen Kraftstoffe mit Ausnahme von Wasserstoff gehören, nur Wasserdampf (H₂O) und Kohlendioxid (CO₂). Real kommt es aber oft zur unvollständigen Verbrennung und zu Nebenreaktionen, wodurch zusätzlich Zwischen- und Nebenprodukte als Abgase entstehen. Die Abgasnachbehandlung ist ein Verfahren, mit dem die Verbrennungsgase nach dem Verlassen des Brennraums mechanisch oder chemisch gereinigt werden.

Durch den Anstieg des Fahrzeugbestands in der Mitte des 20. Jahrhunderts nahm die Bedeutung des Abgasausstoßes erstmalig zu. Die ersten systematischen Überlegungen zur Reduzierung von Abgasen und Verbesserungen der Luftqualität nahmen im US-Bundesstaat Kalifornien ab 1940 ihren Ausgang. Abgasvorschriften gab es erstmalig 1958 in Kalifornien, zu einer Zeit, wo in Europa gerade die ersten Überlegungen zur Abgasproblematik begannen. Die ersten Abgasgrenzwerte Europas folgten 1970.

Emissionen

Im Verbrennungsraum des Motors entstehen durch unvollständige Verbrennung und hohe Temperaturen zusätzlich Gase wie Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO_x), aber auch Rußpartikel, die gesundheits- und umweltschädliche Wirkungen haben. Abgasvorschriften verpflichten zum Einbau von geregelten Katalysatoren, die den Großteil der Abgase zu Kohlendioxid, Wasserdampf und Stickstoff umwandeln. Rußpartikel entstehen vor allem in Dieselmotoren durch unvollständige Verbrennung, aber auch in modernen Ottomotoren mit Direkteinspritzung. Diese Feinstaubpartikel stellen den größten Teil des gesundheitsschädlichen Feinstaubes aus dem Verkehrsbereich dar.

Emissionsgrenzwerte

Emissionsgrenzwerte unterscheiden sich sowohl nach Motortyp (Otto- oder Dieselmotor) als auch nach Kraftfahrzeugtyp (Pkw, Lkw und Omnibusse, Zweiräder und Mopeds). In der EU gelten Grenzwerte für Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe (C_nH_m), die Partikelmasse (PM) und die Partikelzahl (PN). Der Fahrzeughersteller muss die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte für eine festgelegte Zeitspanne und Kilometerleistung garantieren und Neufahrzeuge müssen für die Typisierung und somit für die Zulassung zum Verkehr die in der jeweiligen EURO-Klasse definierten Grenzwerte einhalten. Im Rahmen der §-57a-Überprüfung (Pickerl) erfolgt die kontinuierliche Kon-

trolle. Außerdem gewinnt die Überwachung während der Fahrt durch Online On-Board Diagnostics (OBD) immer mehr an Bedeutung.

Während für Pkw, Motorräder und Mopeds die Abgasgrenzwerte fahrstreckenbezogen sind (Schadstoff pro Kilometer), werden bei Lkw und Bussen die Abgasgrenzwerte auf die abgegebene Arbeit des Motors bezogen (Schadstoff pro kWh). Bei Pkw werden die Abgaswerte auf einem Rollenprüfstand ermittelt, bei Lkw und Bussen werden die Tests auf einem Motorenprüfstand durchgeführt.

Überwachung der Grenzwertgesetzgebung

Damit ein Pkw am europäischen Markt zugelassen wird, muss er einen Prüfzyklustest bestehen. Darin muss das Fahrzeug einer bestimmten Abfolge von definierten Beschleunigungs- und Bremsvorgängen folgen. In dieser Prüfung dürfen die vorgegebenen Gesamtemissionen verschiedener Luftschadstoffe nicht überschritten werden.

Beim Typprüfverfahren wird der Pkw auf einen Rollenprüfstand gestellt und der WLTC (Worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle) abgefahren. Dabei werden die Abgasemissionen gemessen und auf g/km hochgerechnet. Bis 1.9.2017 wurde der NEDC (New European Driving Cycle) als Testgrundlage herangezogen. Problematisch an diesem Zyklus war allerdings, dass er die heutigen realen Fahrbedingungen nur schlecht abbildete. Vor allem die Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h sowie die moderaten Beschleunigungsphasen spiegelten das Fahrverhalten im Straßenverkehr kaum wider.

Bei Lkw werden während der Typprüfung nicht die Fahrzeuge, sondern die Motoren vermessen. Es kommen sowohl Tests mit stationären Betriebspunkten als auch dynamische Prüfzyklen zum Einsatz. Die RL 99/96/EG führte den ESC (European Stationary Cycle), den ETC (European Transient Cycle) und den ELR (European Load Response) ein. Die Schadstoffemissionen bei Lkw werden in g/kWh ermittelt.

Wiederkehrende Überprüfung

Im Rahmen der §-57a-Überprüfung laut Kraftfahrgesetz 1967 (Pickerlüberprüfung) werden bei Pkw neben der technischen Funktionsweise auch die Schadstoffemissionen kontrolliert. Neufahrzeuge müssen das erste Mal nach drei Jahren zur Überprüfung, die zweite erfolgt nach weiteren zwei Jahren und fortan muss sie jährlich durchgeführt werden.

Die Prüf- und Begutachtungsstellenverordnung (PBStV) gibt die Art und Weise der Pickerlüberprüfung vor, der Test ist allerdings nicht geeignet, die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte zu überprüfen, sondern dient lediglich dazu, grobe technische Mängel zu eruieren.

Überwachung während der Fahrt

Pkw müssen gemäß § 1d Kraftfahrgesetz-Durchführungsverordnung (KDV) mit einem On-Board-Diagnosesystem (OBD) ausgestattet sein. Das System dient zur Emissionsüberwachung und muss in der Lage sein, Fehlfunktionen und deren wahrscheinlichste Ursachen anzuzeigen. Die im OBD hinterlegten Grenzwerte sind allerdings sehr hoch.

Kritik

Die Emissionen der Fahrzeuge werden bei der Typisierung im Testzyklus gemessen, innerhalb des Tests müssen die Grenzwerte für Schadstoffe eingehalten werden. Problematisch ist hierbei, dass im Realbetrieb deutlich unterschiedliche Fahr-situationen auftreten, welche vom Test nicht abgedeckt sind. Hier liegen die Emissionen – speziell bei modernen Fahrzeugen – oft weit höher. Diese Abweichung ist aus Umweltsicht problematisch, jedoch gesetzlich erlaubt. Nicht erlaubt sind hingegen die gezielte Manipulation der Fahrzeugtests über eine Fahrzykluserkennung und ein darauffolgender bewusster Eingriff in das Abgasverhalten unter Testbedingungen.

Maßnahmen

Maßnahmen zur Abgasminderung werden in Maßnahmen vor dem Verbrennungsraum (z. B. Beeinflussung der Gemischbildung), Maßnahmen im Verbrennungsraum und nach dem Verbrennungsraum (Abgasnachbehandlung) eingeteilt. Die Schwierigkeit der Abgasminderung besteht hauptsächlich darin, dass Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Schadstoffkomponenten bestehen und sich die Konzentrationen einzelner Schadstoffe bei Änderung eines Parameters oft gegensätzlich ändern. Zusätzlich beeinflussen Maßnahmen zur Schadstoffminderung ebenfalls den Verbrauch und damit wiederum die CO₂-Emission.

Beim Ottomotor bestehen folgende Möglichkeiten zur Abgasminderung:

Vor und im Verbrennungsraum:

- Variable Gemisch(λ)-Einstellung bis hin zum Magerbetrieb
- Zündung (Zündzeitpunkt und Zündsystem)
- Abgasrückführung (AGR)
- Brennraumform
- Ladungsbewegung (Drall, Tumble)
- Downsizing-Konzept mit Ladedruckerhöhung
- Partielle Abschaltung von Zylindern
- Verbrennung von Kraftstoffen mit hoher Klopfestigkeit

Abgasnachbehandlungsmaßnahmen:

- Drei-Wege-Katalysator
- NO_x-Katalysator

Vor und im Motor:

- Aufladung, Ladeluftkühlung
- Variable Gemisch(λ)-Einstellung
- Steuerung Einspritzbeginn, Mehrfacheinspritzung
- Abgasrückführung (gekühlt/ungekühlt)
- Einspritzsystem (Hochdruck, Einspritzverlauf)
- Brennverfahren (Brennraum, Kanalgestaltung, Drall)
- Wassereinspritzung

Abgasnachbehandlungsmaßnahmen:

- Oxidationskatalysator
- NOX-Katalysatoren (SCR-, NOX-Speicherkatalysator)
- Partikelfilter

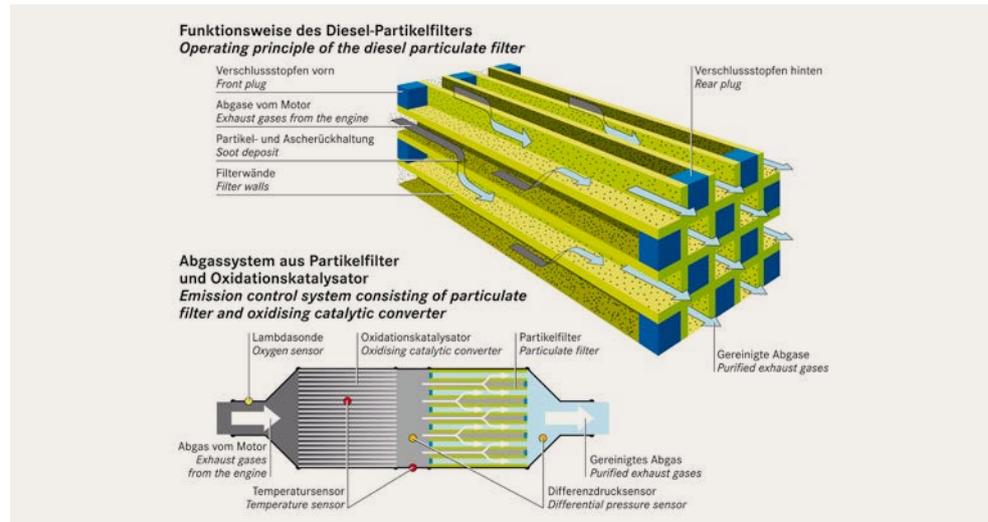
Die folgenden Möglichkeiten bestehen bei Dieselmotoren zur Abgasminderung:

Partikelfilter

Der Partikelaustritt von Dieselfahrzeugen stellt eine hohe Belastung für Mensch und Umwelt dar. Partikelfilter im Abgasstrang können diese Emissionen mit technischen Mitteln vermindern. Ein Dieseldieselrußpartikelfilter ist eine Einrichtung zur Reduzierung der im Abgas von Dieselmotoren vorhandenen Partikel. Die Abgase eines Dieselmotors werden in der Regel zunächst durch einen Oxidationskatalysator geleitet. Darin werden Kohlenmonoxid (CO) und unverbrannte Kohlenwasserstoffe (C_nH_m) fast vollständig in Wasserdampf und Kohlendioxid (CO₂) umgewandelt. Danach strömt das Abgas durch das Filtermaterial, wo Partikel zurückgehalten werden.

Während der Filterphase ist eine Partikelreduktion von über 99% erreichbar. Abbildung 73 zeigt den schematischen Aufbau eines Partikelfilters. Die ständige Anlagerung von Partikeln führt zu einer Verengung des Strömungsquerschnitts, wodurch ein Abgasgegendruck entsteht. Daher müssen die eingelagerten Partikel von Zeit zu Zeit (circa alle 500 km) abgebrannt werden (Regeneration). Diese Regeneration erfolgt durch Verbrennung der Partikel bei Temperaturen oberhalb von 550°C. Während der Regeneration kann sich die Partikelemission kurzzeitig erhöhen, dennoch ist der Partikelaustritt eines Dieselfahrzeugs mit Filter erheblich geringer als ohne Filter.

Abbildung 74: Schematischer Aufbau eines Partikelfilters
Quelle



Entwicklung von Partikelfiltern

Aus der industriellen Staubtechnik sind die verschiedensten Verfahren zur Abscheidung von Partikeln aus Abgasen bekannt und bereits seit Anfang der 80er-Jahre analog auch in Fahrzeugen einsetzbar. Das Problem dabei war jedoch lange Zeit die Regeneration, also die Entfernung des abgeschiedenen Rußes aus dem Filter. Diese soll ohne Beeinträchtigung des Fahrverhaltens und ohne erhöhte Partikelemissionen ablaufen.

Nach mehr als zwei Jahrzehnten der Forschung haben sich nun mit der Weiterentwicklung der Dieseleinspritzsysteme hin zur Nach- und Mehrfacheinspritzung (Common-Rail- bzw. Pumpe-Düse-Einspritzung) Möglichkeiten mit katalytisch beschichteten Partikelfiltern ergeben, die seit 2004 auch serientauglich sind und eingesetzt werden. Dabei werden die Partikel aufgrund von Diffusions- und Adsorptionsvorgängen in dem Filterbett zurückgehalten. Bei der Wirkungsweise muss zwischen Tiefenfiltern und Oberflächenfiltern unterschieden werden. Der Rußabbbrand (Regeneration), welcher notwendig ist, da mit zunehmender Filterbeladung der Abgasgedruck und damit der Kraftstoffverbrauch ansteigen würde, kann kontinuierlich oder intermittierend erfolgen.

Rußabbbrandverfahren (Regeneration)

Kontinuierlicher Rußabbbrand: Dafür sind hohe NO₂-Anteile und eine Temperatur von etwa 250 °C bis maximal 450 °C erforderlich. Dies einzuhalten ist speziell beim Pkw-Dieselmotor nicht immer möglich.

Diskontinuierlicher Rußabbbrand: Beim sogenannten keramischen Wabenfilter muss das Abgas aufgrund der gegenseitig verschlossenen Kanäle durch eine poröse Filterwand durchtreten. Solche Filter werden als Oberflächenfilter ausgelegt, wobei der Ruß überwiegend an der Oberfläche des Filters bzw. an der wachsenden Rußschicht (Filterkuchen) abgeschieden wird. Um die Rußschichtdicke und somit den Strömungswiderstand gering zu halten, ist eine große Filteroberfläche erforderlich. Die erforderliche Filtergröße für

einen Pkw entspricht etwa dem Motorhubvolumen. Der Filterwirkungsgrad ist abhängig von der Porengröße der Keramik und von der Zusammensetzung der Partikel.

Nachröstlösung Partikelkatalysator

Eine Alternative, vor allem für Nachrüster, bietet der Partikelkatalysator. Damit kann jedoch nur eine erheblich geringere Partikelreduktion erreicht werden. Die Abscheiderate liegt derzeit bei etwa 40 bis 80 %. Partikelkatalysatoren bestehen aus einer gewellten Folie mit Einschnitten. Die Partikel werden durch diese Einschnitte in ein Vlies gelenkt, wo sie gespeichert und bei ausreichender Temperatur verbrannt werden. Bei einer vollständigen Beladung entsteht zwar kein Gegendruck, die Partikel werden aber nicht mehr gefiltert.

Fahrzeugkatalysatoren

Die Aufgabe des Fahrzeugkatalysators ist die chemische Konvertierung der Verbrennungsschadstoffe Kohlenwasserstoffe (C_nH_m), Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO_x) in die ungiftigen Stoffe Kohlenstoffdioxid (CO_2), Wasser (H_2O) und Stickstoff (N_2) durch Oxidation bzw. Reduktion. Je nach Betriebspunkt des Motors und bei optimalen Betriebsbedingungen können Konvertierungsraten nahe 100 % erreicht werden. Unterschiedliche Systeme werden im Abgasstrang von Fahrzeugen verwendet, um die Emissionen zu minimieren.

Drei-Wege-Katalysator

In benzinbetriebenen Fahrzeugen mit Ottomotor wird der Drei-Wege-Katalysator zur Abgasreinigung eingesetzt. Bei einem Drei-Wege-Katalysator (auch G-Kat genannt) finden die Oxidation von CO und Kohlenwasserstoffen sowie die Reduktion von NO_x parallel zueinander statt: Es werden C_nH_m mit O_2 zu CO_2 und H_2O oxidiert, CO mit O_2 zu CO_2 oxidiert und NO_x mit CO zu N_2 reduziert.

Voraussetzung ist ein konstant stöchiometrisches Kraftstoffverhältnis ($\lambda = 1$) von 14,7g Luft pro Gramm Superbenzin (ROZ 95) und 14,8g pro Gramm Normalbenzin (ROZ 91). Für Ethanolkraftstoff gilt das Verhältnis 9:1. Schon eine geringe Abweichung in den mageren Bereich ($\lambda > 1$) bewirkt einen sprunghaften Anstieg der Stickoxidemission nach dem Katalysator, da zu wenig CO für die Reduktion vorhanden ist. Deshalb wird das Gemisch zwischen stöchiometrischem und leicht fettem Verhältnis geregelt. Der Drei-Wege-Katalysator kann nur bei Fahrzeugen mit Ottomotor und Lambdaeuerung eingesetzt werden.

Bei Dieselmotoren und Magermix-Ottomotoren verhindert der Sauerstoffüberschuss im Abgas die Reduktion des NO_x und erfordert andere Katalysatoren.

Oxidationskatalysator

Für Dieselfahrzeuge wird zur Schadstoffminimierung ein Oxidationskatalysator eingesetzt. Da der Dieselmotor mit Luftüberschuss arbeitet ($\lambda > 1$), ist der Einsatz eines geregelten Drei-Wege-Katalysators nicht möglich. Im Gegensatz zum geregelten Drei-Wege-Kata-

lyikator wandelt der Oxidationskatalysator nur Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe zu Kohlendioxid um. Stickoxide und Partikel werden nicht entfernt.

Mithilfe von katalytisch aktiven Metallen, z. B. aus der Platingruppe, können gasförmige Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid bei Abgastemperaturen oberhalb von etwa 250 °C im dieselmotorischen Abgas oxidiert werden.

Für die Oxidation der Rußpartikel reicht die Temperatur im Dieselmotor nicht aus, die Partikelmasse nimmt aber aufgrund der Nachverbrennung der an den Rußpartikeln angelagerten Kohlenwasserstoffe um etwa 20 bis 30 % ab. Unterhalb von 250 °C werden einige Kohlenwasserstoffe nur teiloxidiert, weshalb die Geruchsintensität des Abgases steigen kann.

Moderne Abgasstränge von Dieselaggregaten weisen zusätzlich zum Oxidationskatalysator einen katalytisch aktiven Partikelfilter auf, um eine bessere Konvertierung aller Schadstoffkomponenten zu gewährleisten. Der Einsatz von NO_x-Speicher-katalysatoren oder SCR-Katalysatoren senkt den NO_x-Ausstoß von Dieselfahrzeugen

NO_x-Speicher-katalysator

Neben den Partikeln stellen Stickoxidemissionen (NO_x) ein großes Problem für die Luftqualität und damit für die Gesundheit dar. Hohe Verbrennungstemperaturen in Dieselmotoren bewirken zwar einen höheren Wirkungsgrad, geringeren Kraftstoffverbrauch und weniger Partikelemission, allerdings auch einen Anstieg der Stickoxidbildung. Mittels NO_x-Speicher-katalysator oder selektiver katalytischer Reduktion kann der Stickoxidausstoß insbesondere von Dieselfahrzeugen gemindert werden.

NO_x-Speicher-katalysatoren haben eine Beschichtung (Bariumcarbonat oder Bariumoxid), an der die Stickoxide aus dem Abgasstrom adsorbieren und gespeichert werden. Ist die Speicherfähigkeit überschritten, muss der Katalysator gereinigt (regeneriert) werden. Die Regeneration erfolgt dadurch, dass mehr Kraftstoff eingespritzt wird (Motor läuft „fett“). So wird ein chemischer Prozess in Gang gesetzt, der den Katalysator reinigt. Nachteil dieses Systems ist bei Benzin- und bei Dieselmotoren der erhöhte Kraftstoffverbrauch sowie der erhöhte Partikel-ausstoß beim Dieselfahrzeug in dieser Phase. Neben Dieselfahrzeugen werden moderne, im Magerbetrieb laufende direkteinspritzende Otto-Pkw mit NO_x-Speicher-katalysatoren ausgerüstet.

Selektive katalytische Reduktion (SCR)

Bei der selektiven katalytischen Reduktion wird als Reduktionsmittel eine Harnstofflösung als zusätzlicher Betriebsstoff verwendet, der in einem separaten Tank mitgeführt wird. Im SCR-Katalysator reagiert die Harnstofflösung im ersten Schritt zu Ammoniak (NH₃) und Kohlendioxid (CO₂). Im zweiten Schritt werden Stickoxide (NO_x) aus dem Abgasstrom mit Ammoniak kontinuierlich zu Stickstoff und Wasser reduziert. Wichtig ist hierbei, dass die Dosierung der Harnstofflösung präzise erfolgt, da z. B. bei Überdosierung der überschüssige Ammoniak nicht reagieren kann und an die Umwelt abgegeben wird.

Diese technisch aufwendigere Lösung wurde hauptsächlich bei schweren Nutzfahrzeugen verwendet, wobei mittlerweile auch schwere Geländewagen und SUV damit

ausgestattet werden. Bei Anwendung dieser Technologie steigt im Gegensatz zum NO_x-Speicherkatalysator und zum Dieselpartikelfilter der Kraftstoffverbrauch nicht.

3.5.2 Thermisches Management

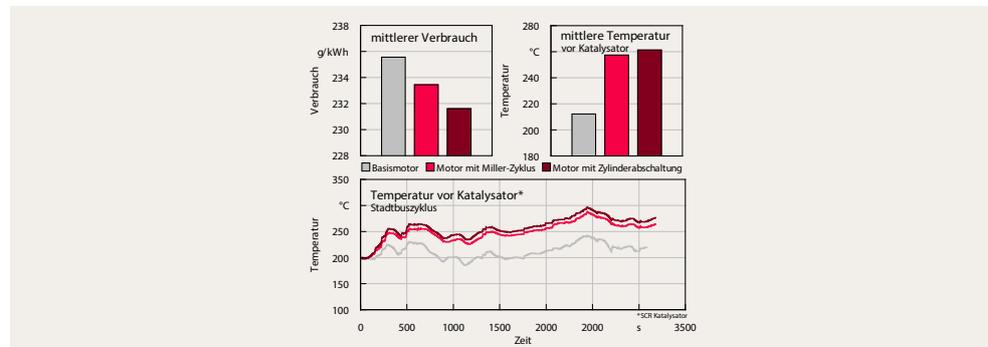
Aus fahrzeugtechnischer Sicht versteht man unter Thermomanagement die energetische Optimierung des Wärmehaushalts im Kraftfahrzeug mit dem Ziel der Verbrauchs- und Emissionsreduzierung, der Gewährleistung der Motorkühlung/Motorheizung in jedem Betriebspunkt sowie der Optimierung des Innenraumkomforts. Ziel ist also, die Wärmeströme (Wärmezufuhr und -abfuhr im Verbrennungsmotor, im Getriebe oder im Fahrgastraum) optimal zu leiten, um den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren und den Innenraumkomfort zu erhöhen.

Aufgrund höherer Wirkungsgrade und insbesondere in Elektrofahrzeugen kommt es zu immer geringerer Verlustwärme. Aus Komfortgründen, aber auch da sich beispielsweise Li-Ionen-Batterien unterhalb von ca. -10°C nicht mehr laden lassen, ist ein autark arbeitendes System als zusätzliche Wärmequelle im Fahrzeug erforderlich. Insbesondere bei Elektrofahrzeugen wirken sich niedrige Außentemperaturen negativ auf die Reichweite aus, da zum Heizen zusätzlich Energie aufgewendet werden muss.

MoVE The NuVe

Motorseitige Verbrauchs-, Emissions- und Thermomanagementmaßnahmen für Nutzfahrzeuge im innerstädtischen Verkehr

Abbildung 75
Katalysatortemperatur und Kraftstoffverbrauch im Stadtbuszyklus für verschiedene Thermomanagementmaßnahmen



Die Abgasmachbehandlung moderner Nutzfahrzeugmotoren benötigt eine bestimmte Betriebstemperatur, um einwandfrei zu funktionieren. Gerade im innerstädtischen Betrieb ist das Motorabgas selbst oft nicht ausreichend warm, um diese Temperatur zu erreichen. Es müssen daher künstliche Maßnahmen gesetzt werden – sogenanntes Thermomanagement –, welche allerdings in der Regel zu einer Verschlechterung des Kraftstoffverbrauchs führen.

Im Rahmen dieses Projektes wurden Maßnahmen untersucht, die ein effizienteres Thermomanagement ermöglichen. Mittels gekoppelter Simulationsmodelle und anhand von gemessenen Lastprofilen von Stadtbusen wurden verschiedene innermotorische Maßnahmen bewertet.

Zur Anhebung der Abgastemperatur bei geringen Lasten haben sich vor allem die Anwendung des Miller-Zyklus und die Zylinderabschaltung als effiziente Alternativen erwiesen. Für einen warm gestarteten Stadtbuszyklus kann durch die Anwendung der Miller-Strategie eine Absenkung des Verbrauchs um 1% erreicht werden, während eine im Mittel etwa 45°C höhere Abgastemperatur gehalten werden kann. Mit der Anwendung der Zylinderabschaltung wird eine Absenkung des Kraftstoffverbrauchs von etwa 1,5% über diesen Zyklus erreicht. Die Abgastemperatur kann um 50°C gesteigert werden.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik | Univ.-Prof. DI Dr. Helmut Eichlseder

Kontakt: eichlseder@ivt.tugraz.at

Projektpartner: keine

Laufzeit: 1. August 2015 – 31. Juli 2016

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

GreenHVAC4Rail

Gesamtoptimierte emissionsfreie Heating-, Ventilating- und Air-Conditioning-Anlage für Rail-Anwendungen

Heutige Klimaanlage für Schienenfahrzeuge haben eine Lebensdauer von etwa 30 Jahren, diesbezügliche Entscheidungen wirken sich daher entsprechend stark auf die Umwelt in den nächsten drei Dekaden aus. Es ist offensichtlich, dass das Kältemittel R134a aufgrund des hohen Treibhauspotenzials und der Anforderungen der Bahnindustrie auch für den Schienenverkehr keine langfristige Lösung darstellt. Der Review der EU-Verordnung über fluorierte Treibhausgase sieht das natürliche Kältemittel CO₂ als Ersatzoption für die HFKW vor und rechnet im Bahnsektor für 2030 mit einer Marktdurchdringung bei Neuinstallationen von 60% der Klimaanlage mit CO₂ als Kältemittel.

