

JAHRESBERICHT

2015

Die NOW koordiniert das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie der Bundesregierung und die Modellregionen Elektromobilität des BMVI.

Im Folgenden finden Sie sowohl detaillierte Informationen über die 2015 bewilligten Vorhaben als auch über die 2015 abgeschlossenen Projekte.

NIP – BMWI

/ 002

I. NIP – VERKEHR
UND INFRASTRUKTUR

/ 006

II. NIP – WASSERSTOFF-
BEREITSTELLUNG

/ 054

III. NIP – STATIONÄRE
ENERGIEVERSORGUNG

/ 066

IV. NIP – SPEZIELLE
MÄRKTE

/ 082

V. BMVI – MODELL-
REGIONEN
ELEKTROMOBILITÄT

/ 094

PROJEKTTITEL	LAUFZEITBEGINN	LAUFZEITENDE
METHAPEM	01. Mai 2015	30. April 2017
METHAPEM	01. Mai 2015	30. April 2017
METHAPEM	01. Mai 2015	30. April 2017
METHAPEM	01. Mai 2015	30. April 2017
QUALIFIX	01. Mai 2015	30. April 2018
QUALIFIX	01. Mai 2015	30. April 2018
QUALIFIX	01. Mai 2015	30. April 2018
QUALIFIX	01. Mai 2015	30. April 2018
NEST Pel	01. Mai 2015	30. April 2018
NEST Pel	01. Mai 2015	30. April 2018
NEST Pel	01. Mai 2015	30. April 2018
DruHEly	01. Mai 2015	30. April 2018
GreenH ₂	01. Juni 2015	31. Mai 2018
SeFoG	08. Juli 2015	31. Juli 2018
Alterung SoHMUSDaSS	01. August 2015	30. Juli 2018
Alterung SoHMUSDaSS	01. August 2015	31. Juli 2018
Alterung SoHMUSDaSS	01. August 2015	30. Juli 2018
Alterung SoHMUSDaSS	01. August 2015	31. Juli 2018
SmartII	01. September 2015	31. August 2018
SmartII	01. September 2015	31. August 2018
SmartII	01. September 2015	31. August 2018
SmartII	01. September 2015	31. August 2018
SmartII	01. September 2015	31. August 2018
SmartII	01. September 2015	31. August 2018
Luftmo	01. Oktober 2015	28. Februar 2017
BigPPsBip	01. November 2015	31. März 2019
BigPPsBip	01. November 2015	31. März 2019
BigPPsBip	01. November 2015	31. März 2019