Im Projekt wurden zuerst die Anforderungen an zukünftige Schienenverkehrskälteanlagen erarbeitet und mittels Simulation eine entsprechende Kälteanlage entworfen und dimensioniert. Tests, weitere Entwicklungen und Evaluierungen wurden in den Klimakammern des Instituts für Wärmetechnik (IWT) der TU Graz durch das Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug durchgeführt.

Die Ergebnisse des Projektes bestätigten das Potenzial des Kältemittels R744 im Vergleich zu R407C im Bereich der Energieeffizienz. Das Projekt hat eine wesentliche Basis gelegt, um nun in einem laufenden Folgeprojekt (eco2jet) die im GreenHVAC4Rail-Projekt entwickelten sowie die am Markt befindlichen und nutzbaren Komponenten und Systeme zu einer höheren technischen Reife zu führen, um die Anforderungen für einen Serieneinsatz erfüllen zu können.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: IESTA – Institut für Innovative Energie- und Stoffaustauschsysteme | Dr. Michael Nöst

Kontakt: michael.noest@iesta.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Wärmetechnik | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Liebherr – Transportation Systems GmbH & CO KG | Obrist Engineering GmbH | Rupert Fertinger GmbH

Laufzeit: 1. März 2013 – 28. Februar 2015

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: energieforschung.at

Eco2jet

Evaluation and demonstration of an energy-efficient, cost-efficient and eco-friendly HVAC system using R744 through the ÖBB railjet

Abbildung 76: Links: Außenansicht System Railjet HLK
Quelle Bild 1: ÖBB;
rechts: Darstellung eco2jet-Kompaktsystemklimagerät
Quelle Bild 2: LVF



Konventionelle Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (HLK) sind im Schienenfahrzeugbereich ein wesentlicher Energieverbraucher (30 %) und Verursacher von Treibhausgasemissionen. HLK-Anlagen müssen vor allem Komfortkriterien von Passagieren in einem breiten Betriebsbereich erfüllen, aber für Bahnbetreiber auch entsprechend kosteneffizient und umweltfreundlich sein.

Das eco2jet-Konsortium entwickelt daher eine innovative, umweltfreundliche, auf R744 (CO₂) basierende HLK-Lösung mit Wärmepumpenfunktion inklusive neuer energie- und kosteneffizienterer sowie produktionsnaher Komponenten. Durch die eco2jet-Klimaanlage soll im Vergleich zu herkömmlichen Klimaanlagen eine Steigerung der Energieeffizienz um mindestens 30 % im realen Betrieb erreicht werden, gleichzeitig werden die bei der Energieerzeugung verursachten Treibhausgasemissionen um 30 % reduziert. Im Laufe des Forschungsprojektes sollen zusätzlich prädiktive Wartungsstrategien erarbeitet und erprobt werden, die die Betriebs- und Wartungskosten für den Betreiber erheblich senken und die Ausfallsicherheit signifikant erhöhen sollen.

Die Projektmethodik von eco2jet basiert auf einem klaren Drei-Phasen-Ansatz: 1) Definition der Anforderungen an die HLK-Anlage und ihre Komponenten, 2) entsprechende Umsetzung der Entwicklungen, 3) Integration, Test und Evaluierung der Entwicklungsergebnisse. eco2jet integriert derzeit gerade seine HLK-Lösung in einen Zug der ÖBB (Railjet), um sie in einer abschließenden einjährigen Testphase zu evaluieren.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: IESTA – Institut für Innovative Energie- und Stoffaustauschsysteme | Dr. Michael Nöst

Kontakt: michael.noest@iesta.at

Projektpartner: Liebherr – Transportation Systems GmbH & CO KG | ÖBB-Technische Services GmbH | Rupert Fertinger GmbH | Obrist Engineering GmbH | advanced thermal technologies GmbH | Virtual Vehicle Research Center | Technische Universität Graz – Institut für Wärmetechnik

Laufzeit: 1. März 2017 – 31. August 2020

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: iesta.at

SKEF

Sorptive Konditionierung von Elektrofahrzeugen

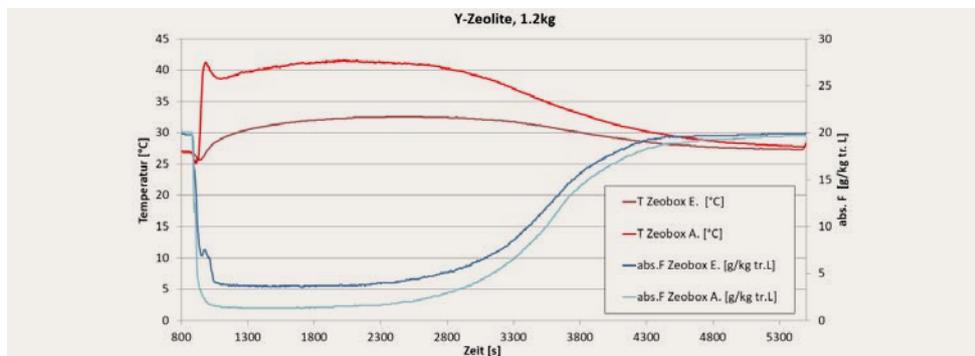


Abbildung 77:
Typischer Verlauf der
Adsorptionstemperatur

Die Klimaanlage eines Fahrzeugs trägt heute wesentlich dazu bei, durch Temperierung und Entfeuchtung ein behagliches Innenraumklima zu schaffen. Eine Klimaanlage ist jedoch auch der größte Nebenverbraucher in einem Pkw und benötigt Antriebsleistung sowie klimaschädigende Kühlmittel.

Die Sorptionsprozesse mit Zeolith (und anderen Speichermaterialien) stellen alle Funktionalitäten für die innovative Anwendung zur Innenraumkonditionierung (Entfeuchten, Heizen, Kühlen) zur Verfügung. Beim Sorptionsprozess werden durch Anlagerung/Abgabe von Wasserdampf an der Oberfläche eines Feststoffes Kondensationswärme plus Bindungsenergie umgesetzt.

Ziel war es, den experimentellen Nachweis zur physikalischen Eignung und Integrierbarkeit der Sorptionstechnologie anhand von Leistungsdaten zu zeigen. Hierfür wurden Laborversuche, Simulationen und eine Marktstudie bei der österreichischen Automobilzulieferindustrie durchgeführt. In Abbildung 76 ist beispielhaft eine der durchgeführten Messungen des Entladungsvorganges dargestellt. Die Grafik zeigt den zeitlichen Verlauf der Temperatur (in °C) und der absoluten Luftfeuchtigkeit (g Wasser / kg Luft) vor und nach dem Durchströmen des Sorptionsmaterials. Anhand der Messdaten und Simulationen wurden im letzten Projektabschnitt die möglichen Einsparungen und der technische Aufwand für eine technische Umsetzung quantifiziert.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH |
DI Dr. Bernhard Zettl

Kontakt: bernhard.zettl@fh-wels.at

Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Industriewissenschaftliches Institut (IWI)

Laufzeit: 1. Juni 2018 – 31. August 2019

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

Eff-HVAC

Effiziente Systeme und Betriebsstrategien zur Klimatisierung und Heizung von E-Fahrzeugen

Abbildung 78: Mitsubishi i-MiEV des AIT auf dem Magna-ECS-Rollenprüfstand
Quelle: Magna



Ziel des Projektes Eff-HVAC war die Untersuchung von effizienzsteigernden Maßnahmen an einem batteriebetriebenen elektrischen Fahrzeug. Als Versuchsträger kam dabei der Mitsubishi i-MiEV zum Einsatz. Der Forschungsschwerpunkt lag auf dem Verhalten des Fahrzeuges im Winterbetrieb. Dabei galt es, einerseits ein rasches Aufwärmen des Fahrgastraumes auf Komforttemperatur sicherzustellen, andererseits sollte dafür möglichst wenig elektrische Energie aus der Traktionsbatterie entnommen werden, um die Reichweite des Fahrzeuges möglichst wenig zu reduzieren.

Ein hohes Einsparungspotenzial zeigte sich während der Simulation in der Erhöhung der Luftzirkulationsraten in der Kabine. Gerade die nahezu vollständige Frischluftzufuhr im Winterbetrieb aktueller Standardfahrzeuge ist durch die erforderlichen hohen Temperaturunterschiede zwischen Umgebungsluft und angestrebter Einströmtemperatur in die Kabine (üblicherweise $>55^{\circ}\text{C}$) für einen großen Teil des Energiebedarfs verantwortlich. Hohe Rezirkulationsraten erfordern aber auch geeignete (energiesparende) Mechanismen zur Entfeuchtung der Kabinenluft, da es sonst zu einem Beschlagen der Scheiben kommt.

Dieses Projekt trug zu einem erheblichen Wissensaufbau über die Wechselwirkungen im Heiz- und Klimasystem von Elektrofahrzeugen bei. Das bessere Verständnis der auftretenden Energieströme hat in Folgeprojekten wesentlich zur Identifikation von Einsparungs- und Effizienzsteigerungspotenzialen beigetragen.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Magna Powertrain, Engineering Center Steyr GmbH & CO KG | DI Markus Kovac

Kontakt: markus.kovac@ecs.steyr.com

Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Laufzeit: 1. September 2014 – 31. Dezember 2016

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

HyKüFa

Fiskal-Lkw-Hybridkühlfahrzeug mit routenbasiertem Kühlmanagement für den Kleinlieferverkehr



Abbildung 79
Fertiges Hybridkühlfahrzeug
Quelle: AIT

Im Projekt HyKüFa – Hybridkühlfahrzeug erfolgten der Aufbau eines Kühlfahrzeuges und die Auslegung der Kühlungsbetriebsstrategie für den urbanen Kleinlieferverkehr auf Basis eines Hybridfahrzeuges. Dessen elektrisch betriebenes Kühlaggregat wird über die mit hohem Wirkungsgrad nachgeladene Traktionsbatterie versorgt. Diese effiziente Ladung der Batterie erfolgt unabhängig vom aktuellen Betriebszustand. Gemeinsam mit der Anwendung eines dynamischen, routenabhängigen Kühlmanagements werden ein effizienterer und flexibler Betrieb eines Kühlfahrzeuges und eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs sowie der Emissionen gewährleistet. Eine Auslegung und Optimierung durch eine Simulation des Gesamtfahrzeuges mit allen relevanten Kühlkomponenten wurde durchgeführt und mit einem intelligenten Regelkonzept direkt am Fahrzeug erprobt. Im Rahmen des Projektes wurde ein Demonstratorfahrzeug aufgebaut und es wurden ein Effizienzgewinn von 5 bis 20% sowie eine erweiterte Funktionalität des Kühlsystems nachgewiesen.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH |

DI (FH) Hannes Lacher, MSc

Kontakt: hannes.lacher@ait.ac.at

Projektpartner: Gerhard Zoubek Vertriebs KG | KKK Kupec Kraftfahrzeuge- und Kühlmaschinenhandelsges.m.b.H.

Laufzeit: 1. Oktober 2014 – 31. Dezember 2016

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

Chemisches Katheizen

Chemischer Wärmespeicher zum Aufheizen des Katalysators mit gespeicherter Abgaswärme

Abbildung 80
Katalysator mit integriertem Wärmespeicher und Temperaturmesstechnik



In der Kaltstartphase einer Verbrennungskraftmaschine bis zum Erreichen der Katalysator-Light-off-Temperatur wird ein Großteil der gesamten Schadstoffemissionen ausgestoßen. Eine Speicherung von Abgaswärme aus vorherigen Betriebszyklen und spätere Nutzung bei einem Folgekaltstart kann zu einem rascheren Erreichen der Katalysatorbetriebstemperatur führen, wodurch Kraftstoffverbrauch und Emissionen abgesenkt werden können. Für die Speicherung bieten sich idealerweise reversible thermochemische Reaktionen an, wobei ein Reaktant fest im Katalysator integriert ist und der zweite Reaktant aus einer Abgaskomponente (Wasser und/oder Kohlendioxid) stammt. Die Wärmezufuhr aus dem Abgas beim Erreichen der Betriebstemperatur macht die Reaktion rückgängig. Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Wärmespeichermaterialien in einen Katalysator integriert und Untersuchungen an einem Motorenprüfstand durchgeführt. Dabei konnte die grundsätzliche Funktion aufgezeigt werden. Problematisch ist derzeit, dass die Leistung bei der Wärmefreisetzung noch zu gering ist, um eine ausreichende Änderung im Aufheizverhalten des Katalysators darzustellen. Dies soll in einem angestrebten Folgeprojekt weiter untersucht und optimiert werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Technische Universität Wien – Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik | Prof. Dr. Bernhard Geringer

Kontakt: peter.hofmann@ifa.tuwien.ac.at

Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. Jänner 2013 – 30. Juni 2016

Programm: Energieeffiziente Fahrzeugtechnologien (KLIEN)

EKOK

Energie- und komfortoptimierte Innenraum-Klimatisierung von Schienenfahrzeugen

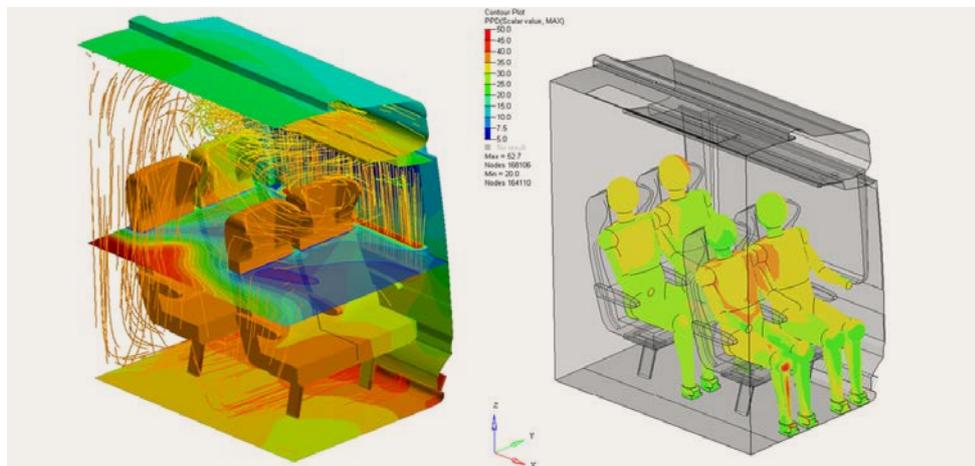


Abbildung 81:
Referenzmodell CFD

Mithilfe der in diesem Projekt entwickelten Simulationsansätze ist es möglich, in sehr frühen Phasen das Komfortempfinden in Schienenfahrzeugen zu prognostizieren. Mit Simulationen können nun auf Basis von etablierten, aus der Normenwelt bekannten Ansätzen zur Komfortbewertung auch lokale Komforteffekte bestimmt werden. Hierdurch wird es in Zukunft möglich, konstruktive Verbesserungen in Hinblick auf Komfort noch vor den ersten klimatechnischen Messungen in die Gestaltung von Schienenfahrzeugen einfließen zu lassen.

Die durchgeführten Simulationsstudien haben gezeigt, dass Klimatisierungsansätze mit Flächenheizungen den Komfort signifikant steigern und zugleich auch den Energieverbrauch senken. Heizungslösungen, die direkt im Boden, in den Wänden oder auch in den Fenstern (im Sinne von „aktiver Wärmeisolation“) eingebettet sind, vermeiden niedrige Strahlungstemperaturen, die sich ansonsten sehr negativ auf den Komfort auswirken. Durch die fast verlustfreie Wandlung von elektrischer in thermische Energie können bei Flächenheizungen der Energieaufwand und somit auch die Betriebskosten gesenkt werden.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: Molinari Rail GmbH | Joachim Wagner

Kontakt: joachim.wagner@molinari-rail.com

Projektpartner: RTA Rail Tec Arsenal Fahrzeugversuchsanlage GmbH

Laufzeit: 1. Juli 2014 – 31. Oktober 2015

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

DownToTen

Measuring automotive exhaust particles down to 10 nanometres

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Aristotelio Panepistimio Thessalonikis, Griechenland

Kontakt: Andreas.Klug@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH |

Technische Universität Graz

Laufzeit: 1 Oktober 2016 – 31 Dezember 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

IMPERIUM

Implementation of Powertrain Control for Economic and Clean Real driving emission and fuel Consumption

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Dr. Alois Danninger

Kontakt: alois.danninger@avl.com

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1 September 2016 – 31 August 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

DOMUS

Design Optimisation for efficient electric vehicles based on a User-centric approach

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: IDIADA Automotive Technology SA, Spanien

Kontakt: Peter.Moertl@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1 November 2017 – 30 April 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

3.6 Leichtbau

Der Einsatz neuer Werkstoffe und die Strukturoptimierung sind entscheidende Schlüsseltechnologien, um die oft beschränkte Reichweite von Fahrzeugen mit alternativen Antriebssystemen zu erhöhen und deren Energieeffizienz im Betrieb deutlich zu steigern. Auch die Integration des alternativen Antriebsstrangs in ein gewichtsoptimiertes Gesamtfahrzeug ist ein wichtiges Element der F&E-Förderung dieses Forschungsschwerpunktes. Neben der Reduktion des Fahrzeuggewichts steht bei der Auswahl der Werkstoffe insbesondere die Sicherheit, aber auch Haltbarkeit, Leistung, Komfort und Recyclebarkeit im Vordergrund. Daher ist häufig die Kombination verschiedener Materialien erforderlich und Bedarf in der Entwicklung fortschrittlicher Fügmethoden vorhanden.

3.6.1 Fahrzeugkarosserie

Im klassischen Sinne setzt sich ein Kraftfahrzeug aus den Komponenten Fahrgestell, Antrieb und Karosserie zusammen. Das Fahrgestell, auch Rahmen oder Chassis genannt, bildet ein Grundgerüst, das den Antrieb, die Karosserie und die Nutzlast trägt und gegen äußere Krafteinwirkungen stabilisiert. Als Rahmen werden verschiedene Konstruktionsformen genutzt, bei der Herstellung kommt aber hauptsächlich Stahl zum Einsatz. Nur bei Motorrädern und im Motorsport sind auch Rahmen aus Aluminiumlegierungen oder Verbundwerkstoffen verbreitet. Die Karosserie, die auf das Fahrgestell aufgesetzt wird, bildet eine Außenhaut zum Schutz der Insassen oder transportierten Güter. Im Unterschied dazu sind selbsttragende Karosserien nicht nur der Aufbau, sondern gleichzeitig auch das Grundgerüst (Fahrgestell) des Fahrzeugs. Die klassische Bauweise im Pkw-Bau wurde zu Beginn der 1950er-Jahre von der selbsttragenden Karosserie verdrängt, während bei Lkw die Rahmenbauweise bis heute üblich ist.

Selbsttragende Karosserie

Wenn Fahrgestell und Aufbau eines Kraftfahrzeugs zu einer Einheit zusammengefasst sind, spricht man von einer selbsttragenden Karosserie, auch Schalenbauweise oder Monocoque genannt. Bei dieser Konstruktionsart sind Beplankungen, Verstärkungen, Aufnahmebleche und Profile mit unterschiedlichen Fügetechniken (Kleben, Punktschweißen, Laserschweißen, Löten) unlösbar miteinander verbunden. Allein diese Struktur übernimmt die tragende Funktion. Es gibt keine Trennung zwischen rein auf Biegung/Torsion oder Schub belasteten Bauteilen und Teilen, die der Abdichtung/Beplankung dienen (wie z. B. bei Leiter- oder Gitterrahmen). Alle Teile wirken statisch als Schalen und nehmen in ihrer Gesamtheit die eingeleiteten Kräfte auf. Gelegentlich werden an den Achsen Hilfsrahmen (Fahrschemel) verwendet.

Die Steifheit, die normalerweise der Rahmen gewährleistet, wird hierbei durch die kompakte Blechhaut und hohle Blechquerschnitte mit möglichst großem Querschnitt und somit Widerstandsmoment erreicht (z. B. Schweller). Sicken erhöhen die Steifigkeit und die Eigenschwingungsfrequenz, um Resonanz und damit ein Dröhnen zu verhindern.

Die Befestigungspunkte für die Anbauteile, wie Türen, Kotflügel, Klappen und Scharniere, sind fest in die Karosserie integriert, beispielsweise in Form von Gewindeplatten und Schweißmutter. Eine hohe Steifigkeit ist wichtig, um elastische Verformungen an den Fugen zu den Anbauteilen gering zu halten und Knarrgeräusche im Fahrbetrieb zu vermeiden. Geringe Spaltmaße sind deshalb nur bei sehr steifen Karosserien möglich. Ferner hat die Steifigkeit Einfluss auf das Fahrverhalten, gerade auf schlechten Straßen oder in Extremsituationen. Um Schwingungsanregungen durch Motor und Fahrwerk zu widerstehen, muss die Eigenfrequenz der Karosserie entsprechend abgestimmt werden.

Die Vorteile der selbsttragenden Karosserie sind ein geringeres Gewicht durch Wegfall des Rahmens, höhere Aufprallsicherheit und bessere Raumausnutzung. Bedingt wurde der serienmäßige Einsatz dieser Bauform durch Fortschritte in der Blechverarbeitung (Tiefziehen, aber besonders Punktschweißen). Ein Nachteil des selbsttragenden Aufbaus ist die aufgrund zahlreicher Hohlräume erhöhte Rostanfälligkeit. Außerdem lassen sich auf einen Rahmen verschiedene Karosserievarianten ohne großen Aufwand montieren, während die Möglichkeiten bei selbsttragenden Karosserien eingeschränkt sind. Daher ging auch die Variantenvielfalt der Karosserien seit Verbreitung der selbsttragenden Karosserien stark zurück.

3.6.2 Werkstoffe

Holz

Die Karosserien der ersten Autos waren komplett aus Holz gefertigt. Diese Bauweise war aus dem Kutschenbau geläufig. Holz wurde später nur noch für das Gerippe des Aufbaus verwendet. Die Karosseriehaut bestand aus aufgenageltem Stahl- oder Alublech. Diese sogenannte Gemischtbauweise war in den 1920er-Jahren vorherrschend und wird heute nur mehr vereinzelt angewandt.

Stahl

Stahlblech ist das meistverbreitete Material für den Karosseriebau. Um Korrosion zu verhindern, ist Stahlblech heute meist verzinkt. Feuerverzinktes Blech ist immer beidseitig verzinkt. Die Dicke der Zinkschicht beträgt 5 bis 10 μm . Elektrolytisch verzinktes Blech kann eine ein- oder beidseitig verzinkte Oberfläche mit 2,5 bis 7,5 μm dicker Zinkschicht aufweisen.

Einige Hersteller sind aus Kostengründen dazu übergegangen, den Umfang der Verwendung verzinkter Bleche auf tatsächlich gefährdete Bereiche zu beschränken. Aus Gründen der Gewichtsersparnis werden zudem in neueren Entwürfen viele Hybridbauteile aus Aluminium- und verzinktem Stahlblech eingesetzt. Bei diesen besteht die tragende Struktur meist aus verzinktem Stahlblech und die äußerlich sichtbare Beplankung aus Aluminiumblech. Aus technischen Gründen und zur Vermeidung von Bimetallkorrosion werden solche Bauteile nur mechanisch formschlüssig miteinander verbunden und zusätzlich umfangreich verklebt.

Um die gegenwärtigen Anforderungen an Stabilität (Crashverhalten), Gewicht und Aussehen der Karosserie zu erfüllen, wurden viele neue Stahlsorten entwickelt, die entweder sehr weich und gut verformbar oder bei akzeptablen Umformeigenschaften trotzdem sehr fest sind.

Stahl weist zwar eine höhere Dichte als andere Materialien auf, kann aber durch eine geeignete Kombination von Stahlteilen auch für die Herstellung einer leichten Karosserie eingesetzt werden. Im Vergleich zu Leichtmetallen ist Stahl fester, steifer und kostengünstiger.

Aluminium

In den in Europa erzeugten Karosserien ist Aluminium der zweitmeistverwendete Karosseriewerkstoff. Trotz der höheren Kosten kann Aluminium wegen seiner geringeren Dichte in vielen Anwendungen mit Stahl konkurrieren. Dabei muss allerdings der ebenfalls wesentlich geringere Elastizitätsmodul des Werkstoffes beachtet werden, wodurch für gleiche Steifigkeit entweder mehr Material oder mehr Bauraum benötigt wird. Vollständig aus Aluminium gefertigte Karosserien werden hauptsächlich in der Oberklasse eingesetzt, während auch in Mittelklassefahrzeugen zumindest einzelne Fahrzeugteile aus Aluminium verwendet werden. Der Verbrauchsminderung durch die Gewichtseinsparung im Fahrzeug durch Aluminiumleichtbau steht die energieintensive Herstellung des Ausgangsstoffes gegenüber.

Magnesium

Magnesium ist ein noch leichterer Werkstoff als Aluminium. Bisher werden nur Einzelteile aus Magnesium hergestellt, aber keine kompletten Karosserien.

Die Verwendung ist von verschiedenen Problemen begleitet. Die hexagonale Gitterstruktur des Magnesiums erlaubt bei Raumtemperatur nur geringe Umformgrade, Magnesium lässt sich besser warm umformen. Auch die hohe Korrosionsneigung und Brennbarkeit stehen dem Einsatz bei Karosserien entgegen, während die Verwendung von Magnesiumblechen im Fahrzeuginnenraum weniger problematisch ist.

Kunststoff

Im Karosseriebau werden sowohl duroplastisches, faserverstärktes Kunstharz als auch Thermoplasten verwendet. Aus Faserverbundwerkstoffen lassen sich ganze, auch selbsttragende Karosserieschalen herstellen. Gespritzte oder blasgeformte Teile aus Thermoplasten erreichen nicht diese Größe, sie werden für Kotflügel und kleinere Teile verwendet. Kunststoff hat den Vorteil, nicht zu korrodieren, und kann auch aus nachwachsenden Rohstoffen wie Pflanzenöl hergestellt werden.

Als Werkstoff für Kunststoffkarosserien kommen statt reinem Kunststoff in der Regel GFK (glasfaserverstärkte Kunststoffe) oder CFK (kohlefaserverstärkte Kunststoffe) zum Einsatz, um die Festigkeit und Stabilität im Vergleich zu reinem Kunststoff nochmals zu erhöhen. Für das Jahr 2025 wird prognostiziert, dass circa 100.000t CFK im Automobilbau eingesetzt werden (zum Vergleich: im selben Zeitraum sollen 100 Mio. t Stahl eingesetzt werden).

3.6.3 Fügetechnik

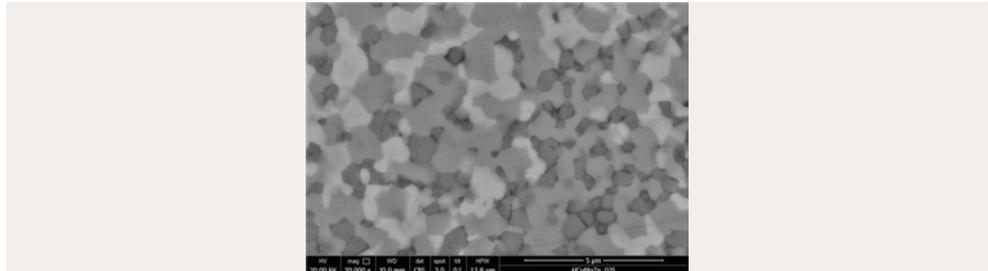
Fügen ist eine Hauptgruppe von Fertigungsverfahren, mit denen zwei oder mehr feste Körper mit geometrisch bestimmter Gestalt dauerhaft verbunden (gefügt) werden. Gelegentlich kommt dabei zusätzlich noch sogenannter „formloser Stoff“ zum Einsatz, dazu zählt beispielsweise Klebstoff. Die einzelnen Verfahrensgruppen werden in der DIN 8593 näher bestimmt. Zu den wichtigsten Fügetechniken zählen Schweißen, Löten und Kleben. Weitere wichtige Verfahren sind Nieten, Durchsetzfügen (Clinchen) und Schrauben.

Die Verwendung verschiedener Materialien im Fahrzeugbau bietet hohes Gewichtseinsparungspotenzial. Eine große Herausforderung dabei ist die Fügetechnik, da sich nicht alle Materialien für jedes Fertigungsverfahren eignen. Daher bedarf es genauer Untersuchungen zu Werkstoffkombinationen und Fügetechniken, um zu gewährleisten, dass die verwendeten Materialkombinationen die Anforderungen erfüllen. Auch die Haltbarkeit, insbesondere zur Gewährleistung der Sicherheit der Fahrzeuginsassen, spielt eine wichtige Rolle.

PL2N A

Paradigmenwechsel im Legierungskonzept von Leichtmetallen mit intrinsischer Nachhaltigkeit für Struktur-Anwendungen

Abbildung 82:
Mikrostruktur einer
mittels Dünnschichtabscheidung
hergestellten Aluminium-
Magnesium-basierten
Hochentropielegierung



Das Konzept der High Entropy Alloys (HEA) soll in den Bereich der Leichtmetalle erweitert werden. HEA (4 oder mehr Hauptelemente) wurden bisher international nur in Dichtebereichen $>6 \text{ g/cm}^3$ (Stahl) erforscht. Aufgrund der unterschiedlichen atomistischen Bindungszustände muss das Verständnis der zugrunde liegenden Effekte vertieft werden, um die Übertragbarkeit des Konzeptes darzustellen und das volle HEA-Leistungspotenzial für Leichtmetalle auszuschöpfen.

PL2N A verfolgt einen kombinierten Ansatz aus experimentellem Screening in breiten Konzentrationsbereichen (Dünnschichtabscheidung) und atomistischer Ab-initio-Simulation. Mehrere Legierungsbibliotheken werden so erstellt und charakterisiert.

Feedbackschleifen der mikrostrukturellen Charakterisierung mit atomistischer Simulation und thermodynamischer Modellbildung sollen die Frage beantworten, ob HEA auf Basis von Leichtmetallen physikalisch möglich sind. Relevante Zusammensetzungen werden makroskopisch hergestellt und technologisch bewertet.

Durch Substitution von Reinelementen (Aluminium) durch Sekundärmaterial (Al-Schrott mit geeigneten Sekundärelementen wie Mg, Si etc.) soll punktuell das Upcycling-Potenzial der Legierungen gezeigt werden.

Nationales Grundlagenforschungsprojekt

Projektleitung: LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen | Clemens Simson

Kontakt: clemens.simson@ait.ac.at

Projektpartner: Technische Universität Wien – Universitäre Service-Einrichtung für Transmissions-Elektronenmikroskopie (USTEM) | Technische Universität Wien – Institut für Festkörperphysik | Technische Universität Hamburg – Institut für Keramische Hochleistungswerkstoffe

Laufzeit: 1. März 2018 – 28. Februar 2021

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: projekte.ffg.at

0-WASTE

Carbon Composite Sheet Werkstoffe für Automotiv-Strukturbauteile aus neuartiger PressTEchnologie



Abbildung 83: 0-WASTE-Entwicklungskonzept

Durch das steigende Umweltbewusstsein der Gesellschaft, einhergehend mit der mittel- bis langfristigen globalen Ressourcenverknappung, sind Ingenieure gefordert, Bauteile in einem nachhaltigen Entwicklungsprozess zu konstruieren und zu produzieren. Das Forschungsprojekt adressierte diese Herausforderung mit der Entwicklung einer Design- und Herstellungstechnologie von diskontinuierlich carbonfaserverstärkten Verbundwerkstoffen. Das Ziel war dabei die Reduktion von Carbonfaserabfall in der Produktion von Strukturbauteilen im Automotivbereich (hier Getriebequerträger) bei Ausnutzung des vollen Leichtbaupotenzials. Die Bewertung der Recyclingstrategien erfolgte durch eine umfassende, quantitative Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment) des Produktlebenszyklus.

Das Entwicklungskonzept basiert auf einem One-Shot-Carbon-fiber-Sheet-Moulding-Compound(C-SMC)-Pressverfahren, welches die industrielle Herstellung in automatisierter und kosteneffizienter Weise mit Zykluszeiten von 2 Minuten ermöglicht. Eine bionische Topologie im Bauteildesign erlaubt dabei einen speziellen Schichtaufbau zur mehrstufigen Verwendung von Carbonfaserrezyklaten mit variierenden Qualitätsanforderungen. So entsteht bei der Produktion praktisch kein Abfall. Mit der Anwendung von Rezyklatwerkstoffen konnten mindestens gleiche Bauteileigenschaften und sogar punktuelle Verbesserungen im Vergleich zur industriellen Standardversion aus Aluminium erzielt werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Universität Linz – Polymer Product Engineering |
Univ.-Prof. Dr. Zoltán Major

Kontakt: zoltan.major@jku.at

Projektpartner: Hexcel Composites GmbH & Co. KG | ENGEL AUSTRIA GmbH
| Alpex Technologies GmbH

Laufzeit: 21. Februar 2017 – 20. Mai 2019

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: projekte.ffg.at

KryoAlu2

Kryogene Umformung von Aluminium-Außenhautbauteilen für automobiler Anwendungen

Abbildung 84

Quelle: AIT/LKR/Lang



Sinkender Treibstoffverbrauch und die damit einhergehende Reduktion von schädlichen Treibhausgasen sind unmittelbar mit dem Leichtbau im automobilen Sektor verbunden. Deshalb werden mit steigendem Umfang Aluminiumlegierungen für die Struktur-, Karosserie- und Außenhautbauteile verwendet. Um die eingeschränkte Umformbarkeit von Aluminium bei Raumtemperatur zu erweitern, wurden in diesem Projekt neue Legierungssysteme mit optimierten Eigenschaften hinsichtlich kryogener Umformbarkeit entwickelt. Die kryogene Umformung hat sich auf semiindustrieller Ebene als sehr robust und vielversprechend erwiesen. Für zukünftige Herausforderungen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Umwelt- bzw. Ressourcenschonung ist eine Weiterentwicklung zur seriellen Herstellung von komplexen, hochintegrativen und festen Aluminiumbauteilen von großem industriellem Interesse und wird daher vom LKR mit Nachdruck vorangetrieben.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen | DI Florian Grabner

Kontakt: florian.grabner@ait.ac.at

Projektpartner: AMAG | voestalpine | Montanuniversität Leoben | FILL GmbH | Linde Gas GmbH

Laufzeit: 1. Jänner 2016 – 31. Dezember 2018

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: energieforschung.at

M-B-D

Multimaterial-Body-Design



Abbildung 85: Heißbrissfrei verschweißte Stahl- und Aluminiumbleche mit M-B-D-Schweißnaht
Quelle: Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG

Im Projekt Multimaterial-Body-Design (M-B-D) wurden Hybride aus unterschiedlichen Materialklassen wie Metalle und Kunststoffe sowie entsprechende Fügeverfahren auf ihre Eignung für den zukünftigen Einsatz in der Fahrzeugstruktur untersucht. Dazu wurden die Grundmaterialien umfassend charakterisiert und Verbindungen mit unterschiedlichen Fügeverfahren weiterentwickelt und getestet. Mit den gewonnenen Erkenntnissen wurden Bauteilkonzepte zur Verbesserung von bestehenden Fahrzeugstrukturen erarbeitet.

Ein Projektergebnis ist das heißbrissfreie Verschweißen von verzinkten Stahlblechen und Aluminiumblech mithilfe des MIG-Schweißverfahrens (Metall-Inertgas). Der dafür notwendige Sonderschweißdraht wurde komplett inhouse entwickelt – von der Legierungskomposition bis zum fertigen Prototypendraht. Die Verbindungsstellen lassen sich im Anschluss an das Fügeverfahren umformen. Nach dem Schweißen wurden die mechanischen Kennwerte jeder Schweißverbindung ermittelt. Mit den im Rahmen der Arbeiten gewonnenen Erkenntnissen wurden Ersatzmodelle generiert, welche in weiterer Folge als Input für die numerische Simulation des Crashverhaltens automobiler Strukturbaugruppen dienen.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen |

DI Rudolf Gradinger

Kontakt: rudolf.gradinger@ait.ac.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Werkstoffkunde, Fügetechnik und Umformtechnik | Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG | Magna Steyr Engineering AG & Co KG | Transfercenter für Kunststofftechnik GmbH

Laufzeit: 1. März 2015 – 30. Juni 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at/verkehr

Conexus

Entwicklung einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen faserverstärkten Duroplasten und funktionalen Thermoplasten

Abbildung 86:
Mit der Conexus-Technologie gefertigter Demonstrator-Strukturbauteil



Im Rahmen des kooperativen Forschungsprogrammes Conexus wurde von den beteiligten Projektpartnern KTM Technologies, TIGER Coatings und Transfercenter für Kunststofftechnik die Realisierung einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen Thermo- und Duroplasten unter Zuhilfenahme einer Koppelschicht untersucht. Damit wurde die Basis für die Entwicklung von strukturell hoch beanspruchten Bauteilen aus endloskohlefaserverstärkten Duroplasten mit zusätzlichen Funktionselementen auf thermoplastischer Basis geschaffen. Diese multifunktionelle Integralbauweise erlaubt eine kostengünstige Produktion von strukturellen Faserverbundkunststoffbauteilen mit hoher Leichtbaugüte.

Nach positiver Durchführung prinzipieller Machbarkeitsuntersuchungen mit thermoplastischen Folien und gepressten Kohlefaserplatten auf Epoxidharzbasis wurde in der zweiten Hälfte des einjährigen Sondierungsprojektes das Hauptaugenmerk auf die Verbindung von Polypropylen und Epoxidharz gelegt. Dabei wurde die in einem zusätzlichen Prozessschritt mit einem Koppelpulver versehene carbonfaserverstärkte duroplastische Struktur mittels Infrarotstrahler thermisch vorbehandelt und in weiterer Folge der thermoplastische Werkstoff mittels Spritzgussverfahren direkt aufgebracht. Die Festigkeitsgüte der Verbindung konnte dabei im Rahmen der Kooperation so weit erhöht werden, dass die Festigkeit der Verbindungsstelle in den nachgelagerten Prüfungen jene des Thermoplastes übertraf. Basierend auf den im Rahmen von Conexus gewonnenen Erkenntnissen wurden erste strukturell belastete Komponenten zu Demonstrationszwecken, wie im Bild dargestellt, entwickelt und erfolgreich getestet.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: KTM Technologies GmbH | Dr. Robert Stadlbauer

Kontakt: robert.stadlbauer@ktm-technologies.com

Projektpartner: TIGER Coatings GmbH & Co. KG | Transfercenter für Kunststofftechnik GmbH

Laufzeit: 1. Oktober 2015 – 30. September 2016

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at/verkehr

ABIL2

Weiterführende Methoden und Softwareentwicklung zur Absicherung der Betriebsfestigkeit neuer Werkstoffe für den Leichtbau



Abbildung 87: Links: Darstellung des Potentials für den Einsatz von anisotropem Werkstoff; rechts: Bewertungsschema für alle Stellen am Bauteil hinsichtlich der Eignung für Composite-Werkstoffe mit DU-Lagen

Ziel des Projektes ABIL2 war die virtuelle Betriebsfestigkeitsbeurteilung innovativer Bauteil-, Modul- und Gesamtfahrzeugstrukturen mit Fokus Multimaterialmix und der daraus erforderlichen speziellen Verbindungstechniken bzw. Leichtbauwerkstoffe, wie faserverstärkter Kunststoffe oder Faserverbundstoffe. Dies stellt einen wesentlichen Baustein zur Massen- bzw. Gewichtsreduktion sowie in weiterer Folge zur daraus resultierenden Energieeffizienz von Automobilen dar, da die Entwicklung der Fahrzeuge hinsichtlich Steifigkeit, Festigkeit und Betriebsfestigkeit bis zu einem hohen Reifegrad durchgängig virtuell erfolgen kann.

Weiters ist es mit dieser Vorgehensweise auf Basis der Simulation möglich, zusätzliche Gewichtseinsparungspotenziale zu realisieren, die mit herkömmlichen Methoden, wie z.B. der Durchführung von zahlreichen teuren Prüfstandversuchen mit den entsprechenden Prototypen, nicht oder nur teilweise erreicht werden können. Durch die konsequente Entwicklung und Anwendung von strukturunabhängigen Verbindungstechniken sowohl für punktförmige Verbindungen (Stanznieten, Schraubverbindungen etc.) als auch für linien- und flächenförmige Verbindungen (Schweißnähte, Klebungen) kann die Zeit zur Erstellung der Finite-Elemente-Modelle deutlich reduziert werden, wodurch die virtuellen Schleifen schneller durchgeführt und zusätzliche Optimierungsmaßnahmen eingebracht werden können.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Magna SteyrR Engineering AG & Co KG | Dr. Anton Falkner

Kontakt: anton.falkner@magnasteyr.com

Projektpartner: M.J.L. Technische Software GmbH

Laufzeit: 1. Oktober 2012 – 30. September 2015

Programm: Energieeffiziente Fahrzeugtechnologien (KLIEN)

Website: klimafonds.gv.at

3.7 Automatisiertes Fahren und Fahrzeugelektronik

Automatisierte Mobilität kann die Mobilität der Zukunft tiefgreifend verändern. Sie bietet ein hohes Potenzial zur positiven Beeinflussung der aktuellen Herausforderungen im Verkehrssystem, insbesondere durch höhere Energieeffizienz des Verkehrs und höhere Verkehrssicherheit durch z.B. vernetzte Sensoren und schnellere Reaktion der Systeme auf gefährliche Verkehrssituationen.

3.7.1 Automatisiertes Fahren

Das Thema „automatisiertes Fahren“ ist in den letzten Jahren innerhalb kürzester Zeit zu dem Entwicklungstrend im Bereich innovativer Fahrzeugtechnologien geworden, da hier hohes Potenzial besteht, einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung vorrangiger gesellschaftlicher und politischer Ziele zu leisten: null Verkehrstote, weniger Unfälle, Zugang zur individuellen Mobilität für alle Menschen, effizientere Nutzung der Straßenkapazitäten sowie energieeffizientere Fahrzeuge. Doch bis der gesamte Individualverkehr vollkommen automatisiert sein wird, gilt es, bei aller Zuversicht, noch einige Hürden zu nehmen – sowohl technologisch als auch (technologie-)politisch und juristisch.

F&E-Bedarf besteht in den Bereichen der Sensoren und Aktoren, im Bereich der Kommunikationstechnologien und im Bereich Positionierung und Lokalisierung.

Bei den Sensoren und Aktoren sind die Themen Reaktionsgeschwindigkeit (Ansprechzeit), Robustheit, Zuverlässigkeit sowie die Senkung der Kosten gleichermaßen von hoher Bedeutung. Spezifische Themen sind die Multisensorfusion, sichere Daten im Sinne der „Security“ und die funktionale Sicherheit. Das Fahrzeug der Zukunft wird hochgradig vernetzt sein und sich neben den Daten der Sensoren auf Daten von Infrastruktur und anderen Fahrzeugen stützen. Es wird also nicht „autonom“, sondern „automatisiert“ in einem kooperativen, vernetzten Verkehrssystem unterwegs sein, das auch ein entsprechendes „Management“ der Straßenkapazität erlaubt. Daher nehmen Kommunikationstechnologien und das Thema der Positionierung und Lokalisierung eine Schlüsselrolle für die Einführung automatisierter Fahrzeuge ein.

Bei den Technologien zur Kommunikation zwischen dem Fahrzeug auf der einen Seite und anderen Fahrzeugen (V2V, Vehicle to Vehicle) bzw. der Infrastruktur (V2I, Vehicle to Infrastructure) auf der anderen Seite wird die rechtzeitige, flächendeckende Verfügbarkeit eine wesentliche Rolle bei der Einführung voll automatisierter Fahrzeuge spielen. Dafür besteht erheblicher (F&E-)Handlungsbedarf im Bereich sicherheitsrelevanter, redundanter Strukturen, im Bereich Security sowie im Bereich Zuverlässigkeit und Kosten von Infrastrukturkomponenten.

Die Positionierung und Lokalisierung ist für ein voll automatisiertes Fahrzeug unerlässlich. Die wichtigsten offenen Fragen betreffen dabei die Präzision, die rechtliche Haftung (Kartenanbieter werden nicht haften wollen) sowie einen erhöhten Regulierungsbedarf.

Schon jetzt wird die Sicherheit von automatisierten Fahrzeugen viel diskutiert – sowohl in der Bedeutung „Safety“ als auch unter dem Begriff „Security“. Die Komplexität automatisierter Fahrzeuge birgt viele Quellen für Fehler und Sicherheitslücken. Nur wenn ein automatisiertes Fahrzeug fehlerfrei fährt bzw. im Falle eines Fehlers noch immer „sicher“ bleibt, können die oben genannten Erwartungen erfüllt und eine entsprechende Kundenakzeptanz erwartet werden. Dafür muss das Thema Security schon vom Design ausgehend in jeder Phase des Entwicklungsprozesses Berücksichtigung finden. Fehlermöglichkeiten und deren mögliche Folgen müssen genauestens erhoben werden und es wird die Erarbeitung eines eigenen Standards mit Vorgaben für die Entwicklung nominal sicherer Funktionen notwendig werden.

Es ist die Aufgabe der Validierung, sowohl die Reife und die Zuverlässigkeit als auch die Sicherheit von automatisierten Fahrzeugen nachzuweisen. Zur Validierung müssten in die Millionen gehende Kilometer im Verkehr absolviert werden, weshalb innovative Ideen zur Versuchsabkürzung gefragt sind und deshalb bei der Entwicklung von automatisierten Fahrzeugen an Bedeutung gewinnen werden. Österreichische F&E-Unternehmen und -Institutionen haben hier bereits exzellentes Know-how aufgebaut. Beispielsweise werden Tests in virtuellen Umgebungen unerlässlich sein, um die komplexen Anforderungen an die Validierung automatisierter Fahrzeuge zu erfüllen und dabei trotzdem den zeitlichen Aufwand zu verringern.

Zu den erwähnten Herausforderungen kommen noch Unklarheiten, die es zu klären gilt. So ist es zum heutigen Zeitpunkt noch nicht klar, wie der Übergang hin zu voll automatisierten Fahrzeugen vonstattengehen soll. Fließend oder „radikal“? Wird sich der Fahrer mit der Zeit zum Fahrgast wandeln und noch lange Zeit die Möglichkeit haben, das System Fahrzeug zu beeinflussen? Oder sollte die Übergabe der Verantwortung an das Fahrzeug eher rasch als fließend über die Bühne gehen?

Obwohl das Thema „automatisiertes Fahren“ erst recht jung ist, hat sich gezeigt, dass österreichische Unternehmen und F&E-Institutionen in allen in diesem Bericht behandelten Themengebieten exzellentes, hochtechnologisches Know-how aufgebaut haben, das darauf wartet, koordiniert und entschlossen im Sinne zukünftiger Mobilitätsansprüche weiter ausgebaut und etwa in Demoprojekten umgesetzt zu werden.

3.7.2 Fahrzeugelektronik

Fahrzeugelektronik spielt eine zentrale Rolle für die optimierte Steuerung des gesamten Antriebsstrangs und hat die Erfolge der Hybridfahrzeuge in den letzten Jahren erst möglich gemacht. Darüber hinaus kann Fahrzeugelektronik in Form von fahrzeugseitigen Telematikkomponenten zur Optimierung der Verkehrsorganisation beitragen und spielt eine wichtige Rolle bei der zunehmenden Automatisierung des Fahrens.

Fahrzeugelektronik umfasst den gesamten Bereich der Elektronik in einem Kraftfahrzeug. Dazu gehören die Steuergeräte im Fahrzeug, deren Verbesserung seit den 1990er-Jahren zusammen mit der Zunahme der Leistung der Mikroprozessoren eine rasante Entwicklung genommen hat. An die Elektronik im Fahrzeug werden besonders hohe

Ansprüche bezüglich Robustheit, Temperaturbereich, Schwingungs- und Stoßfestigkeit sowie Zuverlässigkeit gestellt.

Beispiele für elektronische Anwendungen in Fahrzeugen sind das Kombiinstrument zur Anzeige der Daten im Auto, die Motorsteuerung mit Ansteuerung der Zündanlage oder des Einspritzsystems, Antiblockiersystem und Fahrdynamikregelung, Fahrassistenzsysteme, Airbag, Autoalarmanlagen, Multimediageräte und die Body-Control-Unit. Letztere steuert und überwacht unterschiedliche Fahrzeugfunktionen wie die elektrischen Fensterheber, Schweinwerfer, Rückleuchten, Reifendruck oder schlüssellose Zutrittskontrolle.

3.7.3 Sensoren

Bei Fahrzeugen mit fortschrittlichen Fahrerassistenzsystemen (FAS, engl. Advanced Driver Assistance Systems) wird der Mensch in seiner Funktion als Fahrer unterstützt und kann, mit steigendem Grad der Automatisierung, partiell oder gar vollständig in seiner Funktion als Fahrer ersetzt werden.

Um den Fahrerfunktionen assistieren bzw. diese ersetzen zu können, bedarf es fortschrittlicher Sensoren zur Wahrnehmung des Umfeldes sowie Aktoren zur Bedienung des Fahrzeugs. Die Sensorik kann in positionsgebende (z.B. GPS-Sensor) und objekterkennende Sensorik eingeteilt werden.

Ähnlich den entsprechenden Sinnesorganen von Lebewesen dienen FAS-Sensoren eines Fahrzeugs der Erfassung seines Umfeldes. Dem Vergleich folgend, gibt es auch in der Sensorik verschiedenste „Arten der Wahrnehmung“, aus denen die folgende Einteilung der Sensoren abgeleitet wird:

- Optische Sensoren/Kameras (vgl. Augen)
- Akustische Sensoren (vgl. Ultraschalldetektion bei Fledermäusen)
- Elektromagnetische Sensoren (vgl. Elektrosinn bei Haien)

Aktuell wird die für automatisierte Fahrfunktionen notwendige Erfassung des Umfeldes durch folgende Sensoren realisiert:

- Videobasierte Sensoren (Mono- und Stereokameras)
- Lidar-Sensorik (darunter fallen auch Laserscanner)
- Radarsensoren
- Ultraschallsensoren
- Time-of-Flight-Kameras

Zur Realisierung einer hinreichend vollständigen Erfassung des Umfeldes können diese Sensoren unterschiedlich angeordnet und kombiniert werden.

3.7.4 Aktoren

Wie auch bei der Wahrnehmung des Umfeldes erfüllt der Fahrer zur Steuerung des Fahrzeugs bestimmte Funktionen. Durch die Betrachtung der dafür gesetzten Aktionen können die zum automatisierten Fahren benötigten Aktoren identifiziert werden. Diese sind:

- Betätigen der Fahrpedale (Beschleunigen, Verzögern über Antriebsstrang)
- Bremsen
- Lenken

3.7.5 Kommunikationstechnologien

Kommunikationstechnologien zum Austausch zwischen Fahrzeugen und anderen Kommunikationsteilnehmern (Vehicle to X, V2X), darunter insbesondere zwischen Fahrzeug und Infrastruktur (Vehicle to Infrastructure, V2I) und zwischen Fahrzeugen (Vehicle to Vehicle, V2V), werden aus heutiger Sicht notwendig sein, um ein intelligentes vernetztes Transportsystem mit untereinander kommunizierenden, automatisierten Fahrzeugen umzusetzen. V2X bietet das Potenzial, den Verkehr effizienter zu gestalten, als es die Summe autonomer Fahrzeuge erreichen kann.

Schon heute eingebettete Fahrzeugsysteme wie Spurhalteassistenten (engl. Lane Departure Warning, LDW), adaptive Geschwindigkeitsregelung (engl. Adaptive Cruise Control), Totwinkelwarner (engl. Blind Spot Detection), Einparkhilfen und Rückfahrkameras können durch V2X optimal ergänzt bzw. in ihrer Sicherheit und Robustheit optimiert werden.

3.7.6 Positionieren und Lokalisieren

Unter dem Begriff Positionierung versteht man die absolute Position eines Fahrzeugs und dessen Einordnung in einem elektronischen geografischen Informationssystem (GIS). Eine Positionierung kann mittels GNSS-Signalen durchgeführt werden.

Bei der Lokalisierung geht es um die relative Position eines Fahrzeugs im Raum. Die relative Position eines Fahrzeugs ist die Einordnung relativ zu anderen Objekten im nahen Umfeld, welches das Fahrzeug umgibt. Das bedeutet, dass sich das Fahrzeug mithilfe von Sensoren (z. B.: Lidar, Radar, Ultraschall-, Infrarotsensoren und Videokameras) relativ im umgebenden Raum bzw. mithilfe genauer Koordinaten in einer Karte einordnet.

3.7.7 Sicherheit

Die Entwicklung automatisierter Straßenfahrzeuge verfolgt neben Komfortaspekten vordergründig das Ziel, den Straßenverkehr sicherer zu machen. Neben null Verkehrstoten sowie weniger Sach- und Personenschäden kann auch der Missbrauch von Fahrzeugen als Waffe vermieden werden. Um die Aufgaben einer automatisierten Fahrt unter Er-

füllung der genannten Sicherheitsziele bewältigen zu können, werden Fahrzeuge zu hochkomplexen Systemen. Diese Komplexität wiederum birgt viele Quellen für Fehler und Sicherheitslücken. Nur wenn ein automatisiertes Fahrzeug fehlerfrei fährt bzw. im Falle eines Fehlers noch immer „sicher“ bleibt, können die oben genannten Ansprüche erfüllt und eine entsprechende Kundenakzeptanz erwartet werden.

Beim Thema Sicherheit wird zwischen den englischen Begriffen „Safety“ und „Security“ unterschieden: Während „Safety“ die funktionale Sicherheit beschreibt, ist der Begriff „Security“ ein Synonym für Datensicherheit bzw. den Schutz von Daten.

Safety

Damit Fahrzeuge teil- wie auch voll automatisiert fahren können, müssen ständig hochkomplexe Prozesse (Aufgaben) im Fahrzeug ablaufen. Im Wesentlichen sind das:

- Sensing: die Umwelt mit Sensoren erfassen
- Processing: die erfassten Daten in Prozessoren (z. B. Airbag Control Unit, ACU; Vehicle Control Unit, VCU; Electronic Control Unit, ECU) verarbeiten
- Controlling: Entscheidungen treffen und sämtliche Funktionen des Fahrzeugs regeln
- Actuating: (re-)agieren mittels Aktuatoren entlang der gewünschten Trajektorie

Primär gilt es, zu verhindern, dass Fehler innerhalb dieses sehr komplexen Systems die Sicherheit der Fahrgäste sowie andere Teilnehmer des Verkehrssystems gefährden. Beispiele verschiedener Fehlertypen sind:

- False negative: Sensoren detektieren ein Hindernis nicht und das Fahrzeug reagiert daher nicht, wie es sollte, z. B. bremst nicht vor dem Hindernis.
- False positive: Sensoren detektieren ein Hindernis, das nicht existiert, und das Fahrzeug agiert nicht, wie es sollte, z. B. bremst ohne Grund.

Automatisierte Systeme vertrauen Umgebungssensoren, die sehr wohl auch Sicherheitszielverletzungen verursachen können, obwohl das System an sich fehlerfrei arbeitet. Umgekehrt kann die Weiterverarbeitung von Umgebungssensorsignalen zu gefährlichen Zuständen in der Umgebung führen. Daher ist die Beherrschung der Funktionszustände essenziell:

- Die Funktion muss sich nachvollziehbar und sicher verhalten.
- Die Robustheit einer Funktion muss hinsichtlich Signalrauschen auch hinreichend genügen.

Security

Sobald Fahrzeuge vernetzt werden (wie heute bereits im Bereich Infotainment über das Internet und in Zukunft beispielsweise auch mit der Infrastruktur im Bereich sicherheits-

kritischer Verkehrsinformationen), müssen die Systeme auch gegen Angriffe von außen über Schnittstellen (vgl. Kommunikationsschnittstellen) abgesichert werden. Dies wird auch unter dem Begriff „Cybersecurity“ behandelt.

Besondere Anforderungen an die Sicherheit und Priorisierung von Nutzereingaben kommen zum Tragen, wenn sich Benutzer (unter Umständen mehrere gleichzeitig) über Schnittstellen (z. B.: Human-Machine-Interface, HMI; mobile Geräte über WLAN oder Bluetooth) mit einem Fahrzeug verbinden und Eingaben machen können. Um auch in diesem Fall die Vorteile der Automatisierung (vgl. keine Verkehrsunfälle oder Verkehrstote) zu erreichen, muss in logischer Konsequenz sichergestellt werden, dass bestimmte Manipulationen ausgeschlossen und andere geschützt möglich sind. Dementsprechend „sicher“ muss auch die Struktur und Architektur eines hochautomatisierten Fahrzeugs ausgelegt werden.

Der Bereich Security ist eine recht junge Disziplin, welche durch vermehrte Realisierung von Fahrzeugfunktionen über Software und verstärkte Vernetzung von Fahrzeugen mit der Umwelt an Bedeutung gewinnt. Besonders die drahtlose Vernetzung (GSM, WLAN oder Bluetooth) schafft immer mehr mögliche Angriffspunkte für Angriffe von außen. Insbesondere bietet die Vernetzung neue Möglichkeiten des (unautorisierten) Zugriffs auf das Fahrzeug, so dass es nicht mehr in dem Maße wie in der Vergangenheit als „ein in sich geschlossenes System“ betrachtet werden darf.

Abbildung 88: Schaubild
Projekt DigiTrans
Quelle: Business Upper
Austria



Das Projekt DigiTrans beschäftigte sich mit Übergabeszenarien von Ladungen unter Einsatz automatisierter Lösungen von Nutzfahrzeugen auf Sonderfahrzeuge an der Peripherie zu Betriebsgeländen. Ein weiteres Themenfeld waren das Ein- und Ausfädeln von der Autobahn auf ein sekundäres Straßennetz und zum Betriebsgelände sowie das automatische Rangieren von Sonderfahrzeugen am Betriebsgelände (Hafen, Flughafen ...). Des Weiteren beschäftigte sich DigiTrans mit automatisierten Lösungen in der Citylogistik. Basierend auf diesen Anwendungsfällen stellte DigiTrans eine Teststrecke für Gütermobilitätsdienstleister zur Verfügung, um Bedarfe für eine Systemabstimmung und -integration mit neuen automatisierten Lösungen zu testen. Gemeinsam mit Partnern der Initiative Connected Mobility wurde eine Testinfrastruktur für Infrastruktur- und Servicebetreiber aufgebaut. Ziel war es, die Transport- und Serviceaufgaben der Speditionen und kommunalen Betriebe in neuer Qualität zu bewältigen und einen Vorteilserwerb gegenüber anderen Regionen zu erreichen.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH |
DI Wolfgang Kurz

Kontakt: wolfgang.kurz@biz-up.at

Projektpartner: IESTA – Institut für Innovative Energie- und Stoffaustauschsysteme | FH OÖ, Forschungs & Entwicklungs GmbH | AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Laufzeit: 1. Dezember 2016 – 31. Mai 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

DigiTrans Testregion

Testregion Österreich-Nord für automatisiertes Fahren mit Fokus auf Digitalisierungs- und Logistikaspekten



Abbildung 89: We are autonomous transport
Quelle: clipdealer.de

DigiTrans betreibt eine Testregion für automatisiertes und vernetztes Fahren mit dem Fokus auf Gütermobilität. Sie ist offen für alle Fahrzeughersteller und Servicebetriebe, die sich der neuen Gütermobilität mit assistierten und selbstfahrenden Fahrzeugen verschrieben haben, um deren Technologien laufend weiter- und neu zu entwickeln.

Betriebslogistikanwendern, Speditionen und kommunalen Betreibern ermöglicht die Testregion, gemeinsam die Transport- und Serviceaufgaben in neuer Qualität zu bewältigen. Sie werden durch die Integrations- und Genehmigungsprozesse begleitet, um schnell und unkompliziert zum Ziel zu kommen.

Die Testregion DigiTrans baut Wissen und Infrastruktur auf, um die Sicherheit von automatisierten Fahrzeugen testen und beurteilen zu können. Die Verifikation beginnt durch die Aufnahme von erfolgsentscheidenden Testdaten auf der Zielstrecke, führt über deren Simulation und den Test auf der geplanten Teststrecke bis zur Begleitung des Tests am Betriebsgelände und der öffentlichen Straße. Durch DigiTrans soll das Testen von autonomen Technologien in der Gütermobilität vereinfacht möglich gemacht und das Vertrauen in automatisierte Fahrzeuge aufgebaut werden.

Nationales Innovationslaborprojekt

Projektleitung: DigiTrans GmbH | Eva Tatschl-Unterberger

Kontakt: eva.tatschl-unterberger@testregion-digitrans.at

Laufzeit: 2. März 2018 – 1. März 2023

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

ALP.Lab

Austrian Light Vehicle Proving Region for Automated Driving

Abbildung 90: Testregion ALP.Lab – Austrian Light Vehicle Proving Region for Automated Driving



Fahrzeuge mit Fahrassistenzsystemen (ADAS, Advanced Driver-Assistance Systems) und automatisiert fahrende Autos (AD, Automated Driving) müssen durch umfangreiche Tests abgesichert werden, bevor sie für den Verkehr zugelassen werden.

Die österreichische Testregion ALP.Lab bietet Fahrzeug-, Software-, Komponenten- und Sensorherstellern umfangreiche Daten, Infrastruktur und Dienstleistungen für sicheres Testen im Sinne von „safe and secure“ an. Einzigartig verbindet das Innovationslabor dabei reale und physische Teststrecken (z. B. Autobahnen, Tunnel, Bergstrecken, Grenzübergänge, Mautstellen ...) mit virtuellen, synthetischen Testumgebungen.

Teilstrecken der Testregion sind über die ALP.Lab-Cloud auch als digitaler Zwilling abrufbar. Ebenso stehen ALP.Lab-Kunden von Testfahrzeugen und Infrastruktursensoren gesammelte und fusionierte Daten für Analysen und Simulationen von Fahrmanövern zur Verfügung. So können reale Daten für ADAS/AD-Funktionstests in Simulatoren und Prüfständen genutzt werden, aber auch zur Verifizierung und Validierung von Simulationsmodellen herangezogen werden. ALP.Lab unterstützt auch die Durchführung von EuroNCAP- und Entwicklungstests auf geschlossenen Proving Grounds.

Nationales Innovationslaborprojekt

Projektleitung: ALP.Lab GmbH | Dr. Jost Bernasch

Kontakt: office@alp-lab.at

Projektpartner: AVL List GmbH | Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG | Virtual Vehicle Research Center | JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH | Technische Universität Graz | ASFINAG | Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touring Club (ÖAMTC) | Robert Bosch Aktiengesellschaft | TTTech Computertechnik AG | TÜV AUSTRIA AUTOMOTIVE GmbH | AIT Austrian Institute of Technology GmbH | AC styria Mobilitätscluster GmbH | Kärntner Landesregierung

Laufzeit: 1. August 2017 – 31. Juli 2022

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

Digibus® Austria

Österreichisches Leitprojekt für Erforschung und Erprobung von automatisiertem Fahren im öffentlichen Personennahverkehr



Abbildung 91: Der Digibus® auf der Teststrecke in Koppl
Quelle: Salzburg Research, 2019

Digibus® Austria verfolgt das Ziel, Methoden, Technologien und Modelle zu erforschen und zu erproben, die einen zuverlässigen und verkehrssicheren Betrieb von automatisierten Shuttles auf öffentlichen Straßen im Mischverkehr in einer regionalen Fahrumgebung auf Stufe 3 nachweisen und die Grundlagen für die Erreichung der Stufe 4 schaffen. Der Fokus liegt auf Methoden und Technologien im Bereich der digitalen Infrastruktur (Erhöhung der Effizienz in der Aufbereitung, Steigerung der Qualität), der Positionierung und Konnektivität (Erhöhung der Zuverlässigkeit und Robustheit), der Verkehrssicherheit und Straßentauglichkeit (systematischer Nachweis der verkehrssicheren und regelkonformen Bewältigung von Fahrscenarien) sowie der Fahrgastinteraktion (Schaffung eines ähnlichen bzw. höheren Vertrauens der Fahrgäste im fahrerlosen Betrieb im Vergleich zu einem Betrieb mit Fahrer).

Sämtliche Methoden, Technologien und Modelle werden in zwei Iterationen auf einer nichtöffentlichen und zwei öffentlichen Teststrecken erprobt. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für ein österreichisches Referenzmodell für die Realerprobung und den Betrieb von automatisierten Shuttles im öffentlichen Personennahverkehr.

Nationales Innovationslaborprojekt

Projektleitung: Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH | DI Dr. Karl Rehl

Kontakt: karl.rehl@salzburgresearch.at

Projektpartner: aptec Ventures GmbH – FACTUM | AIT Austrian Institute of Technology GmbH | PRISMA solutions EDV-Dienstleistungen GmbH | Universität Salzburg – Center for Human-Computer Interaction | Commend International GmbH | EasyMile SAS | HERRY Consult GmbH | Fluidtime Data Services GmbH | Österreichische Bundesbahnen-Holding Aktiengesellschaft | Kapsch TrafficCom AG | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Universität für Bodenkultur Wien – Institut für Verkehrswesen

Laufzeit: 1. April 2018 – 31. März 2021

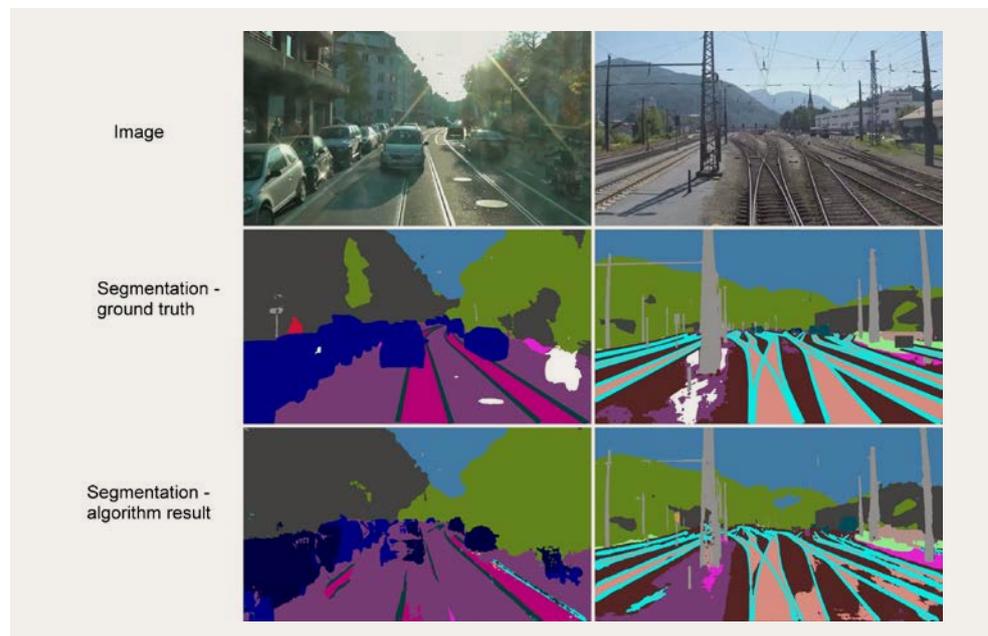
Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

INTELLiTRAM

Intelligent Tramways through Sense, Learn and React

Abbildung 92 Semantische Segmentierung im Rail-Kontext für intelligente Schienenfahrzeuge mit Machine-Learning-Ansätzen
Quelle: AIT



Intelligente Schienenfahrzeuge können die Sicherheit durch die Vermeidung von Kollisionen erhöhen und die Kosteneffizienz durch (Teil-)Automatisierung des Fahrbetriebs steigern. Das Ziel von INTELLiTRAM ist die Schaffung von Technologie, die neuartige Assistenzsysteme und unter bestimmten Umständen auch einen automatisierten Straßenbahnbetrieb ermöglicht.

Der Forschungsansatz besteht darin, moderne bilddatenbasierte Deep-Learning-Konzepte zu erschließen und um die Spezifika des Straßenbahn- und Bahnumfeldes zu erweitern. Durch die „Intelligenz“ bei Erfassung und Interpretation von dynamischen Verkehrsszenen sollen Gefahrensituationen identifiziert werden, noch bevor sich ein potenzieller Kollisionspartner innerhalb des Lichtraumprofils befindet. Das Szenario eines fahrerlosen Betriebes auf Werksgelände soll als Demonstration durchgespielt werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | DI Christian Zinner

Kontakt: christian.zinner@ait.ac.at

Projektpartner: Bombardier Transportation Austria GmbH | Mission Embedded GmbH

Laufzeit: 1. April 2019 – 31. Jänner 2021

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ait.ac.at

Connecting Austria

Connecting Austria – Verbindung von effizientem und automatisiertem Güterverkehr von der Autobahn in die Stadt

Viele Fragen zu teilautomatisiertem Fahren sind noch unbeantwortet. Unter anderem auch, wie sich Lkw-Platoons (max. 3 Lkw mit konstantem Abstand von 10 bis 15 m, SAE-Level 1 bis 2) auf Verkehrssicherheit, Verkehrseffizienz und Umwelt in Österreich auswirken.

Das drei Jahre dauernde Leitprojekt Connecting Austria erforscht, simuliert und validiert vier österreichspezifische Anwendungsfälle zu Lkw-Platooning. Hauptziel ist die evidenzbasierte Generierung von Bewertungsgrundlagen für die Evaluierung der Wirkungen energieeffizienter teilautomatisierter Lkw-Platoons. Neben den technischen Auswirkungen werden auch Energieeinsparungen, Auswirkungen auf Verkehrssicherheit und -effizienz sowie auf das gesamte Verkehrssystem untersucht. Weiteres Ziel ist die Evaluierung der Auswirkungen von Lkw-Platooning auf die Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Leitindustrien und angeschlossener Forschung. Das Projekt konzentriert sich auf drei Technologiefelder: Sensorik, Regelungsstrategien und Datenaustausch (C-ITS, ITS G5, IEEE 802.11p). Aus Sicht der ASFINAG wird ermittelt, wie durch intelligente Kommunikationsmaßnahmen Lkw-Platooning in Österreich unterstützt und damit sicherer gemacht werden kann.

Nationales Leitprojekt

Projektleitung: FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH, Logistikum Steyr | Dr. Wolfgang Schildorfer

Kontakt: Wolfgang.Schildorfer@fh-steyr.at | connecting-austria.at

Projektpartner: ANDATA GmbH | Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH | FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH, Logistikum Steyr | IESTA – Institut für Innovative Energie- und Stoffaustauschsysteme | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Kuratorium für Verkehrssicherheit | Siemens Mobility GmbH | Software Competence Center Hagenberg GmbH | SWARCO FUTURIT Verkehrssignalsysteme Ges.m.b.H. | Technische Universität Wien – Institut für Mechanik und Mechatronik | Transdanubia Speditionsgesellschaft m.b.H. | Universität für Bodenkultur Wien – Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit | Vereinigung High Tech Marketing

Laufzeit: 1. Jänner 2018 – 31. Dezember 2020

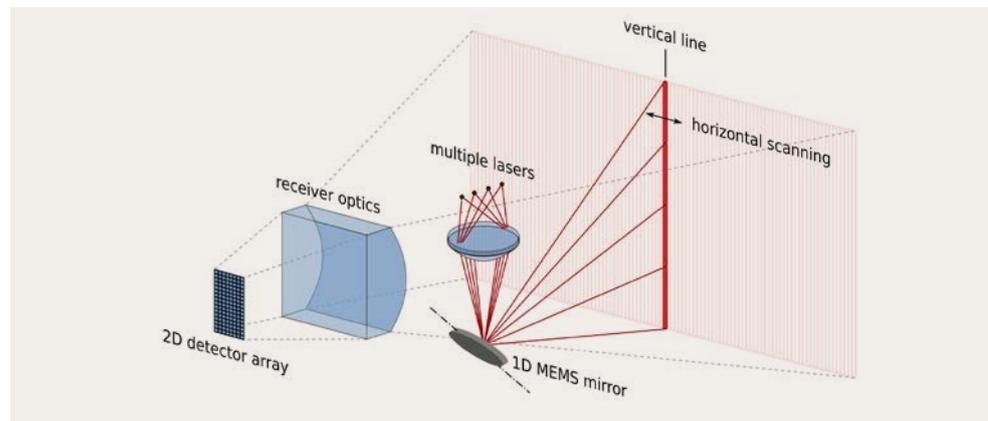
Programm: Mobilität der Zukunft

Webseite: projekte.ffg.at

LiDcAR

Hochauflösendes Fernbereichs-LiDAR für autonomes Fahren

Abbildung 93: Funktionsprinzip eines 1D-MEMS-Mikroscannerspiegel-Lidar-Systems



Autonomes Fahren ist nur dann möglich, wenn verschiedene Sensoren im Verbund die Umgebung robust für das Auto wahrnehmen können. Neben Kamera- und Radarsystemen ist daher die Lidar-Technologie der dritte Baustein im Sensorverbund künftiger voll automatisierter Fahrzeuge.

Lidar arbeitet mit Laserstrahlen im Infrarotbereich, um im Fernbereich (bis zu 200m) den Abstand zu Objekten zu bestimmen. Das System misst Entfernungen sowohl zu ruhenden als auch zu bewegten Objekten und liefert ein dreidimensionales Bild der Umgebung. Aufgrund der Nachteile (Mechanik, Größe, Herstellungskosten) ist Lidar derzeit nicht für den breiten Einsatz in der Automobilbranche geeignet.

Darum arbeiten im Rahmen von LiDcAR drei Partner an halbleiterbasierten Lidar-Sensoren, um die Systeme als Standard in allen Fahrzeugklassen deutlich robuster, kompakter und preisgünstiger zu machen: Infineon Technologies Austria, das Institut für Automatisierungs- und Regelungstechnik der TU Wien (ACIN) und das Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug (VIF). Die gemeinsam entwickelte Technologie soll in der steirischen Testregion für autonomes Fahren (ALP.Lab) in ein Testfahrzeug integriert werden und die Basis für wettbewerbsfähige Lidar-Anwendungen aus Österreich bilden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Infineon Technologies Austria AG | Dr. techn. Norbert Druml

Kontakt: norbert.druml@infineon.com

Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Technische Universität Wien – Institut für Automatisierungs- und Regelungstechnik (ACIN)

Laufzeit: 1. September 2017 – 31. August 2020

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

auto.Bus – Seestadt

Technologieentwicklung zum autonomen Fahren im ÖPNV



Abbildung 94: Die beiden Shuttles im Testbetrieb in der Seestadt Aspern

Die zentralen Fragestellungen des Projekts umfassen vier Bereiche:

- Technologische Weiterentwicklung zur robusten Erfassung der Umgebung des Fahrzeuges durch Verbesserungen in der bildgebenden Sensorik zur Hinderniserkennung und Ansätze für ein semantisches Szenenverständnis.
- Neue Ansätze für die vertrauensschaffende Kommunikation zur Vermittlung von autonomen Fahrentscheidungen und Kontextwissen des Fahrzeuges an Fahrgäste und Verkehrsteilnehmer.
- Erweiterung von Planungstools für die Linienauswahl unter Berücksichtigung des umliegenden multimodalen Verkehrs durch Modellierung der Eigenschaften autonomer Fahrzeuge in multimodalen, mikroskopischen Verkehrssimulationen.
- Untersuchung rechtlicher und verkehrssicherheitsrelevanter Aspekte, um die Grundlagen für eine künftige Rechtssicherheit für den Betrieb autonomer Shuttles zu schaffen.

Die Entwicklung und Erprobung der Technologien, Lösungen und Tools erfolgt zunächst im experimentellen Setting im nichtöffentlichen Bereich und anschließend in einer realen Testumgebung im Zuge des Feldtests in der Seestadt Aspern, um die Effizienz und Betriebssicherheit der Shuttles weiter zu erhöhen und sie auf die Zeit ohne Lenker (Operator) vorzubereiten.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Wiener Linien GmbH & Co KG | Johannes Liebermann

Kontakt: johannes.liebermann@wienerlinien.at

Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | NAVYA | Kuratorium für Verkehrssicherheit | Siemens Aktiengesellschaft Österreich | TÜV AUSTRIA AUTOMOTIVE GmbH

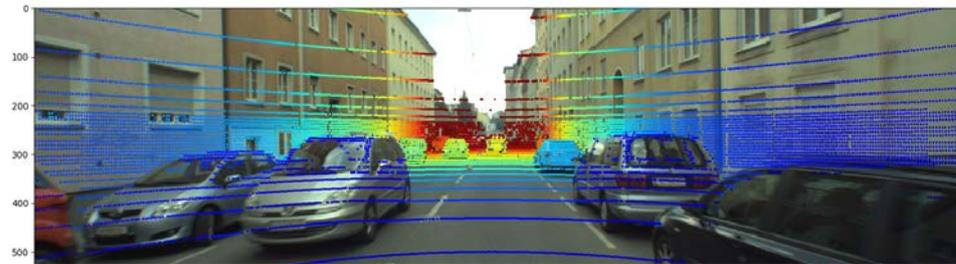
Laufzeit: 1. August 2017 – 31. Juli 2020

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

DGT Dynamic Ground Truth

Abbildung 95 Hochauflösender Sensorscan einer Straßenszene



Safety und Security von modernen Fahrerassistenzsystemen hängen maßgeblich von ihrer Fähigkeit, ihre physikalische Umwelt wahrzunehmen, die Situation in einem Szenario zu charakterisieren und Schlussfolgerungen daraus zu ziehen, ab.

Das Ziel von DGT ist es, den Entwicklungsprozess von Advanced Driver Assistant Systems (ADAS)/Automated Driving Functions (ADF) auf das Niveau der Fahrzeugentwicklung zu heben, indem die Umgebungsdaten (Ground Truth) zuverlässig durch ein hochauflösendes Messsystem aufgenommen und erkannt werden. Der Entwurf und die Entwicklung eines solchen Sensorsystems (Referenzmesssystem) und die Umsetzung eines funktionalen Prototyps sind Ziele dieses Forschungsprojekts.

Die von diesem System erkannten Objekte können in Echtzeit mit den von der ADAS-Control-Unit erkannten Objekten verglichen werden und auf dem Laptop des Entwicklers angezeigt werden. Die Daten aller Sensoren werden für eine spätere Nachbearbeitung aufgezeichnet. Dies würde auch die Generierung von Szenarien für Umgebungssimulationstools erlauben.

Die Ergebnisse dieses Projektes sind von höchster Bedeutung für die Partner, um ADAS und ADF zuverlässig und reproduzierbar in einem industriellen Marktumfeld zu entwickeln. Dieses Projekt wird die Marktführerschaft von AVL und TTech als Zulieferer von On-Road-Messsystemen erhalten und erweitern.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AVL List GmbH | DI (FH) Steffen Metzner, MSc.

Kontakt: info@avl.com

Projektpartner: JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH | Vexcel Imaging GmbH | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Technische Universität Graz – Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen | TTech Computertechnik AG

Laufzeit: 1. August 2017 – 31. Juli 2020

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

WACHsens

Fahrtüchtigkeitsbewertung bei teilautomatisiertem Fahren durch physiologische, verhaltens- und kamerabasierte Sensorik



Abbildung 96 Nachtfahrt im Simulator
Quelle: FTG/TU Graz

Fahrzeuglenker sollen während einer Fahrt mit automatisierten Systemen nicht ununterbrochen die Aktionen des Fahrzeugs beobachten müssen. Dabei ist die Frage: Wer – Mensch oder Fahrzeug – soll wann die Kontrolle über einzelne Steuerfunktionen oder das Gesamtsystem ausüben? Das setzt voraus, dass das steuernde System zu jedem Zeitpunkt über den aktuellen Zustand der Fahrer Bescheid weiß, um über eine Kontrollübergabe oder Notmaßnahmen zu entscheiden.

In der WACHsens-Studie wurden knapp 100 Personen bei manuellen und automatisierten Nachtfahrten im Fahrsimulator gemessen, wobei Änderungen des Aufmerksamkeitsverhaltens bei der Nutzung von Assistenzsystemen beobachtet wurden. Projektziel ist, frühzeitig und zuverlässig Schläfrigkeit zu erkennen, indem die Signale von physiologischen Sensoren, Kamera- und Fahrverhaltensbeobachtung kombiniert werden. Die nötige Information wird durch integrierte Sensoren gewonnen, so dass in der Praxis keine zusätzlichen Handlungen der Fahrer nötig sind.

Mithilfe der Ergebnisse können Systeme für Serienfahrzeuge entwickelt werden, die Einschlafen am Steuer zuverlässig und rechtzeitig erkennen und in Zukunft dabei helfen sollen, Unfälle zu vermeiden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Human Research Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung GmbH | DI Matthias Frühwirth

Kontakt: matthias.fruehwirth@humanresearch.at

Projektpartner: AVL Powertrain UK Limited | Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugtechnik | Factum apttec Ventures GmbH

Laufzeit: 1. Mai 2017 – 30. Oktober 2019

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

MoLaFlex

Hochflexibles Konzept für den autonomen Betrieb mobiler Lademaschinen

Abbildung 97
Quelle: Liebherr



Neben stetiger Optimierung der Betriebskosten ist insbesondere der steigende Fachkräftemangel eine der wichtigsten Herausforderungen in der Bau- und Rohstoffindustrie. Der Maschinenhersteller Liebherr bietet seinen Kunden effiziente Maschinen- und Servicekonzepte, welche über den gesamten Lebenszyklus Optimierungspotenziale für Betreiber ermöglichen. Dieses Angebot wird durch ein umfangreiches Portfolio aktueller Fahrerassistenzsysteme, welche den Fahrer in seiner Tätigkeit unterstützen sowie einen effizienteren und sichereren Maschinenbetrieb fördern, ergänzt. Der autonome Betrieb von Radladern und anderen Erdbewegungsmaschinen wird dabei als Schlüsseltechnologie angesehen, um in Hinblick auf Sicherheit, Betriebskosten und Fachkräftemangel den Endkunden auch künftig passende Lösungen anbieten zu können.

In diesem Projekt wurden die Grundlagen geschaffen, um Arbeitszyklen von Radladern autonom bewältigen zu können. Aufgrund der besonderen Arbeitsweise dieser Maschinenklasse waren hierfür in vielerlei Hinsicht neuartige Ansätze zu schaffen – beispielsweise in den Bereichen 3D-Umfelderfassung, Sensorfusion, Pfadplanung, Lokalisierung und Mensch-Maschine-Schnittstelle. Projektziel war die Realisierung einer Demonstratorplattform, welche es erlaubt, nach Übermittlung einer abstrakt definierten Aufgabenbeschreibung typische Referenzarbeitszyklen von Radladern autonom zu absolvieren.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Liebherr-Werk Bischofshofen GmbH | Dr.-Ing. Manuel Bös

Kontakt: manuel.boes@liebherr.com

Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Laufzeit: 1. September 2016 – 31. August 2019

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

ACTIVE

Autonomous Car To Infrastructure communication mastering adVerse Environments



Abbildung 98 SPIDER-Messfahrt am Testgelände mit Infineon-Sensoren, Testobjekten und V2X-Kommunikation mit Siemens-Road-Side-Unit
Quelle: Virtual Vehicle

Das Projekt ACTIVE hatte zum Ziel, die Datenqualität von Fahrzeugsensoren und Infrastruktur unter schwierigen Umweltbedingungen zu bewerten. Aus diesen Ergebnissen konnten Potenziale von verschiedenen Fahrzeugsensortechnologien und der Verkehrsinfrastruktur für das autonome Fahren abgeleitet werden.

Die Messdaten für die Qualitätsbewertung wurden bei Testfahrten mit dem von Virtual Vehicle entwickelten autonomen Roboter, genannt SPIDER (Smart Physical Demonstration and Evaluation Robot), aufgenommen. Auf dem SPIDER wurden die Sensoren von Infineon und eine V2X-On-Board-Unit (OBU) zur Kommunikation mit der Infrastruktur von Siemens montiert. Die Fahrzeuglokalisierung wurde mit der im ACTIVE-Projekt entwickelten Methode aus den Ankunfts winkeln der Nachrichten der Kommunikation zwischen dem SPIDER und der Infrastruktur bestimmt.

Es wurden die ambitioniert gesteckten Ziele im Projekt erreicht und die Messgenauigkeit bei der Fahrzeuglokalisierung mittels Infrastrukturdaten und Sensordaten bestimmt. Die erreichte Genauigkeit der Lokalisierung ermöglicht es, die Fahrspur eines Fahrzeuges zu bestimmen, und erlaubt so zum Beispiel eine automatisierte Kreuzungsdurchfahrt.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH (Virtual Vehicle Research Center) | Dr. Christian Schwarzl

Kontakt: christian.schwarzl@v2c2.at

Projektpartner: Infineon Technologies Austria AG | Siemens Aktiengesellschaft Österreich | Siemens Mobility GmbH

Laufzeit: 1. November 2016 – 30. April 2019

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

via-AUTONOM

Verkehrsinfrastruktur und Anforderungen für autonomen Straßenverkehr

In naher Zukunft ist auf unseren Straßen ein „Mischbetrieb“ zu erwarten, das heißt, eine gemeinsame Nutzung des Straßennetzes durch automatisierte Fahrzeuge sowie menschliche Fahrzeuglenker, Radfahrer und Fußgänger. Bis zur Einführung automatisierter Fahrzeuge gibt es allerdings technische Herausforderungen, die es noch zu lösen gilt. Beispielsweise stellen schlecht sichtbare Bodenmarkierungen und Verkehrszeichen, uneinheitliche Zusatztafeln oder komplexe Kreuzungen potenzielle Problemstellen für die Fahrzeugsensorik und -steuerung dar.

Die Straßeninfrastruktur kann hier das automatisierte Fahren unterstützen. Aufgabe des Projektes via-AUTONOM war daher die Identifikation gezielter, kosten-effizienter Infrastrukturmaßnahmen durch den Einbezug verschiedener Ausprägungen von Infrastrukturzustand sowie Datenverfügbarkeit und -qualität. Das Projekt stellt ein Alleinstellungsmerkmal in der österreichischen Forschungslandschaft dar, dessen Ergebnisse von internationaler Relevanz sind.

Durch virtuelle Simulation statt realer Feldtests auf öffentlichen Straßen wird eine große Kostenersparnis bei gleichzeitiger Erhöhung der Anzahl möglicher Test-szenarien erreicht. Das in via-AUTONOM entwickelte Simulationsframework kann für Maßnahmenevaluierungen seitens Infrastrukturbetreiber, Verkehrs- und Stadtplaner oder Forschungseinrichtungen eingesetzt werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | Dr. Philippe Nitsche, MSc

Kontakt: philippe.nitsche@ait.ac.at

Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH (Virtual Vehicle Research Center) | PRISMA solutions EDV-Dienstleistungen GmbH | Wieser Verkehrssicherheit GmbH | Rosinak & Partner ZT Gesellschaft m.b.H.

Laufzeit: 1. September 2016 – 31. Dezember 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

COMPAS

Collision and Overspeed Monitoring and Prevention Assistance System for Tramways

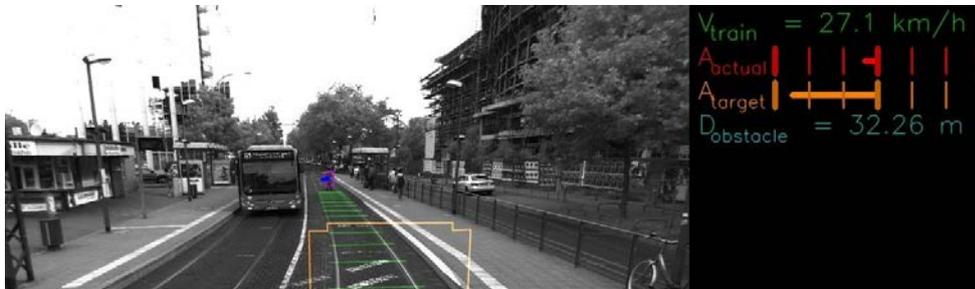


Abbildung 99: Sicherer Straßenbahnbetrieb durch innovative Assistenzsysteme. Detektierter Fußgänger im Gefahrenbereich
Quelle: Bombardier

Aufgrund der hohen Komplexität des städtischen Straßenverkehrs kann es auch im Straßenbahnbetrieb zu folgenschweren Unfällen durch Kollisionen und Entgleisungen kommen. Im Automotivbereich wird bereits gezeigt, dass Fahrerassistenzsysteme rund um die Hinderniserkennung das Unfallrisiko effektiv senken können. Für Straßenbahnen waren zuletzt solche Systeme aufgrund deutlich höherer technischer Anforderungen noch nicht in vergleichbarer Form verfügbar.

In COMPAS wurden daher neue Methoden der präzisen Fahrzeuglokalisierung mit optischer 3D-Sensorik erforscht. Eine technische Besonderheit des COMPAS-Ansatzes ist die Ermittlung der Fahrzeugposition unabhängig von GPS oder infrastrukturseitiger Unterstützung. Diese Technologie stellt damit eine wichtige Grundlage für innovative Fahrerassistenzsysteme dar.

Ergebnisse aus diesem Projekt werden bereits erfolgreich beim existierenden ODAS-Kollisionsvermeidungssystem in Bombardier-Straßenbahnen eingesetzt. Durch die neue Lokalisierungstechnologie konnte die Fahrwegprädiktion verbessert werden, wodurch z. B. Reichweite und Verfügbarkeit der Hindernisdetektion gesteigert werden konnten. Auf Basis der gleichen Technologie kommt nun eine Overspeed-Prevention-Assistenzfunktion hinzu, welche nunmehr vom Fahrzeughersteller Bombardier als „COMPAS light rail vehicle safety system“ angekündigt wird.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | DI Christian Zinner

Kontakt: christian.zinner@ait.ac.at

Projektpartner: Mission Embedded GmbH | Bombardier Transportation Austria GmbH

A1. Dezember 2016 – 31. Mai 2019

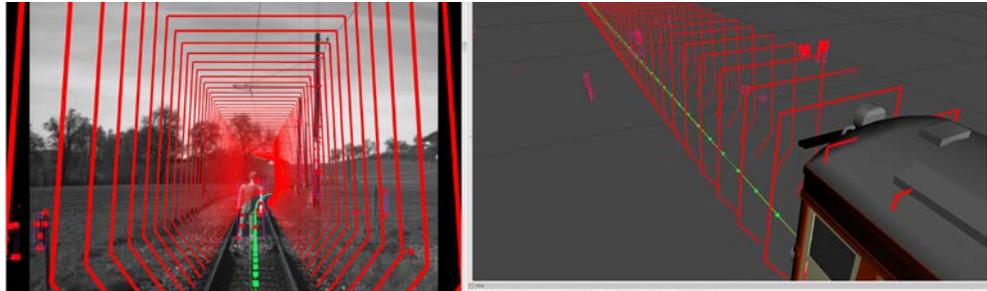
Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

autoBAHN2020

Forschung für sichere und zuverlässige autonom fahrende Regionalzüge auf frei zugänglichen Strecken

Abbildung 100
Hinderniserkennung
Quelle: FH OÖ



autoBAHN2020 hat das Ziel, einen dichten Taktverkehr auf regionalen Schienenstrecken mit fahrerlosen Zügen anzubieten. Durch dieses attraktive Angebot soll der Umstieg vom Pkw auf den öffentlichen Verkehr gefördert werden, um Energieverbrauch und CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Zur Umsetzung dieser Vision wurden im Projekt die Voraussetzungen für Betrieb und Sicherheit eines derartigen fahrerlosen Zugsystems auf Strecken mit offenem Gleiszugang erforscht. Ausgehend von Erfahrungen aus dem bisherigen Betrieb der Regionalstrecken und aus Anforderungen bereits existierender fahrerloser U-Bahnen wurden geeignete Prozessabläufe erarbeitet, Anforderungen für die Sicherheit definiert und ein Pfad für die Systemzulassung erstellt.

Technisch wurden im Projekt deutliche Verbesserungen bei der Hinderniserkennung im Bahnbereich erzielt. Die Verbesserungen beziehen sich auf die Robustheit und Allwettertauglichkeit der Sensorik und ihrer Auswertelgorithmen. Weiters wurde eine geeignete Fahrstrategie für das automatische Fahren entwickelt und zusammen mit der Sensorik auf der Versuchsstrecke (siehe Bilder) in Oberösterreich praktisch getestet. autoBAHN2020 hat die Basis erforscht, um daraus ein praktisch einsetzbares Produkt entwickeln zu können.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH |
Burkhard Stadlmann

Kontakt: burkhard.stadlmann@fh-wels.at

Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | ZTBF – Zivil-
technikerbüro Prof. DI Fischer Ingenieurkonsulent für Elektrotechnik | Siemens
Mobility GmbH | Geospy Aerial Imaging & Mapping e.U. | Stern & Hafferl
Verkehrsgesellschaft m.b.H.

Laufzeit: 1. September 2015 – 31. August 2018

Programm: Energieforschung (KLIEN)

Website: energieforschung.at

LaneS – C-ITS

Autom. Erzeugung fahrstreifenfeiner Straßengraphen im urbanen Raum, Einsatz für C-ITS-Anwendungen und autom. Fahren

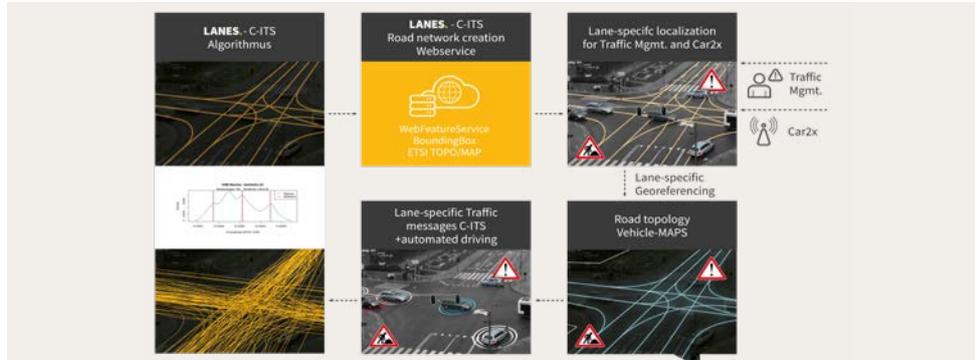


Abbildung 101
Automatisierte Erzeugung hochpräziser, digitaler Straßengraphen aus GNSS-Trajektorien und CAM-Messages für C-ITS und automatisiertes Fahren

Im Forschungsprojekt LaneS – C-ITS wurde die datengetriebene, automatisierte Erzeugung hochgenauer, fahrstreifenfeiner Straßengraphen und Verkehrsmeldungen erforscht und demonstriert. Diese stellen eine wichtige Datengrundlage für kooperative Dienste (C-ITS) und automatisiertes Fahren dar. Der Fokus lag dabei auf komplexen Verkehrsführungen im urbanen Raum, wie etwa Kreuzungsbereichen, und auf der Detektion dynamischer Änderungen der verfügbaren Verkehrsinfrastruktur. Als Datengrundlagen für die Erzeugung der fahrstreifenfeinen digitalen Straßengraphen wurden Global-Navigation-Satellite-System(GNSS)-Trajektorien sowie Cooperative Awareness Messages (CAM) genutzt. In den Städten Graz und Frankfurt am Main wurden Messfahrten durchgeführt, wodurch eine umfassende, unter verschiedenen Empfangsbedingungen und mittels diverser Messtechnik aufgezeichnete Grundlage an Fahrzeugdaten entstand. Um die Positionsgenauigkeit der GNSS-basierten Fahrzeugtrajektorien zu optimieren, wurden zudem Algorithmen zur Sensordatenfusion entwickelt. Mit dem entwickelten Verfahren konnten in komplexen Verkehrsführungen im innerstädtischen Raum die Fahrstreifenmittelachsen mit einer mittleren Abweichung von 0,9 m im Vergleich zu durchgeführten Referenzmessungen bestimmt werden.

Nationales kooperatives F&E-Projekt

Projektleitung: Trafficon – Traffic Consultants GmbH | Dr. Ing. Stefan Krampe

Kontakt: krampe@trafficon.eu

Projektpartner: pwp-systems GmbH | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH (Virtual Vehicle Research Center) | Technische Universität Graz – Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Laufzeit: 1. September 2016 – 30. Juni 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

RoadCon

Referenzwertermittlung für Straßenzustand im Realverkehr

Abbildung 102
RoadCon-Projektteam mit
dem Testfahrzeug



Fahrerinnen und Fahrer berücksichtigen die Witterungsverhältnisse der Fahrbahn in ihrer Fahrstrategie durch ihre Fahrerfahrung. Sie passen ihre Fahrweise an Bedingungen wie den Beladungszustand oder die Straßensteigung an. Autonom fahrende Fahrzeuge sowie hochautomatisierte Fahrfunktionen benötigen diese Informationen, insbesondere den aktuellen Straßenzustand, ebenfalls für die Planung von Eingriffen in Lenkung, Antrieb und Bremse.

Das Ziel des abgeschlossenen Forschungsprojekts war die Ermittlung dieser Größen mithilfe von serienmäßig verfügbarer Sensorik im Fahrzeug. Dazu wurden Daten von etwa 11.000 zurückgelegten Kilometern mit dem Versuchsfahrzeug im Straßenverkehr bei normalen Fahrbedingungen aufgezeichnet. Auf Basis dieser Daten wurde untersucht, wie genau ein Referenzwert für den aktuellen Reibungskoeffizienten sowie weitere Einflussgrößen wie die Beladung ermittelt werden kann. Zusätzliche Beladung, die Fahrbahnsteigung und der für die Stabilität des Fahrzeugs notwendige Schwimmwinkel konnten aus diesen Fahrten mit entwickelten Beobachtern sehr gut ermittelt werden.

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts bilden die Basis für die Entwicklung, Verbesserung sowie Bewertung von echtzeitfähigen Methoden zur Straßen- und Fahrzeugzustandsermittlung, welche für das autonome Fahren benötigt werden.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugtechnik |

DI Dr. Cornelia Lex

Kontakt: cornelia.lex@tugraz.at

Laufzeit: 1. September 2016 – 28. Februar 2018

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

AUTO-NOM

Analyse, Evaluierung und Anforderungen an innovative Anwendungen von autonomen Fahrzeugen aus verkehrspolitischer Sicht

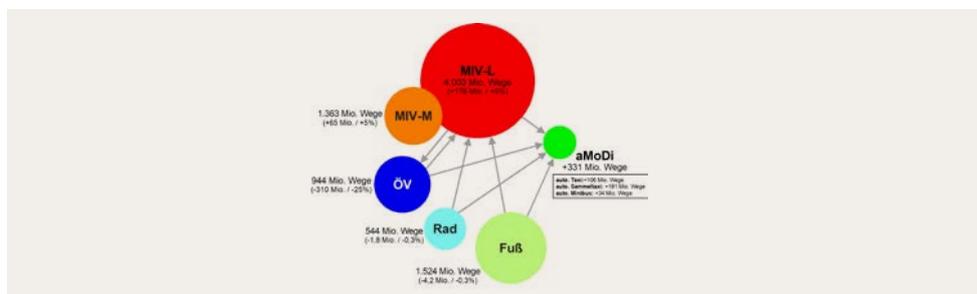


Abbildung 103: Verlagerungseffekte zwischen den Verkehrsmitteln durch automatisiertes Fahren mit der Automatisierungsklasse 5 laut SAE-Standard, gemessen in Anzahl der Wege/Tag für die österreichische Wohnbevölkerung für das Jahr 2017 (Szenario a5-100%); MIV-L und MIV-M: Lenker und Mitfahrer des motorisierten Individualverkehrs

Das Forschungsprojekt AUTO-NOM analysierte die Veränderung des Verkehrsverhaltens und die damit bedingten rechtlichen, umweltmäßigen, sozialen und verkehrspolitisch relevanten Auswirkungen des automatisierten Fahrens der Level 3 bis 5 laut SAE-Standard. Das Ergebnis ist eine Grundlage für verkehrspolitische Entscheidungsträger, um notwendige Maßnahmen im verkehrspolitischen Interesse Österreichs anzupassen. Dazu wurden die Mobilitätsveränderungen (Modalsplit, Verkehrsleistungen etc.) für unterschiedliche Szenarien des automatisierten Fahrens (Level 3 bis 5) für den motorisierten Individualverkehr, den öffentlichen Verkehr und die neuen Mobilitätsdienste abgeschätzt. Parallel dazu wurde eine Analyse der relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen durchgeführt. Eine fachliche Rückkoppelung erfolgte durch ein Delphi-Verfahren, bei dem Verkehrsexperten zum Thema des automatisierten Fahrens befragt wurden. Die Ergebnisse wurden mit den verkehrspolitischen Zielsetzungen Österreichs verglichen und notwendige Maßnahmen zur Anpassung der Infrastruktur sowie der rechtlichen Rahmenbedingungen aufgelistet.

Ergebnisse der Studie sind, dass automatisiertes Fahren unter den gegenwärtigen verkehrspolitischen Rahmenbedingungen den Modalsplit und die Verkehrsleistung zu mehr Autoverkehr verschieben würde und dass automatisiertes Fahren selbst nur zusammen mit einem fossilfreien Antrieb einen spürbaren Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen leisten kann.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: Sammer & Partner Ziv. Techniker GmbH |

em. o. Univ.-Prof. DI. Dr. Gerd Sammer

Kontakt: office@zis-p.at

Projektpartner: Technische Universität Graz – Institut für Straßen- und Verkehrswesen | Universität für Bodenkultur Wien – Institut für Rechtswissenschaften

Laufzeit: 24. Oktober 2016 – 23. Oktober 2017

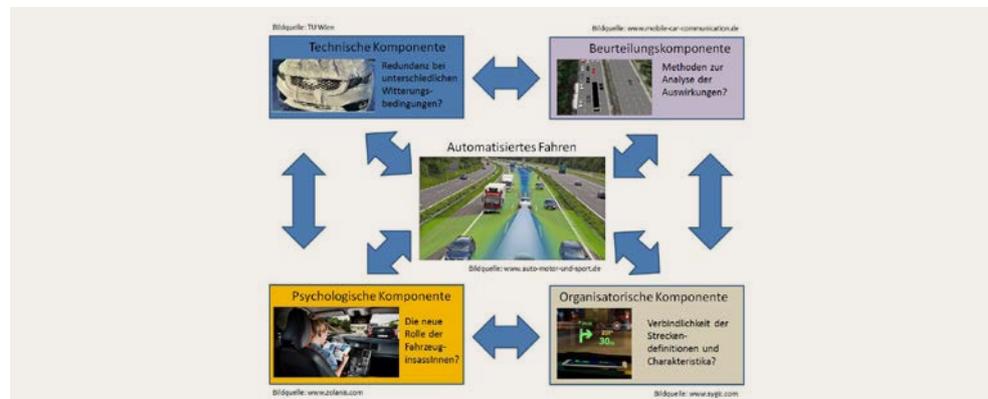
Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

INTERACT

Interaktion von automatisierten Fahrzeugen und der intelligenten Straße unter realen Umweltbedingungen

Abbildung 104:
Adressierung unterschiedlicher Themenstellungen im Projektverlauf



Aufgrund des künftigen Einsatzes automatisierter Fahrzeuge im Straßenverkehr ist eine entsprechende Anpassung der Verkehrsinfrastruktur erforderlich. Im Rahmen der Sondierung INTERACT wurden die künftigen Anforderungen an die Infrastruktur für den Betrieb automatisierter Fahrzeuge untersucht.

Experimentelle Untersuchungen am Testgelände des ÖAMTC und im realen Straßenverkehr zeigten, dass automatisierte Fahrzeuge derzeit eine Vielzahl von Situationen im realen Straßenverkehr nicht selbstständig bewältigen können. Erhebliche Einschränkungen treten besonders bei ungünstigen Witterungsbedingungen auf. Die derzeitige infrastrukturelle Ausstattung reicht noch nicht aus, um ohne die Rückfallebene Mensch automatisiertes Fahren zu erlauben.

Im Projekt wurden Entwicklungspotenziale, aber auch bestehende Grenzen (Entwicklungsbedarf und Hürden) beim Einsatz automatisierter Fahrzeuge bestimmt und konkrete Strategien für das automatisierte Fahren sowie dessen FTI-Potenziale erstellt. Darauf aufbauend wurde ein Framework für ein Folgeforschungsprojekt zum automatisierten Fahren erarbeitet.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: nast consulting ZT GmbH | DI Birgit Nadler

Kontakt: b.nadler@nast.at

Projektpartner: Dr. Reinhard Pfliegl | ÖAMTC | Technische Universität Wien – Department für Raumplanung | Technische Universität Wien – Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik

Laufzeit: 1. Juli 2016 – 30. Juni 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: projekte.ffg.at

Mikro-ÖVAU

Sondierung einer Testumgebung für automatisierten öffentlichen Personennahverkehr



Abbildung 105 Modell zur Einführung eines automatisierten Personenverkehrssystems
Quelle: Rehl, K. (2017/05): Zusammenfassung des Konzeptes der Mikro-ÖVAU-Testumgebung

Hauptziel dieser Sondierung war die Erarbeitung eines ganzheitlichen Konzeptes zum Aufbau und Betrieb einer offen zugänglichen österreichischen Testumgebung für den öffentlichen automatisierten Personennahverkehr. Diese soll zur systematischen Erprobung und Testung von selbstfahrenden, (teil-)automatisierten Minibussen im realen Verkehrsgeschehen, von dazu notwendigen physischen und digitalen Systemkomponenten und von neu entstehenden Dienstleistungsinnovationen (Geodaten- bzw. Mobilitätsdienstleistungen) genutzt werden.

Die Ergebnisse stehen öffentlichen und privaten ÖPNV-Betreibern, Herstellern digitaler Fahrzeugtechnologien bzw. Systemkomponenten und -software, Anbietern von Verkehrs- und Kommunikationsinfrastruktur, Verkehrsplanern sowie der interdisziplinären Forschung zur Verfügung. Damit soll die Weiterentwicklung und Einführung von neuen Technologien und Dienstleistungen für automatisiertes Fahren in Österreich unterstützt und eine Anbindung an internationale bzw. europäische Marktentwicklungen im automatisierten Fahrzeugbereich spezifisch für den ÖPNV gewährleistet werden. Dieses Konzept diene auch als Grundlage für das Leitprojekt Digibus® Austria.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH |

DI Dr. Karl Rehl

Kontakt: karl.rehl@salzburgresearch.at

Laufzeit: 1. Dezember 2016 – 31. Mai 2017

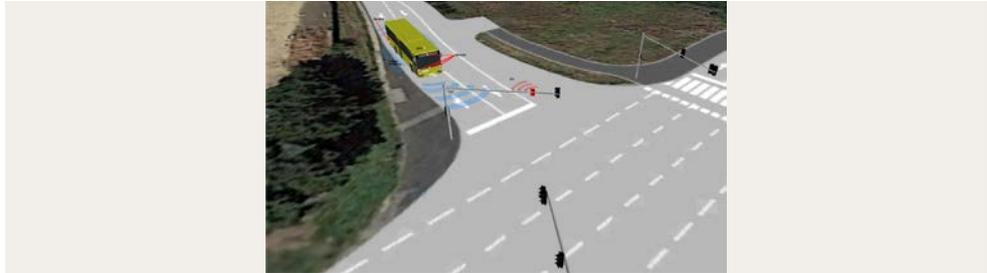
Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

ORTHOS LOGOS

Entwicklung eines Betreiberkonzepts für den multimodalen Testbetrieb automatisierter Fahrzeuge im Güterverkehr

Abbildung 106



Die Entwicklung automatisierter Fahrzeuge zur Marktreife braucht umfangreiche Testprozeduren mit höchsten Sicherheitsanforderungen, die unter realen Bedingungen getestet werden müssen. Das Projekt entwickelte daher ein Betreiberkonzept für die Bereitstellung einer Testumgebung für automatisiertes Fahren der Technologien L3/L4/L5 gemäß SAE J3016 an multimodalen Knoten und auf ausgewählten Streckenabschnitten.

Im Rahmen des Betreiberkonzepts wurden organisatorische, technische und rechtliche Fragestellungen beantwortet. Ein wesentliches Ziel der künftigen Testumgebung ist dabei die Einbindung österreichischer Industriefirmen der Straßenausrüstung und Verladeeinrichtungen sowie Logistikunternehmen.

Die technische Ausrüstung für die Testumgebung wird im Zuge der geplanten Akquirierungstätigkeit festgelegt. Die zur Anwendung kommende technische Ausrüstung der Testumgebung orientiert sich an den getesteten Reifegraden der Technologieentwicklung und an den Stufen der Automatisierung.

Die Projektinnovation liegt in der Bereitstellung einer realistischen Testumgebung mit vordefinierten Szenarien mit dem Fokus Logistik/Transport/Planung und Aufgabenstellungen. Die Testumgebung schafft durch die Einbindung aller Güterverkehrsträger (Schiff, Bahn, Straße und Flugzeug) für Anwender/Industrie erstmalig eine Umgebung, in der das Zusammenspiel verschiedener Transportmodi in der Logistik getestet werden kann.

Nationales Sondierungsprojekt

Projektleitung: nast consulting ZT GmbH | Daniel Elias

Kontakt: elias@nast.at

Projektpartner: Wiener Hafen, GmbH & Co KG | Technische Universität Wien –Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik, Forschungsgruppe Prof. Pucher | Reinhard Pfliegl | Flughafen Wien Aktiengesellschaft

Laufzeit: 1. Dezember 2016 – 31. Mai 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

WienZWA

Zukunft Wird Automatisiert



Abbildung 107 Wien-ZWA – im Wiener Idiom („hoch zwa“) und bewusst anknüpfend an Wien ZWA – Zukunft Wird Anders

Die internationale Konferenz „Automated Driving: Road Safety and the Human Factor“ wurde in Wien veranstaltet. Im Fokus dieser Konferenz stand die Verkehrssicherheit im Szenario automatisierter Fahrzeuge – besonders aus der Sicht von Fußgängern und Zweiradfahrern.

WienZWA nützt Vorarbeiten österreichischer Schlüsselprojekte (Testfeld Telematik, ECo-AT Living Lab der ASFINAG) und lernt wirkungsvoll aus Projekten zu automatisiertem Fahren mit österreichischer Beteiligung: z. B. die Nutzung der vorhandenen C-ITS-Infrastruktur – basierend auf dem ECo-AT Living Lab, dem Projekt MANTRA – Auswirkungen von automatisiertem Fahren auf die Kernprozesse von StraßenbetreiberInnen („Was muss bis 2040 vernünftigerweise wie angepasst werden?“), dem Projekt Spurvariation: „Welche Auswirkungen von energieeffizienten kooperativen Lkw-Platoons auf die Straßeninfrastruktur sind zu erwarten?“, dem Projekt Connecting Austria: evaluiert die Wirkung von energieeffizienten, teilautomatisierten Lkw-Platoons, dem Horizon-2020-Projekt No. 825012 zu Luftqualitätseffekten von Green Driving bei automatisierten Fahrmodi und dem Projekt WienZ WA – Zukunft Wird Anders, in dem Pionierinnen und Pioniere von innovativer urbaner Mobilität ihre emergenten Lebensstile und ihr emergentes Mobilitätsverhalten datenbasiert reflektieren können und diese Reflexion in einen Open-Innovation-Prozess einbringen.

Die Verbindung der Projekte verfolgte die Zielsetzung, Erfolg und Form dieses Empowerments mit internationalen Expertinnen und Experten zu reflektieren. Damit soll Wien am weltweiten Kuchen der attraktiven Forschungsarbeitsplätze zur urbanen Zukunft weiter auf Augenhöhe partizipieren.

Nationales Sondierung

Projektleitung: Vereinigung High Tech Marketing | Dr. Walter Aigner

Kontakt: wa@hitec.at

Projektpartner: ANDATA GmbH | SWARCO FUTURIT Verkehrssignalsysteme Ges.m.b.H. | Kuratorium für Verkehrssicherheit

Laufzeit: 1. Dezember 2016 – 31. Mai 2017

Programm: Mobilität der Zukunft

Website: ffg.at

UPSCALE

Upscaling Product development Simulation Capabilities exploiting Artificial intelligence for Electrified vehicles

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: IDIADA Automotive Technology SA, Spanien

Kontakt: Stefan.Kirschbichler@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1. November 2018 – 30. April 2022

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

SCOTT

Secure COnnected Trustable Things

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH, Österreich | Michael Karner

Kontakt: michael.karner@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | AVL List GmbH | Cisc Semiconductor GmbH | Universität Linz | Linz Center Of Mechatronics | Nxp Semiconductors Austria | Sba Research Gemeinnutzige | Siemens Aktiengesellschaft Österreich | Technische Universität Graz | Siemens Mobility

Laufzeit: 1. Mai 2017 – 30. Juni 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

TrustVehicle

Improved trustworthiness and weather-independence of conditional automated vehicles in mixed traffic scenarios

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH, Österreich | Dr. Daniel Watzenig

Kontakt: daniel.watzenig@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH | Infineon Technologies Austria AG | CISC Semiconductor GmbH

Laufzeit: 1. Juni 2017 – 31. Mai 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

HEADSTART

Harmonised european solutions for testing automated road transport

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: IDIADA Automotive Technology SA, Spanien

Kontakt: Michael.Schmeja@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: 4activeSystems GmbH | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1. Jänner 2019 – 31. Dezember 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

RobustSENSE

**Robust and Reliable Environment Sensing and Situation Prediction
for Advanced Driver Assistance Systems and Automated Driving**

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Daimler AG, Deutschland

Kontakt: horst.pfluegl@avl.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. Juni 2015 – 31. Mai 2018

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

TELL

Towards a fast-uptake of mEdium/Low-voltage eLEctric power trains

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Infineon Technologies Austria AG, Österreich | Dr. Marco Ottella

Kontakt: marco.ottella@infineon.com

Österreichische Projektpartner: AVL List GmbH

Laufzeit: 1. Dezember 2018 – 30. November 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

HiPERFORM

High performant Wide Band Gap Power Electronics for Reliable, energy eFficient drivetrains and Optimization thRough Multi-physics simulation

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Christoph Abart

Kontakt: hiperform@avl.com

Österreichische Projektpartner: FH JOANNEUM Gesellschaft mbH | Infineon Technologies Austria AG | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Laufzeit: 1. Mai 2018 – 30. April 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

PRYSTINE

Programmable Systems for Intelligence in Automobiles

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Infineon Technologies AG, Deutschland

Kontakt: norbert.druml@infineon.com

Österreichische Projektpartner: Technische Universität Graz | Cisc Semiconductor GmbH | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | AVL List GmbH | DICE Danube Integrated Circuit Engineering GmbH & Co Kg | Infineon Technologies Austria AG | TTTech Computertechnik AG | TTTech Auto AG

Laufzeit: 1. Mai 2018 – 30. April 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

SECREDAS

Cyber Security for Cross Domain Reliable Dependable Automated Systems

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: NXP Semiconductors Netherlands BV, Niederlande

Kontakt: christoph.striecks@ait.ac.at

Österreichische Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH
AVL List GmbH | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | AVL List GmbH | CISC Semiconductor GmbH | Thales Austria GmbH | secinto GmbH

Laufzeit: 1. Mai 2018 – 30. April 2021

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

AutoDrive

Advancing fail-aware, fail-safe, and fail-operational electronic components, systems, and architectures for fully automated driving to make future mobility safer, affordable, and end-user acceptable

Internationales RIA-Projekt (Research and Innovation Action)

Projektleitung: Infineon Technologies AG, Deutschland

Kontakt: Rupert.Schlick@ait.ac.at

Österreichische Projektpartner: Technische Universität Graz | AIT Austrian Institute of Technology GmbH | AVL List GmbH | Infineon Technologies Austria AG | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | TTTech Computertechnik AG | TTTech Auto AG

Laufzeit: 1. Mai 2017 – 30. Juni 2020

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

ENABLE S3

European Initiative to Enable Validation for Highly Automated Safe and Secure Systems

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: AVL List GmbH, Österreich | Andrea Leitner

Kontakt: enable-s3@avl.com

Österreichische Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH | Dr. Steffan Datentechnik GmbH | Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | Linz Center Of Mechatronics GmbH | Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG | NM Robotic GmbH | Technische Universität Graz | Thales Austria GmbH | TTControl GmbH | TTTech Computertechnik AG | Universität Linz

Laufzeit: 1. Mai 2016 – 31. Mai 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

IoSENSE

Flexible FE/BE Sensor Pilot Line for the Internet of Everything

Internationales IA-Projekt (Innovation Action)

Projektleitung: Infineon Technologies Dresden GmbH & Co Kg, Deutschland

Kontakt: allen.tengg@v2c2.at

Österreichische Projektpartner: Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH | AIT Austrian Institute of Technology GmbH | AMS AG | Andritz AG | Ctr Carinthian Tech Research AG | Fachhochschule Burgenland GmbH | Infineon Technologies Austria AG | Materials Center Leoben Forschung GmbH | Technische Universität Graz | Universität Klagenfurt

Laufzeit: 1. Mai 2016 – 30. April 2019

Programm: Horizon 2020

Website: cordis.europa.eu

4

Projektverzeichnis

Auflistung aller Projekte in alphabetischer Reihenfolge.

4.1 Projektverzeichnis

Projekt	Projekttitel	Programm	Seite
0-WASTE	Carbon Composite Sheet Werkstoffe für Automotiv-Strukturbauteile aus neuartiger PressTEchnologie	Klima- und Energiefonds	197
1000kmPLUS	Scalable European Powertrain Technology Platform for Cost-Efficient Electric Vehicles to Connect Europe	Horizon 2020	104
3CCAR	Integrated Components for Complexity Control in affordable electrified cars	Horizon 2020	103
48 V BATTLIFE	Erweiterte Funktionalität von 48-V-Batterien durch neuartige spezifische Alterungsmodelle in der Betriebsstrategie	Mobilität der Zukunft	64
ABIL2	Weiterführende Methoden und Softwareentwicklung zur Absicherung der Betriebsfestigkeit neuer Werkstoffe f. den Leichtbau	Klima- und Energiefonds	201
ACHILES	Advanced Architectures Chassis/Traction concept for Future Electric vehicles	Horizon 2020	106
ACTIVE	Autonomous Car To Infrastructure communication mastering adVerse Environments	Mobilität der Zukunft	219
ADVICE	ADvancing user acceptance of general purpose hybridized Vehicles by Improved Cost and Efficiency	Horizon 2020	107
ALP.Lab	Austrian Light Vehicle Proving Region for Automated Driving	Mobilität der Zukunft	210
autoBAHN2020	Forschung für sichere und zuverlässige autonom fahrende Regionalzüge auf frei zugänglichen Strecken	Klima- und Energiefonds	222
auto.Bus – Seestadt	Technologieentwicklung zum autonomen Fahren im ÖPNV	Mobilität der Zukunft	215
AutoDrive	Advancing fail-aware, fail-safe, and fail-operational electronic components, systems, and architectures for fully automated driving to make future mobility safer, affordable, and end-user acceptable.	Horizon 2020	234
AUTO-NOM	Analyse, Evaluierung und Anforderungen an innovative Anwendungen von autonomen Fahrzeugen aus verkehrspolitischer Sicht	Mobilität der Zukunft	225

Projekt	Projekttitle	Programm	Seite
BEVx-2T-Funktion	Funktionsuntersuchung zur Tauglichkeit von 2-Takt-Brennverfahren für alternative Kraftstoffe im Pkw-Hybridverbund	Klima- und Energiefonds	166
BiLiLuBat	Entwicklung von bimodaler Hochenergie-Lithium-Luft-Batterie	Mobilität der Zukunft	66
Bulk H2 onRail	Wasserstofflogistik – Untersuchung der techno-ökonomischen Feasibility und der Rahmenbedingungen für den Rail-Transport	Mobilität der Zukunft	135
CAR e-Bo	Carbon SMC Battery Protection for e-Mobility Body-in-White	Mobilität der Zukunft	74
Chemisches Katheizen	Chemischer Wärmespeicher zum Aufheizen des Katalysators mit gespeicherter Abgaswärme	Klima- und Energiefonds	188
CMO	Clean Motion Offensive	Klima- und Energiefonds	94
CNGDiesel	Erdgas-Diesel Dual-Fuel-Verbrennungsmotor zur signifikanten CO2-Reduktion für Pkw-Antriebe	Mobilität der Zukunft	168
CO2-BTM	Kombinierter Kühl-/Kältekreislauf mit umweltfreundlichem Kältemittel CO2 für Fahrzeug mit Brennstoffzelle	Mobilität der Zukunft	127
COLHD	Commercial vehicles using Optimised Liquid biofuels and HVO Drivetrains	Horizon 2020	170
COMPAS	Collision and Overspeed Monitoring and Prevention Assistance System for Tramways	Mobilität der Zukunft	221
COMPASS	Competitive Auxiliary Power Units for vehicles based on metal supported stack technology	Horizon 2020	142
CONEXUS	Entwicklung einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen faserverstärkten Duroplasten und funktionalen Thermoplasten	Mobilität der Zukunft	200
Connecting Austria	Verbindung von effizientem und automatisiertem Güterverkehr von der Autobahn in die Stadt	Mobilität der Zukunft	213
CoolAFM	Kompakte Axialflussmaschine mit Hochleistungskühlung – innovativer Fahrzeug-Antrieb im 48-Volt-Bereich	Mobilität der Zukunft	78
Crossing Borders	Crossing Borders	Klima und Energiefonds	97
DGT	Dynamic Ground Truth	Mobilität der Zukunft	216

Projekt	Projekttitel	Programm	Seite
DianaBatt	Diagnostik zu Alterung, Sicherheit und Wiederverwertbarkeit von Li-Ionen-Batterien	Mobilität der Zukunft	62
DiePeR	Diesel efficiency improvement with Particulates and emission Reduction	Horizon 2020	170
Digibus Austria	Österreichisches Leitprojekt für Erforschung und Erprobung von automatisiertem Fahren im öffentlichen Personennahverkehr	Mobilität der Zukunft	211
DigiTrans	Gütertransport in Oberösterreich automatisiert – vernetzt – mobil	Mobilität der Zukunft	208
DigiTrans	Testregion Österreich-Nord für automatisiertes Fahren mit Fokus auf Digitalisierungs- und Logistikaspekten	Mobilität der Zukunft	209
DOLPHIN	Disruptive PEMFC stack with novel materials, Processes, architecture and optimized interfaces	Horizon 2020	141
DOMUS	Design Optimisation for efficient electric vehicles based on a User-centric approach	Horizon 2020	190
DownToTen	Measuring automotive exhaust particles down to 10 nanometres	Horizon 2020	190
DRIVEMODE	Integrated Modular Distributed Drive-train for Electric/Hybrid Vehicles	Horizon 2020	104
eCAIMAN	Electrolyte, Cathode and Anode Improvements for Market-near Next-generation Lithium Ion Batteries	Horizon 2020	100
eco2jet	Evaluation and demonstration of an energy-efficient, cost-efficient and eco-friendly HVAC system using R744 through the ÖBB railjet	Klima- und Energiefonds	184
ECOCHAMPS	European COmpetitiveness in Commercial Hybrid and AutoMotive PowertrainS	Horizon 2020	105
EFFEL	Effizienzoptimaler Antrieb für Elektrobus	Mobilität der Zukunft	80
Eff-HVAC	Effiziente Systeme und Betriebsstrategien zur Klimatisierung und Heizung von E-Fahrzeugen	Mobilität der Zukunft	186
eHybridlok	Elektrolok mit Wasser-Elektrolyse-/ Brennstoffzellen-Technologie für Vershub in Eisenbahnnetzen mit und ohne Fahrleitung	Mobilität der Zukunft	136
EinBliC	Entwicklung eines Multiphysikberechnungsmodells von Li-Ion-Zellen als Basis zur Steigerung der Batteriecrashsicherheit	Mobilität der Zukunft	73

Projekt	Projekttitle	Programm	Seite
EKOK	Energie- und komfortoptimierte Innenraum-Klimatisierung von Schienenfahrzeugen	Mobilität der Zukunft	189
ELAAN	Elektrischer Antriebsstrang für Arbeits- und Nutzfahrzeuge	Mobilität der Zukunft	81
E-LOG BioFleet	Leuchtturm der Elektromobilität in einer Logistikflottenanwendung mit Range-Extender unter Nutzung von Biomethan mit klimarelevanter Modellwirkung	Klima- und Energiefonds	139
E-LOG BioFleet II	Leuchtturm der Elektromobilität in einer Logistikflottenanwendung mit Range-Extender unter Nutzung von Biomethan mit klimarelevanter Modellwirkung	Klima- und Energiefonds	139
EMILIA	Electric Mobility for Innovative Freight Logistics in Austria	Klima- und Energiefonds	90
eMORAIL	Integrated eMobility Service for Public Transport	Klima- und Energiefonds	91
eMORAIL advanced	Integrated eMobility Service for Public Transport advanced	Klima- und Energiefonds	91
EMPA-Trac	Electric-Modular-Architecture-Trac	Klima- und Energiefonds	84
emporA	E-Mobile Power Austria – Leuchtturmprojekt der Austrian Mobile Power	Klima- und Energiefonds	98
emporA 2	E-Mobile Power Austria – Leuchtturmprojekt der Austrian Mobile Power 2	Klima- und Energiefonds	98
Empower	Embedded power components for electric vehicle applications	Mobilität der Zukunft	75
eMPROVE	Innovative solutions for the industrialization of electrified vehicles	Klima- und Energiefonds	87
ENABLE S3	European Initiative to Enable Validation for Highly Automated Safe and Secure Systems	Horizon 2020	235
ETA	Efficiency optimization by developing advanced electric Transmissions for lowest emissions in wheel loader Applications	Klima- und Energiefonds	83
EU-LIVE	Efficient Urban Light VEHicles	Horizon 2020	109
EVC1000	Electric Vehicle Components for	Horizon 2020	101
FC REEV	Emissionsfreies elektrisches Personen- & Logistikfahrzeug mit Brennstoffzelle zur Reichweitensteigerung	Mobilität der Zukunft	138

Projekt	Projekttitel	Programm	Seite
FC-Boost	Entwicklung eines hocheffizienten Brennstoffzellen-Luftversorgungssystem für E-Fahrzeuge mit Range-Extender	Mobilität der Zukunft	124
FC-DIAMOND	PEM Fuel Cell Degradation Analysis and Minimization Methodology Based on Joint Experimental and Simulation Techniques	Mobilität der Zukunft	125
FCH Media	Dynamische Gas-Konditionierung und Durchflussmessung für Brennstoffzellenprüfstände	Mobilität der Zukunft	129
FCH Projekte	Fuel Cell & Hydrogen Cluster Austria – Partnerspezifische Projektroadmap	Mobilität der Zukunft	140
FITGEN	Functionally Integrated E-axle Ready for Mass Market Third Generation Electric Vehicles	Horizon 2020	104
FiveVB	Five Volt Lithium Ion Batteries with Silicon Anodes produced for Next Generation Electric Vehicles	Horizon 2020	100
FlyGrid	Flywheel Energy Storage for EV Fast Charging and Grid Integration	Klima- und Energiefonds	95
Future	Funktionale Optimierung von Batteriespeichersystemen in elektrischen Straßenmotorrädern	Mobilität der Zukunft	70
GALION	Gasensorik für Li-Ionen-Batteriesysteme	Klima- und Energiefonds	69
GasOn	Gas-Only internal combustion engines	Horizon 2020	171
GHOST	Integrated and Physically Optimised Battery System for Plug-in Vehicles Technologies	Horizon 2020	101
GreenHVAC4Rail	GreenHVAC4Rail entwickelt eine umweltfreundliche Kälteanlage mit Wärmepumpenfunktion zum Einsatz in Schienenfahrzeugen	Klima- und Energiefonds	183
HDGAS	Heavy Duty Gas Engines integrated into Vehicles	Horizon 2020	171
HEADSTART	Harmonised european solutions for testing automated road transport	Horizon 2020	231
HEuV	Hochintegrierte Energiespeicher für den urbanen Verkehr	Mobilität der Zukunft	76
HiFi-ELEMENTS	High Fidelity Electric Modelling and Testing	Horizon 2020	103

Projekt	Projekttitle	Programm	Seite
HiPERFORM	High performant Wide Band Gap Power Electronics for Reliable, energy eFfi-cient drivetrains and Optimization thRough Multi-physics simulation	Horizon 2020	233
HyCover	Hybrid Electric Vehicle Controllers in the European HDV CO2 Certification pro-cess VECTO via Engineering Release	Mobilität der Zukunft	89
HyDie, Dual-Fuel-Bus	Wasserstoff-Diesel-Dual-Fuel-Antrieb zur schnellen Reduzierung der CO2-Emissionen im ÖPNV	Mobilität der Zukunft	169
HyKüFa	Fiskal-Lkw-Hybridkühlfahrzeug mit routenbasiertem Kühlmanagement für den Kleinlieferverkehr	Mobilität der Zukunft	187
HyperHybrid	Hocheffizienter und kostengünstiger Seriellhybridantrieb für Pkw	Mobilität der Zukunft	82
HySnow	Decarbonisation of Winter Tourism by Hydrogen Powered Fuel Cell Snowmo-biles	Klima- und Energiefonds	132
HyTruck	Hydrogen Truck Austria	Klima- und Energiefonds	131
IEA AFC TCP Annex 34	Fuel Cells for Transportation	Klima- und Energiefonds	142
IEA AMF TCP Annex 40	Life Cycle Analysis of Transportation Fuel Pathways	Klima- und Energiefonds	157
IEA AMF TCP Annex 58	Transport Decarbonisation	Klima- und Energiefonds	157
IEA AMF TCP Annex 59	Lessons Learned from Alternative Fuels Experience	Klima- und Energiefonds	157
IEA HEV TCP Task 19	Life Cycle Assessment of EVs	Klima- und Energiefonds	113
IEA HEV TCP Task 24	Economic Impact Assessment of E-Mobility	Klima- und Energiefonds	113
IEA HEV TCP Task 27	Electrification of transport logistic vehicles	Klima- und Energiefonds	112
IEA HEV TCP Task 29	Electrified, Connected and Automated Vehicles	Klima- und Ener-giefonds	111
IEA HEV TCP Task 30	Assessment of Environmental Effects of Electric Vehicles	Klima- und Energiefonds	111
IEA HEV TCP Task 33	Battery Electric Buses	Klima- und Energiefonds	112
IEA HEV TCP Task 40	CRM4EV Critical Raw Material for Electric Vehicles	Klima- und Ener-giefonds	110

Projekt	Projekttitel	Programm	Seite
IEA HEV TCP Task 41	Electric freight vehicles	Klima- und Energiefonds	110
i-HeCoBatt	Intelligent Heating and Cooling solution for enhanced range EV Battery packs	Horizon 2020	100
IMAGE	Innovative Manufacturing Routes for Next Generation Batteries in Europe	Horizon 2020	99
iModBatt	Industrial Modular Battery Pack Concept Addressing High Energy Density, Environmental Friendliness, Flexibility and Cost Efficiency for Automotive Applications	Horizon 2020	99
IMPERIUM	Implementation of Powertrain Control for Economic and Clean Real driving emission and fuel Consumption	Horizon 2020	190
INN-BALANCE	INNOVATIVE Cost Improvements for BALANCE of Plant Components of Auto-motive PEMFC Systems	Horizon 2020	141
InnoBuPro	Innovative Produktion von Biobutanol aus industriellen biogenen Reststoffen am Beispiel Sulfitablaue	Mobilität der Zukunft	154
INSIGHT	Implementation in real SOFC Systems of monitoring and diagnostic tools using signal analysis to increase their lifetime	Horizon 2020	141
INTEGRA	Entwicklung eines hochkompakten High-Speed-Drive Systems für den elektrischen Antriebsstrang	Mobilität der Zukunft	79
INTELLiTRAM	Intelligent Tramways through Sense, Learn and React	Mobilität der Zukunft	212
INTERACT	Interaktion von automatisierten Fahrzeugen und der intelligenten Straße unter realen Umweltbedingungen	Mobilität der Zukunft	226
IoSENSE	Flexible FE/BE Sensor Pilot Line for the Internet of Everything	Horizon 2020	235
IPPAD	Effect of 4500 bar injection pressure and super-critical phase change of surrogate and real-world fuels enriched with additives and powering Diesel engines on soot emissions reduction	Horizon 2020	171
ISALIB	Intrinsic Safety and Risk of Automotive Li-Ion Batteries	Mobilität der Zukunft	65
KC4HiPS	Key Components for High Pressure Systems	Mobilität der Zukunft	128

Projekt	Projekttitle	Programm	Seite
KEYTECH4EV	Entwicklung und Demonstration von Schlüsseltechnologien für kostengünstige Elektrofahrzeugplattformen	Klima- und Energiefonds	133
KoMoT	Komfortable Mobilität mittels Technologieintegration	Mobilität der Zukunft	88
KoRe	Kostenoptimierungspotenzial bei elektrischen Motorradenergiespeichern durch Zu-lassen von Verformungen in Crashlastfällen	Mobilität der Zukunft	72
KryoAlu2	Kryogene Umformung von Aluminium-Außenhautbauteilen für automobiler Anwendungen	Klima- und Energiefonds	198
LaneS – C-ITS	Autom. Erzeugung fahrstreifenfeiner Straßengraphen im urbanen Raum, Einsatz für C-ITS-Anwendungen und autom. Fahren	Mobilität der Zukunft	223
LEEFF	Low Emission Electric Freight Fleets	Klima- und Energiefonds	86
LESS	Lebensdauererhöhung bei Schwungradspeichersystemen	Mobilität der Zukunft	77
LiDcAR	Hochauflösendes Fernbereichs-Lidar für autonomes Fahren	Mobilität der Zukunft	214
Liquid	Identifizierung des Marktpotenzials von Liquefied Natural Gas in Österreich	Mobilität der Zukunft	156
M-B-D	Multimaterial-Body-Design	Mobilität der Zukunft	199
MEGAWATT-Logistics	Electric truck fleet – field test and optimising charging infra-structure investment with power demand on MEGAWATT scale	Klima- und Energiefonds	96
MeStREx	Metallischer Stack für Range-Extender	Mobilität der Zukunft	126
Mikro-ÖVAU	Sondierung einer Testumgebung für automatisierten öffentlichen Personen-nahverkehr	Mobilität der Zukunft	227
MoLaFlex	Hochflexibles Konzept für den autonomen Betrieb mobiler Lademaschinen	Mobilität der Zukunft	218
MoVE The NuVe	Motorseitige Verbrauchs-, Emissions- und Thermomanagement-maßnahmen für Nutzfahrzeuge im innerstädtischen Verkehr	Mobilität der Zukunft	182
OBELICS	Optimization of scalaBle rEaltime modeLs and functional testing for e-drive ConceptS	Horizon 2020	105
OPTEMUS	Optimised Energy Management and Use	Horizon 2020	108

Projekt	Projekttitel	Programm	Seite
ORTHOS LOGOS	Entwicklung eines Betreiberkonzepts für den multimodalen Testbetrieb automatisierter Fahrzeuge im Güterverkehr	Mobilität der Zukunft	228
OSEM-EV	Optimised and Systematic Energy Management in Electric Vehicles	Horizon 2020	108
Otto 45	Kraftstoffreformierung als Weg zum Ottomotor mit 45% Wirkungsgrad	Klima- und Energiefonds	167
Oxy-Gen2	Regenerative sauerstoffhaltige Diesel-Ersatzkraftstoffe als Chance für Effizienzsteigerung und Emissionsminimierung	Mobilität der Zukunft	155
PEM REX S	PEM Range Extender System	Mobilität der Zukunft	134
PL2N A	Paradigmenwechsel im Legierungskonzept von Leichtmetallen mit intrinsischer Nachhaltigkeit für Struktur-Anwendungen	Klima- und Energiefonds	196
PROTECT	Performance-Recovery Strategy & Advanced Control for Efficient Fuel Cell Operation	Mobilität der Zukunft	122
PRYSTINE	Programmable Systems for Intelligence in Automobiles	Horizon 2020	233
QUIET	Qualifying and Implementing a user-centric designed and Efficient electric vehicle	Horizon 2020	107
RE ² BA	Recycling und Reuse von Lithium-Ionen-Batterien	Klima- und Energiefonds	68
RESOLVE	Range of Electric Solutions for L-category Vehicles	Horizon 2020	109
REWARD	REal World Advanced Technologies foR Diesel Engines	Horizon 2020	172
RoadCon	Referenzwertermittlung für Straßenzustand im Realverkehr	Mobilität der Zukunft	224
RobustSENSE	Robust and Reliable Environment Sensing and Situation Prediction for Advanced Driver Assistance Systems and Automated Driving	Horizon 2020	232
SCOTT	Secure COnnected Trustable Things	Horizon 2020	230
SEAMLESS	Sustainable, Efficient Austrian Mobility with Low-Emission Shared Systems	Klima- und Energiefonds	85
SECRETAS	Cyber Security for Cross Domain Reliable Dependable Automated Systems	Horizon 2020	234
SELFIE	SELF-sustained and Smart Battery Thermal Management Solution for Battery Electric Vehicles	Horizon 2020	101

Projekt	Projekttitle	Programm	Seite
Silver Stream	Social innovation and light electric vehicle revolution on streets and ambient	Horizon 2020	108
Simpore	Simulationsmethode zur effizienten Leistungs- und Energieoptimierung mikroporöser Batteriematerialien	Klima- und Energiefonds	67
SKEF	Sorptive Konditionierung von Elektrofahrzeugen	Mobilität der Zukunft	185
SMILE	Smart Mobility Info & Ticketing System Leading the Way for Effective E-Mobility Services	Klima- und Energiefonds	93
SoH4PEM	State of Health Überwachung für PEM Brennstoffzellenstapel	Mobilität der Zukunft	123
SOSLeM	Solid Oxide Stack Lean Manufacturing	Horizon 2020	142
STEVE	Smart-Taylored L-category Electric Vehicle demonstration in heterogeneous urban-use-cases	Horizon 2020	106
SYS2WHEEL	Integrated components, systems and architectures for efficient adaptation and conversion of commercial vehicle platforms to 3rd generation battery electric vehicles for future CO2-free city logistics	Horizon 2020	102
TELL	Towards a fast-uptake of medium/Low-voltage electric power trains	Horizon 2020	232
Tes4seT	Thermal energy storages for sustainable energy technologies (Tes4seT)	Klima- und Energiefonds	71
TrustVehicle	Improved trustworthiness and weather-independence of conditional automated vehicles in mixed traffic scenarios	Horizon 2020	231
UPGRADE	High efficient Particulate free Gasoline Engines	Horizon 2020	170
UpHy I	Upscaling of green hydrogen for mobility and industry	Klima- und Energiefonds	130
UPSCALE	Upscaling Product development Simulation Capabilities exploiting Artificial intelligence for Electrified vehicles	Horizon 2020	230
VALERIE	Vibrationsanalyse von Lithium-Ionen-Batterien	Mobilität der Zukunft	63
VECEPT	All Purpose Cost Efficient Plug-In Electric (Hybridized) Vehicle	Klima- und Energiefonds	92

Projekt	Projekttitel	Programm	Seite
via-AUTONOM	Verkehrsinfrastruktur und Anforderungen für autonomen Straßenverkehr	Mobilität der Zukunft	220
VISION-xEV	Virtual Component and System Integration for Efficient Electrified Vehicle Development	Horizon 2020	102
WACHsens	Fahrtüchtigkeitsbewertung bei teilautomatisiertem Fahren durch physiologische, verhaltens- und kamerabasierte Sensorik	Mobilität der Zukunft	217
Wasserstoffspeicher	Ionische Flüssigkeit als druckloser, ohne Kühlung flüssiger, regenerierbarer Wasserstoffspeicher	Mobilität der Zukunft	137
WienZWA	WienZWA – Zukunft Wird Automatisiert	Mobilität der Zukunft	229

5

Verzeichnis der Projektpartner

Alphabetische Auflistung der Unternehmen und Forschungsinstitute in Österreich mit Beteiligung an den Projekten.

5.1 Verzeichnis der Projektpartner

Organisation	Projekt	Seite
4a manufacturing GmbH	eMPROVE	87
4activeSystems GmbH	HEADSTART	231
A1 Telekom Austria AG	emporA	98
	emporA 2	98
AC styria Mobilitätscluster GmbH	ALP.Lab	210
Adolf Tobias Gesellschaft m.b.H.	EMPA-Trac	84
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien	Tes4seT	71
AIT Austrian Institute of Technology GmbH	ALP.Lab	210
	autoBAHN2020	222
	auto.Bus – Seestadt	215
	AutoDrive	234
	BiLiLuBat	66
	CO2-BTM	127
	COMPAS	221
	Crossing Borders	97
	DianaBatt	62
	Digibus Austria	211
	DigiTrans	208
	eCAIMAN	100
	EFFEL	80
	Eff-HVAC	186
	EMILIA	90
	EMPA-Trac	84
	eMPROVE	87
	ENABLE S3	235
	FITGEN	104
	HyKüFa	187
	iModBatt	99

Organisation	Projekt	Seite
	INTELLiTRAM	212
	IoSENSE	235
	MoLaFlex	218
	QUIET	107
	RESOLVE	109
	SCOTT	230
	SEAMLESS	85
	SECREDas	234
	SELFIE	101
	Simpore	67
	Tes4seT	71
	VALERIE	63
	VECEPT	92
	via-AUTONOM	220
ALP.Lab GmbH	ALP.Lab	210
Alpex Technologies GmbH	0-WASTE	197
	CAR e-Bo	74
Alset GmbH	HyDie, Dual-Fuel-Bus	169
AMAG	KryoAlu2	198
AMMAG GmbH Schüttguttechnik	Tes4seT	71
AMS AG	IoSENSE	235
AMSD Advanced Mechatronic System Development KG	HEuV	76
ANDATA GmbH	Connecting Austria	213
	WienZWA	229
ANDRITZ AG	IoSENSE	235
ASFINAG	ALP.Lab	210
AT & S Austria Techno- logie & Systemtechnik Aktiengesellschaft	Empower	75
ATT advanced thermal technologies GmbH	eMPROVE	87
	QUIET	107
Austrian Mobile Power, Verein für Elektromobilität	EMILIA	90

Organisation	Projekt	Seite
AustriaTech – Gesellschaft des Bundes für technologiepolitische Maßnahmen GmbH	IEA HEV TCP Task 24	113
	IEA HEV TCP Task 29	111
Automotive Solutions GmbH	CMO	94
AVL List GmbH	1000kmPLUS	104
	3CCAR	103
	ADVICE	107
	ALP.Lab	210
	AutoDrive	234
	BiLiLuBat	66
	Chemisches Katheizen	188
	CO2-BTM	127
	COMPASS	142
	DGT	216
	DiePeR	170
	DownToTen	190
	ECOCHAMPS	105
	EinBlic	73
	emporA	98
	emporA 2	98
	eMPROVE	87
	ENABLE S3	235
	EVC1000	101
	FC-Boost	124
	FC-DIAMOND	125
	FCH Media	129
	FCH Projekte	140
	FiveVB	100
	GasOn	171
	GHOST	101
	HDGAS	171
	HiPERFORM	233
	HyTruck	131
	IMAGE	99

Organisation	Projekt	Seite
	IMPERIUM	190
	INN-BALANCE	141
	INSIGHT	141
	IPPAD	171
	KEYTECH4EV	133
	MeStREx	126
	OBELICS	105
	OSEM-EV	108
	Otto 45	167
	Oxy-Gen2	155
	PEM REX S	134
	PROTECT	122
	PRYSTINE	233
	RE ² BA	68
	REWARD	172
	RobustSENSE	232
	SCOTT	230
	SECRETAS	234
	SoH4PEM	123
	SOSLeM	142
	TrustVehicle	231
	UPGRADE	170
	VECEPT	92
	VISION-xEV	102
AVL qpunkt GmbH	CO2-BTM	127
	QUIET	107
	Tes4seT	71
BEKO Engineering & Informatik AG	emporA	98
	emporA 2	98
Benteler SGL Composite Technology GmbH	CAR e-Bo	74
BIOENERGY 2020+ GmbH	IEA AMF TCP Annex 40	157
	IEA AMF TCP Annex 58	157
	IEA AMF TCP Annex 59	157
Bitter GmbH	EMILIA	90

Organisation	Projekt	Seite
BMW Motoren GmbH	CNGDiesel	168
Bombardier Transportation Austria GmbH	COMPAS	221
	INTELLiTRAM	212
BRP-Rotax GmbH & Co KG	HySnow	132
Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH	CMO	94
	Connecting Austria	213
	DigiTrans	208
	EMILIA	90
CISC Semiconductor GmbH	PRYSTINE	233
	SCOTT	230
	SECREDas	234
	STEVE	106
	TrustVehicle	231
Commend International GmbH	Digibus Austria	211
Consistix GmbH	LEEFF	86
create – mediadesign GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
	SMILE	93
creative-it Software & Consulting e.U.	SEAMLESS	85
CTR Carinthian Tech Resaerch AG	IoSENSE	235
DAU GmbH & Co KG	FlyGrid	95
Daxner & Merl GmbH	DianaBatt	62
DB Schenker & Co AG	HyTruck	131
Denzel Mobility CarSharing GmbH	emporA	98
	emporA 2	98
	eMORAIL advanced	91
DICE Danube Integrated Circuit Engineering GmbH & CO KG	PRYSTINE	233
DigiTrans GmbH	DigiTrans	208

Organisation	Projekt	Seite
DiTest Fahrzeug- diagnose GmbH	emporA	98
	emporA 2	98
DPD Direct Parcel Dis- tribution Austria GmbH	EMILIA	90
Dr. Reinhard Pfliegl	INTERACT	226
	ORTHOS LOGOS	228
Dr. Steffan Datentechnik GmbH	ENABLE S3	235
E.ON Technologies GmbH	Crossing Borders	97
easE-Link GmbH	FlyGrid	95
EBE Mobility & Green Energy GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
EBE Solutions GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
ECONSULT Betriebs- beratungsgesellschaft m.b.H	EMILIA	90
Ecoplus, die Wirt- schaftsagentur des Landes Niederösterreich	SEAMLESS	85
	VECEPT	92
Ecotech e.U.	Crossing Borders	97
	emporA	98
	emporA 2	98
ECUSOL	HySnow	132
Energie Ingenieure GmbH	LEEFF	86
Energie Steiermark Technik GmbH	FlyGrid	95
Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz	HyTruck	131
	UpHy I	130
Energienetze Steiermark GmbH	FlyGrid	95
ENGEL AUSTRIA GmbH	0-WASTE	197
ENIO GmbH	SEAMLESS	85

Organisation	Projekt	Seite
EPI GMBH	i-HeCoBatt	100
ETA Umweltmanagement	SEAMLESS	85
	SMILE	93
eutema GmbH	eCAIMAN	100
EVN AG	emporA	98
	emporA 2	98
	HyTruck	131
	MEGAWATT-Logistics	96
Fachhochschule Burgenland GmbH	IoSENSE	235
Fachhochschule Kärnten – gemeinnützige Privatstiftung	STEVE	106
Factum aptec Ventures GmbH	Digibus Austria	211
	WACHsens	217
FEN Sustain Systems GmbH	HyTruck	131
	LEEFF	86
FH JOANNEUM Gesellschaft mbH	HiPERFORM	233
	INTEGRA	79
	OBELICS	105
FH Oberösterreich Campus Hagenberg	LEEFF	86
FH OÖ Campus Wels	CMO	94
FH OÖ Campus Wels – Austria Solar Innovation Center (ASIC)	Tes4seT	71
FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH	autoBAHN2020	222
	Connecting Austria	213
	DigiTrans	208
	LiquID	156
	SKEF	185
FILL GmbH	KryoAlu2	198
Flughafen Wien Aktiengesellschaft	ORTHOS LOGOS	228

Organisation	Projekt	Seite
Fluidtime Data Services GmbH	Crossing Borders	97
	Digibus Austria	211
	emporA	98
	emporA 2	98
	SMILE	93
	VECEPT	92
Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH	CNGDiesel	168
	HyDie, Dual-Fuel-Bus	169
	HyperHybrid	82
FPT Motorenforschung AG	HyTruck	131
Fronius International GmbH	ELAAN	81
	E-LOG	139
	E-LOG BioFleet II	139
	FCH Projekte	140
	HySnow	132
	SEAMLESS	85
Gebrüder Weiss Gesellschaft m.b.H.	LEEFF	86
Gebrüder Weiss Paketdienst Gesellschaft mbH	EMILIA	90
Geospy Aerial Imaging & Mapping	autoBAHN2020	222
Gerhard Zoubek Vertriebs KG	HyKüFa	187
gleam technologies GmbH	EMILIA	90
GREENoneTEC Solarindustrie GmbH	Tes4seT	71
Greenride GmbH	SEAMLESS	85
Hellpower Energy e.U.	EMPA-Trac	84
HERRY Consult GmbH	Digibus Austria	211
	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91

Organisation	Projekt	Seite
	SEAMLESS	85
Hexcel Composites GmbH & Co. KG	0-WASTE	197
	DOLPHIN	141
Hinterstoder-Wurzeralm Bergbahnen	HySnow	132
HiWiTronics – Verein zur Untersuchung von Hi-fidelity wireless Elektronik-Lösungen	SYS2WHEEL	102
Hörbiger Wien GmbH	KEYTECH4EV	133
Human Research Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung GmbH	WACHsens	217
HyCentA Research GmbH	E-LOG BioFleet	139
	E-LOG BioFleet II	139
	FC REEV	138
	FCH Media	129
	FCH Projekte	140
	HySnow	132
	HyTruck	131
	IEA AFC TCP Annex 34	142
	KEYTECH4EV	133
	UpHy I	130
Hydrive Engineering GmbH	ETA	83
HypTec GmbH	KC4HiPS	128
i2m Unternehmensentwicklung GmbH	SELFIE	101
	Tes4seT	71
iC consulenten Ziviltechniker GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
	SEAMLESS	85
	SMILE	93
IESTA – Institut für Innovative Energie- und Stoffaustauschsysteme	ADVICE	107

Organisation	Projekt	Seite
	Connecting Austria	213
	DigiTrans	
	eco2jet	184
	eMPROVE	87
	GreenHVAC4Rail	183
	SYS2WHEEL	102
IESTA – Institute for Advanced Energy Systems & Transport Applications	KEYTECH4EV	133
	VECEPT	92
i-LOG Integrated Logistics GmbH	LEEFF	86
	MEGAWATT-Logistics	96
im-plan-tat Raum- planungs-GmbH & Co KG	SEAMLESS	85
IMT-C	BEVx-2T-Funktion	166
Industriewissenschaft- liches Institut (IWI)	SKEF	185
Infineon Technologies Austria AG	3CCAR	103
	ACTIVE	219
	AutoDrive	234
	emporA	98
	emporA 2	98
	GHOST	101
	HiPERFORM	233
	INTEGRA	79
	IoSENSE	235
	218	
	PRYSTINE	233
	Silver Stream	108
	STEVE	106
	TELL	
	TrustVehicle	231
	VECEPT	92

Organisation	Projekt	Seite
Institute of Electrical Measurement and Measurement Signal Processing, TU Graz	HyTruck	131
isn – innovation service network GmbH	EMILIA	90
IVD Prof. Hohenberg GmbH	VECEPT	92
JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH	ALP.Lab	210
	DGT	216
	E-LOG BioFleet	139
	E-LOG BioFleet II	139
	IEA HEV TCP Task 19	113
	IEA HEV TCP Task 27	112
	IEA HEV TCP Task 30	111
	IEA HEV TCP Task 33	110
	IEA HEV TCP Task 40	112
	LiquID	156
Johannes Kepler University Linz – Institute of Polymer Product Engineering	0-WASTE	197
	CAR e-Bo	74
Kairos – Institut für Wirkungsforschung und Entwicklung	MEGAWATT-Logistics	96
Kalomiris Consulting e.U.	SEAMLESS	85
Kanzler Verfahrenstechnik Gesellschaft m.b.H.	InnoBuPro	154
Kapsch TrafficCom AG	Digibus Austria	211
Kärntner Landesregierung	ALP.Lab	210
KEBA AG	CMO	94
	KoMoT	88
KELAG Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft	STEVE	106
KISKA GMBH	RESOLVE	109

Organisation	Projekt	Seite
KKK Kupec Kraftfahrzeuge- und Kühlmaschinenhandelsges.m.b.H.	HyKüFa	187
Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH	3CCAR	103
	ACTIVE	219
	ADVICE	107
	AutoDrive	234
	Connecting Austria	213
	DGT	216
	DiePeR	170
	Digibus Austria	211
	DOMUS	190
	ECOCHAMPS	105
	eMPROVE	87
	ENABLE S3	235
	EU-LIVE	109
	FiveVB	100
	GALION	69
	GreenHVAC4Rail	183
	HDGAS	171
	HEADSTART	231
	HiPERFORM	233
	HyperHybrid	82
	IoSENSE	235
	ISALIB	65
	KoMoT	88
	LaneS – C-ITS	223
	LiDcAR	214
	OBELICS	105
	OPTEMUS	108
	PRYSTINE	233
	REWARD	172
	SCOTT	230
	SECREDas	234

Organisation	Projekt	Seite
	SELFIE	101
	Simpore	67
	SKEF	185
	SYS2WHEEL	102
	TrustVehicle	231
	UPSCALE	230
	VECEPT	92
	via-AUTONOM	220
Kompetenzzentrum Holz GmbH	InnoBuPro	154
Kreisel Electric GmbH & CoKG	LEEFF	86
KRISTL, SEIBT & Co GmbH	ETA	83
KTM AG	Future	70
	KoRe	72
	RE ² BA	68
	RESOLVE	109
KTM Technologies GmbH	CONEXUS	200
Kuratorium für Verkehrssicherheit	auto.Bus – Seestadt	215
	Connecting Austria	213
	WienZWA	229
Lagermax Lagerhaus und Speditions AG	CMO	94
Lenzing Aktiengesellschaft	InnoBuPro	154
Liebherr – Transportation Systems GmbH & CO KG	eco2jet	184
	GreenHVAC4Rail	183
	Tes4seT	71
Liebherr-Werk Bischofshofen GmbH	ETA	83
	MoLaFlex	218
Lightweight Energy GmbH	CMO	94
Linde Fördertechnik GmbH	E-LOG BioFleet	139

Organisation	Projekt	Seite
	E-LOG BioFleet II	139
Linde Gas GmbH	KryoAlu2	198
LINZ CENTER OF ME- CHATRONICS GMBH	ENABLE S3	235
	SCOTT	230
LINZ STROM GmbH	CMO	94
	emporA	98
	emporA 2	98
LKR Leichtmetall- kompetenzzentrum Ranshofen GmbH	EMILIA	90
	eMPROVE	87
	KryoAlu2	198
	M-B-D	199
	PL2N A	196
LSG Building Solutions GmbH	MEGAWATT-Logistics	96
M.J.L. Technische Soft- ware GmbH	ABIL2	201
Magna E-Car Systems GmbH & Co OG	emporA	98
	emporA 2	98
Magna Powertrain, En- gineering Center Steyr GmbH & CO KG	ECOCHAMPS	105
	Eff-HVAC	186
	HiFi-ELEMENTS	103
Magna Steyr Enginee- ring AG & Co KG	ABIL2	201
	EMILIA	90
	ENABLE S3	235
	FC REEV	138
	FCH Projekte	140
	KC4HiPS	128
	KoMoT	88
	M-B-D	199
Magna Steyr Fahrzeug- technik AG & Co KG	ALP.Lab	210
	KEYTECH4EV	133

Organisation	Projekt	Seite
	M-B-D	199
	MEGAWATT-Logistics	96
Materials Center Leoben Forschung GmbH	INTEGRA	79
	IoSENSE	235
Miba Aktiengesellschaft	i-HeCoBatt	100
	iModBatt	99
Miba Sinter Austria GmbH	CoolAFM	78
	EMILIA	90
Mission Embedded GmbH	COMPAS	221
	INTELLiTRAM	212
Molinari Rail GmbH	EKOK	189
Montanuniversität Leoben	eMPROVE	87
	KryoAlu2	198
	RE ² BA	68
Montanuniversität Leoben – Institut für Struktur- und Funktionskeramik	INTEGRA	79
Montanuniversität Leoben – Lehrstuhl für Energieverbundtechnik	FlyGrid	95
myonic GmbH	FlyGrid	95
nast consulting ZT GmbH	INTERACT	226
	ORTHOS LOGOS	228
Netz Niederösterreich GmbH	MEGAWATT-Logistics	96
Neue Urbane Mobilität Wien GmbH	SMILE	93
NM Robotic GmbH	ENABLE S3	235
NTT DATA Österreich GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
	SMILE	93
NXP Semiconductors Austria GmbH	SCOTT	230

Organisation	Projekt	Seite
ÖAMTC	ALP.Lab	210
	INTERACT	226
ÖBB-Produktion GmbH	eHybridlok	136
ÖBB-Holding AG	Digibus Austria	211
	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
	SMILE	93
ÖBB-Infrastruktur AG	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
	SMILE	93
ÖBB-Personenverkehr AG	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
	SMILE	93
ÖBB-Technische Services GmbH	eco2jet	184
Oberaigner Powertrain GmbH	LEEFF	86
Obrist Engineering GmbH	eco2jet	184
	GreenHVAC4Rail	183
	QUIET	107
Obrist Powertrain GmbH	HyperHybrid	82
Odörfer Haustechnik GmbH	Tes4seT	71
OMV Refining & Marketing GmbH	E-LOG BioFleet	139
	E-LOG BioFleet II	139
	FCH Projekte	140
	Oxy-Gen2	155
	UpHy I	130
Österreichische Post AG	MEGAWATT-Logistics	96
	SEAMLESS	85
Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H. (AIT)	emporA	98
	emporA 2	98

Organisation	Projekt	Seite
ovos media GmbH	Crossing Borders	97
Pankl Systems Austria GmbH	INTEGRA	79
PDTS GmbH	Crossing Borders	97
PhysTech Coating Technology GmbH	MeStREx	126
PL.O.T. EDV-Planungs- und Handelsgesellschaft mbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
Plansee SE	COMPASS	142
	MeStREx	126
Polymer Competence Center Leoben GmbH	GALION	69
Primagaz GmbH	Liquid	156
PRISMA solutions EDV-Dienstleistungen GmbH	Digibus Austria	211
	via-AUTONOM	220
Productbloks GmbH	HyTruck	131
proionic GmbH	Wasserstoffspeicher	137
Prolytic – Marketing Engineering, Consulting & Software GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
Quehenberger Logistics GmbH	LEEFF	86
	MEGAWATT-Logistics	96
Quintessenz Organisationsberatung GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
	SMILE	93
Raiffeisen Leasing GmbH	emporA	98
	emporA 2	98
Rail Cargo Austria Aktiengesellschaft	Bulk H2 onRail	135
Rail Equipment GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91

Organisation	Projekt	Seite
Railway Competence and Certification GmbH	Bulk H2 onRail	135
Region Villach Tourismus GmbH	STEVE	106
reload multimedia	CMO	94
REWE International AG	emporA	98
	emporA 2	98
REWE International Lager- und Transportgesellschaft m.b.H.	EMILIA	90
	MEGAWATT-Logistics	96
RF Rupert Fertinger GmbH	GreenHVAC4Rail	183
RHI AG	Tes4seT	71
Robert Bosch AG	48V BATTLIFE	64
	ALP.Lab	210
Rosenbauer E-Technology Development GmbH	HyTruck	131
Rosinak & Partner ZT Gesellschaft m.b.H.	via-AUTONOM	220
RTA Rail Tec Arsenal Fahrzeugversuchsanlage GmbH	EKOK	189
Rupert Fertinger GmbH	eco2jet	184
S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation und Design mbH	Tes4seT	71
SAG Motion GmbH	COLHD	170
	HDGAS	171
Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation	emporA	98
	emporA 2	98
Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H.	Digibus Austria	211
	Mikro-ÖVAU	227
Samariterbund Wien Rettung und Soziale Dienste gemeinnützige GmbH	VECEPT	92

Organisation	Projekt	Seite
Sammer & Partner Zivil-techniker GmbH	AUTO-NOM	225
Samsung SDI Battery Systems GmbH	ECOCHAMPS	105
	eMPROVE	87
	EU-LIVE	109
	GALION	69
	ISALIB	65
	VECEPT	92
Satiamo GmbH	LEEFF	86
Saubermacher Dienstleistungs AG	eMPROVE	87
	RE ² BA	68
SBA Research gemeinnützige GMBH	SCOTT	230
Schachinger Immobilien und Dienstleistungs GmbH & Co OG	EMILIA	90
	MEGAWATT-Logistics	96
Schachinger Logistik Holding GmbH	LEEFF	86
Schenker & Co AG	E-LOG BioFleet	139
	E-LOG BioFleet II	139
SECAR Technologie GmbH	FlyGrid	95
secinto GmbH	SECREDAS	234
Selecta Betriebsverpflegungs-GmbH	LEEFF	86
Sensirion AG	GALION	69
Siemens Aktiengesellschaft Österreich	ACTIVE	219
	auto.Bus – Seestadt	215
	emporA	98
	emporA 2	98
	SCOTT	230
Siemens CVC Convergence Creators GmbH	Crossing Borders	97
Siemens Mobility GmbH	ACTIVE	219
	autoBAHN2020	222

Organisation	Projekt	Seite
	Connecting Austria	213
	SCOTT	230
SIGNON Österreich GmbH	EMILIA	90
Smart E-Mobility	CMO	94
Smart Power GmbH & Co KG	RE ² BA	68
SMATRICS GmbH & Co KG	Crossing Borders	97
	LEEFF	86
	MEGAWATT-Logistics	96
	VECEPT	92
Software Competence Center Hagenberg GmbH	Connecting Austria	213
SPAR Österreichische Warenhandels-Aktiengesellschaft	LEEFF	86
	MEGAWATT-Logistics	96
SPECTRA Today GmbH	SEAMLESS	85
Spirit Design – Innovation and Brand GmbH	EU-LIVE	109
Stadt Villach	STEVE	106
Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft m.b.H.	autoBAHN2020	222
STEYR MOTORS GmbH	CMO	94
Stiegl Getränke & Service GmbH & Co. KG	MEGAWATT-Logistics	96
STM Schweißtechnik Meitz eU	Tes4seT	71
SWARCO FUTURIT Verkehrssignalsysteme Ges.m.b.H.	Connecting Austria	213
	WienZWA	229
Sycube Informationstechnologie GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
synergesis consult.ing – Ing. Herbert Wancura	Bulk H2 onRail	135
tbw research GesmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91

Organisation	Projekt	Seite
	SEAMLESS	85
	SMILE	93
TDK Electronics GmbH & Co OG	INTEGRA	79
Technische Universität Graz	3CCAR	103
	ALP.Lab	210
	AutoDrive	234
	CMO	94
	DownToTen	190
	ENABLE S3	235
	HDGAS	171
	IMAGE	99
	IoSENSE	235
	PRYSTINE	233
	SCOTT	230
Technische Universität Graz – Arbeitsgruppe Energy Aware Systems	FlyGrid	95
Technische Universität Graz – Institut für Chemische Technologie von Materialien	Bi-LiLuBat	
Technische Universität Graz – Institut für Chemische Ver- fahrenstechnik und Umwelttechnik	FC-DIAMOND	125
	ISALIB	65
	KEYTECH4EV	133
	MeStREx	126
	Oxy-Gen2	155
	PEM REX S	134
	PROTECT	122
	SoH4PEM	123
	Wasserstoffspeicher	137
Technische Universität Graz – Institut für Elek- trische Meßtechnik und Meßsignalverarbeit-ung	HySnow	132

Organisation	Projekt	Seite
	LESS	
Technische Universität Graz – Institut für Elekt- ronische Sensorsysteme	FC-DIAMOND	125
	GALION	69
	VALERIE	63
Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit	CAR e-Bo	74
	EinBliC	73
	Future	70
	KoRe	72
Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugtechnik	KoMoT	88
	RoadCon	224
	WACHsens	217
Technische Universität Graz – Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen	DGT	216
Technische Universität Graz – Institut für Maschinenelemente und Entwicklungsmethodik	HEuV	76
	LESS	
Technische Universität Graz – Institut für Physikalische und Theoretische Chemie	FC-DIAMOND	125
	SoH4PEM	123
Technische Universität Graz – Institut für Stra- ßen- und Verkehrswesen	AUTO-NOM	225
	LaneS – C-ITS	223
Technische Universität Graz – Institut für Verbrennungskraft- maschinen und Thermodynamik	BEVx-2T-Funktion	166
	CNGDiesel	168
	HyCover	89
	HyDie, Dual-Fuel-Bus	169

Organisation	Projekt	Seite
	HyperHybrid	82
	HyTruck	131
	MoVE The NuVe	182
Technische Universität Graz – Institut für Wärmetechnik	eco2jet	184
	GreenHVAC4Rail	183
	MeStREx	126
	Tes4seT	71
Technische Universität Graz – Institut für Werk- stoffkunde, Fügetechnik und Umformtechnik	M-B-D	199
Technische Universität Wien – Department für Raumplanung	INTERACT	226
Technische Universität Wien – Forschungs- bereich für Ver- kehrsplanung und Verkehrstechnik	SMILE	93
Technische Universität Wien – Institut für angewandte Synthesechemie	Tes4seT	71
Technische Universität Wien – Institut für Automatisierungs- und Regelungstechnik (ACIN)	LiDcAR	214
Technische Universität Wien – Institut für Che- mische Technologien und Analytik	DianaBatt	62
Technische Universität Wien – Institut für Energietechnik und Thermodynamik	Tes4seT	71
Technische Universität Wien – Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik	48V BATTLIFE	64
	Chemisches Katheizen	188
	CoolAFM	78
	FC REEV	138

Organisation	Projekt	Seite
	FC-Boost	124
	INTERACT	226
	ORTHOS LOGOS	228
		167
	Oxy-Gen2	155
Technische Universität Wien – Institut für Festkörperphysik	PL2N A	196
Technische Universität Wien – Institut für Mechanik und Mechatronik	Connecting Austria	213
	ETA	83
	FCH Media	129
	HyTruck	131
	KEYTECH4EV	133
	PROTECT	122
	SoH4PEM	123
Technische Universität Wien – Institut für Sensor- und Aktuatorssysteme	Empower	75
Technische Universität Wien – Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften	InnoBuPro	154
Technische Universität Wien – Universitäre Service-Einrichtung für Transmissions-Elektronenmikroskopie (USTEM)	PL2N A	196
Technisches Büro Dr. Walter Somitsch	Tes4seT	71
Technology & Innovation Center TIC Steyr GmbH	CMO	94
Thales Austria GmbH	ENABLE S3	235
	SECREDas	234
THIEN eDrives GmbH	DRIVEMODE	104
	FlyGrid	95
thinkstep AG	BiLiLuBat	66

Organisation	Projekt	Seite
TIGER Coatings GmbH & Co. KG	CONEXUS	200
Trafficon – Traffic Consultants GmbH	LaneS – C-ITS	223
Traffix	Crossing Borders	97
Traktionssysteme Austria GmbH	EFFEL	80
TRANSDANUBIA Speditionsgesellschaft m.b.H.	Connecting Austria	213
Transfercenter für Kunststofftechnik GmbH	CONEXUS	200
	M-B-D	199
T-Systems Austria GesmbH	SEAMLESS	85
TTControl GmbH	ENABLE S3	235
TTTech Auto AG	AutoDrive	234
	SYS2WHEEL	102
TTTech Computertechnik AG	3CCAR	103
	ACHILES	106
	ALP.Lab	210
	AutoDrive	234
	DGT	216
	ENABLE S3	235
	PRYSTINE	233
TÜV AUSTRIA AUTOMOTIVE GMBH	ALP.Lab	210
	auto.Bus – Seestadt	215
	EMPA-Trac	84
UBIMET GmbH	Crossing Borders	97
	emporA	98
	emporA 2	98
Universität		
Klagenfurt	IoSENSE	235
Universität für Bodenkultur Wien – Institut für Rechtswissenschaften	AUTO-NOM	225

Organisation	Projekt	Seite
Universität für Bodenkultur Wien – Institut für Verkehrswesen	Digibus Austria	211
Universität für Bodenkultur Wien – Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit	Connecting Austria	213
	MEGAWATT-Logistics	96
Universität für Bodenkultur, Council für nachhaltige Logistik CNL	IEA HEV TCP Task 41	110
	LEEFF	86
Universität Graz – Institut für Chemie	BEVx-2T-Funktion	166
Universität Graz – Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
Universität Linz	ENABLE S3	235
	SCOTT	230
Universität Salzburg Center for Human-Computer Interaction	Digibus Austria	211
Universität Wien – Institut für Betriebswirtschaftslehre	LEEFF	86
Universität Wien – Institut für Betriebswirtschaftslehre	VECEPT	92
UnravelTEC	GALION	69
VENTREX Automotive GmbH	QUIET	107
VERBUND AG	Crossing Borders	97
	emporA	98
	emporA 2	98
VERBUND Solutions GmbH	Crossing Borders	97
	MEGAWATT-Logistics	96

Organisation	Projekt	Seite
	UpHy I	130
	VECEPT	92
Vereinigung High Tech Marketing	Connecting Austria	213
	WienZWA	229
Verkehrsverbund Ost-Region (VOR) GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
Vexcel Imaging GmbH	DGT	216
VF Services GmbH	UpHy I	130
VIRTUAL VEHICLE Research Center	ALP.Lab	210
	eco2jet	184
	Tes4seT	71
voestalpine	KryoAlu2	198
Voltia AT GmbH	LEEFF	86
VTU Engineering GmbH	Wasserstoffspeicher	137
Wien Energie GmbH	emporA	98
	emporA 2	98
Wien Energie Stromnetz GmbH	SMILE	93
Wiener Hafen, GmbH & Co KG	ORTHOS LOGOS	228
Wiener Linien GmbH & Co KG	auto.Bus – Seestadt	215
	emporA	98
	emporA 2	98

Organisation	Projekt	Seite
	SMILE	93
Wiener Stadtwerke Holding AG	SMILE	93
WienIT EDV Dienstleistungsgesellschaft mbH & Co KG	SMILE	93
Wieser Verkehrssicherheit GmbH	via-AUTONOM	220
Wincor Nixdorf GmbH	eMORAIL	91
	eMORAIL advanced	91
WIVA P&G – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Austria Power & Gas	HyTruck	131
	UpHy I	130
Zoerkler Gears GmbH & Co KG	eMPROVE	87
ZTBF – Ziviltechnikerbüro Prof. DI Fischer Ingenieurkonsulent für Elektrotechnik	auto-BAHN2020	222

5.1.1 Verzeichnis der Projektpartner

Organisation	Projekte	Seite
Atotech	Empower	75
AVL Powertrain UK Limited	WACHsens	221
BMW AG	BEVx-2T-Funktion	170
	KoMoT	92
Continental	Empower	75
DB Rent GmbH	eMORAIL	95
	eMORAIL advanced	95
EasyMile SAS	Digibus Austria	215
ElringKlinger AG	ELAAN	81
	HySnow	136
	KEYTECH4EV	137
	PEM REX S	138
ENTPE	Crossing Borders	101
Federal-Mogul Controlled Power Ltd	FC-Boost	124
Federazione delle associazioni scientifiche e tecniche	Bulk H2 onRail	139
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE	ELAAN	81
Fundico	Empower	75
Heinzmann GmbH & Co. KG	ELAAN	81
IFSTAR	Crossing Borders	101
ILFA GmbH	Empower	75
LADOG-Fahrzeugbau und Vertriebs-GmbH	ELAAN	81
Lithops S.r.l.	DianaBatt	66
NAVYA	auto.Bus – Seestadt	219
Nissan Motor Manufacturing (UK) Limited	MeStREx	130
Proton Motor Fuel Cell GmbH	FC REEV	138
pwp-systems GmbH	LaneS – C-ITS	227
REDUX Recycling GmbH	eMPROVE	91
ST Microelectronics	Empower	75

Organisation	Projekte	Seite
Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt	Tes4seT	75
Technische Universität Berlin	Empower	75
Technische Universität Hamburg – Institut für keramische Hochleistungswerkstoffe	PL2N A	200
Technische Universität München – Lehr- stuhl für Technische Elektrochemie	PROTECT	126
The Mobility House GmbH	emporA	102
	emporA 2	102
University of Ljubljana Faculty of Mechanical Engineering (FME)	SoH4PEM	127
Zentrum für Brennstoff- zellentechnik GmbH	FC-DIAMOND	129
ZSE Západo slovenská energetika	Crossing Borders	101
ZSE Západo slovenská energetika	Crossing Borders	101

6

Glossar

Glossar

A3PS	Austrian Association for Advanced Propulsion Systems, nationale Technologieplattform für alternative Antriebe und Kraftstoffe, Leichtbau und automatisiertes Fahren
AFC	Alkaline Fuel Cell, engl. für Alkalibrennstoffzelle; auch Advanced Fuel Cell, engl. für fortschrittliche Brennstoffzelle
BEV	Battery Electric Vehicle, engl. für Batterieelektrofahrzeug
BFV	Bi-Fuel Vehicle, engl. für Fahrzeug mit bivalentem Antrieb
biogen	aus pflanzlichen oder tierischen Rohstoffen gewonnen bzw. hergestellt
bivalent	zweiwertig; hier: Kraftfahrzeuge, die mit zwei verschiedenen Kraftstoffen (z. B. Benzin oder Erdgas) betrieben werden können
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BtL	Biomass to Liquid, Fischer-Tropsch-Kraftstoff aus Biomasse
C/H-Verhältnis	Verhältnis von Kohlenstoff- zu Wasserstoffatomen eines Moleküls oder Gemischs aus Molekülen; folglich Verhältnis von CO ² zu H ² O bei der Verbrennung
CBG	Compressed Biogas, engl. für komprimiertes Biogas
Cetanzahl	beschreibt die Zündwilligkeit von Dieselmotorkraftstoff
CNG	Compressed Natural Gas, engl. für komprimiertes Erdgas
CtL	Coal to Liquid, Fischer-Tropsch-Treibstoff aus Kohle
CVT	Continuously Variable Transmission, engl. für stufenlos variables Getriebe
DME	Dimethylether
Elektrolyse	Prozess, bei dem eine chemische Reaktion durch elektrischen Strom erzwungen wird. Beispiele sind die Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff oder Abscheiden bzw. Lösen von Metallen
Elektrolyt	fester oder flüssiger Stoff, der Ionen oder Elektronen aufnehmen, abgeben und transportieren kann
Energiedichte	Die Energiedichte bezeichnet die Verteilung von Energie auf eine bestimmte Größe. Wenn nicht anders angegeben, ist hier die volumetrische Energiedichte, also die Energie pro Raumvolumen gemeint. Die gravimetrische Energiedichte ist die Energie pro Masse eines Stoffs (auch spezifische Energie)
Entladewirkungsgrad	Verhältnis der gespeicherten Energie zur bei der Entladung entnommenen Energie
ERA	European Research Area, engl. für Europäischer Forschungsraum
ERTRAC	European Road Transport Research Advisory Council, engl. für beratender Ausschuss im Bereich Straßenverkehr
ETBE	Ethyl-tert-butylether (nach IUPAC korrekt tert-Butylethylether) ist eine chemische Verbindung, die zur Gruppe der Ether gehört. ETBE ist ein Mittel zur Erhöhung der Oktanzahl bei Ottokraftstoff; ETBE ist eine farblose Flüssigkeit, die nicht mit Wasser mischbar ist

Glossar

exotherm	chemische Reaktion, bei der Energie in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben wird
F&E	Forschung und Entwicklung
FAEE	Fatty Acid Ethyl Ester, engl. für Fettsäureethylester
FAME	Fatty Acid Methyl Ester, engl. Fettsäuremethylester
FC	Fuel Cell, engl. für Brennstoffzelle
FCH	Fuel Cells and Hydrogen, engl. für Brennstoffzellen und Wasserstoff
FCV	Fuel Cell Vehicle, engl. für Brennstoffzellenfahrzeug
FEI	Forschung, Entwicklung und Innovation
FFG	Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft
FFV	Flexible Fuel Vehicle, bezeichnet ein Fahrzeug, das mit verschiedenen Kraftstoffen, beispielsweise Benzin und Ethanol, betankt werden kann
Fischer-Tropsch-Synthese	Die Fischer-Tropsch-Synthese (auch Fischer-Tropsch-Verfahren) ist ein von Franz Fischer und Hans Tropsch vor ¹⁹²⁵ entwickeltes großtechnisches Verfahren zur Umwandlung von Synthesegas (Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff) in flüssige Kohlenwasserstoffe. Diese werden zum Beispiel als synthetische Kraftstoffe (XtL-Kraftstoffe) sowie als synthetische Motoröle genutzt
GtL	Gas to Liquid, Fischer-Tropsch-Kraftstoff aus Gas
GU	große Unternehmen
HEV	Hybrid Electric Vehicle, engl. für Hybridelektrofahrzeug
HVO	Hydrogenated Vegetable Oil, engl. für hydriertes Pflanzenöl
IEA	International Energy Agency, engl. für Internationale Energieagentur
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
JTI	Joint Technology Initiative, engl. für gemeinsame Technologieinitiative
Kaltstart	Ein Kaltstart bezeichnet bei einem Verbrennungsmotor eine Betriebsaufnahme, ohne dass vorher Kühlwasser und/oder Öl vorgewärmt wurden und ohne dass vorher im Schmierölkreis Druck aufgebaut wurde beziehungsweise ohne ausreichende Ölreserven in den Lagerstellen. Im anderen Falle spricht man von Warmstart; in besonderen Fällen, wenn zum Beispiel der Motor nach Fahrten mit hoher Last abgestellt wurde, sogar vom Heißstart
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
Lade-/Entladungswirkungsgrad	das Verhältnis der zur Ladung aufgewendeten Energie zur bei der Entladung entnommenen Energie
LBG	Liquefied Biogas, engl. für verflüssigtes Biogas
Lebensdauer	jene Zeit, nach deren Verstreichen ein Bauteil ausschließlich aufgrund von Alterung nicht länger einsatzfähig ist
Lichtmaschine	elektrischer Generator im Fahrzeug, der, angetrieben vom Verbrennungsmotor, Energie für die elektrischen Verbraucher erzeugt
LNG	Liquefied Natural Gas, engl. für verflüssigtes Erdgas

Glossar

LPG	Liquefied Petroleum Gas, engl. für Flüssiggas, eine Mischung aus Gasen, die durch Kühlen und/oder Kompression leicht verflüssigt werden können; kurzkettige Alkane wie Ethan, Propan, Propen, Butan, Buten, Isobutan, Isobuten
MCFC	Molten Carbonate Fuel Cell, engl. für Schmelzkarbonatbrennstoffzelle
MdZ	Mobilität der Zukunft, das nationale Förderprogramm für Verkehrs- und Mobilitätsforschung des BMK
MIV	motorisierter Individualverkehr
MTBE	Methyl-tert-butylether (nach IUPAC korrekt tert-Butylmethylether); Ether, der als Zusatz von Ottokraftstoffen oder Lösungsmittel in der organischen Chemie eingesetzt wird; farblose, intensiv riechende Flüssigkeit
MtG	Methanol to Gasoline, engl. für Benzinkraftstoff aus Methanol
NGO	Non-Governmental Organisation, engl. für Nichtregierungsorganisation
ÖV	öffentlicher Verkehr
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle, engl. für Hybridelektrofahrzeug, dessen Batterie zusätzlich über das Stromnetz geladen werden kann
Rekuperation	Rückgewinnung elektrischer Energie aus der kinetischen Energie (Bewegungsenergie) beim Bremsen
ROZ	Research-Oktananzahl; beschreibt die Klopfestigkeit von Benzin- bzw. Ottokraftstoffen
Schwungrad	Schwungräder werden in Fahrzeugen benötigt, um die Drehbewegung des Verbrennungsmotors aufrechtzuerhalten, wenn von diesem keine Arbeit verrichtet wird. Da Verbrennungsmotoren nur in einem Takt Arbeit verrichten können, muss Energie in einem Schwungrad zwischengespeichert werden und für die Vollendung der weiteren Takte, wie z. B. Kompression, abgegeben werden
SNG	Synthetic Natural Gas bzw. Substitute Natural Gas; Methan, das aus Kohle oder Biomasse über Synthesegas hergestellt wird
SoC	State of Charge; gibt den Ladezustand einer Batterie an
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell, engl. für Festoxidbrennstoffzelle
Spezifische Energie	Energiemenge, die in einer Masseneinheit enthalten ist
Starter	dient zum Starten von Verbrennungskraftmaschinen, weil diese nicht von selbst anlaufen können. Meistens sind Starter Elektromotoren
SUV	Sport Utility Vehicle
THG	Treibhausgas
VKM	Verbrennungskraftmaschine
Wasserstoffversprödung	Änderung der Festigkeit bzw. Sprödigkeit von Metallen durch Einlagern von Wasserstoff; führt zu Rissbildung
Zykluslebensdauer	jene Lebensdauer, die ein Bauteil im Betrieb unter sich wiederholenden Belastungen aufweist. Am Beispiel der Batterie versteht man darunter die Anzahl der Lade- und Entladezyklen, die bis zum Ende der Verwendbarkeit durchgeführt werden können

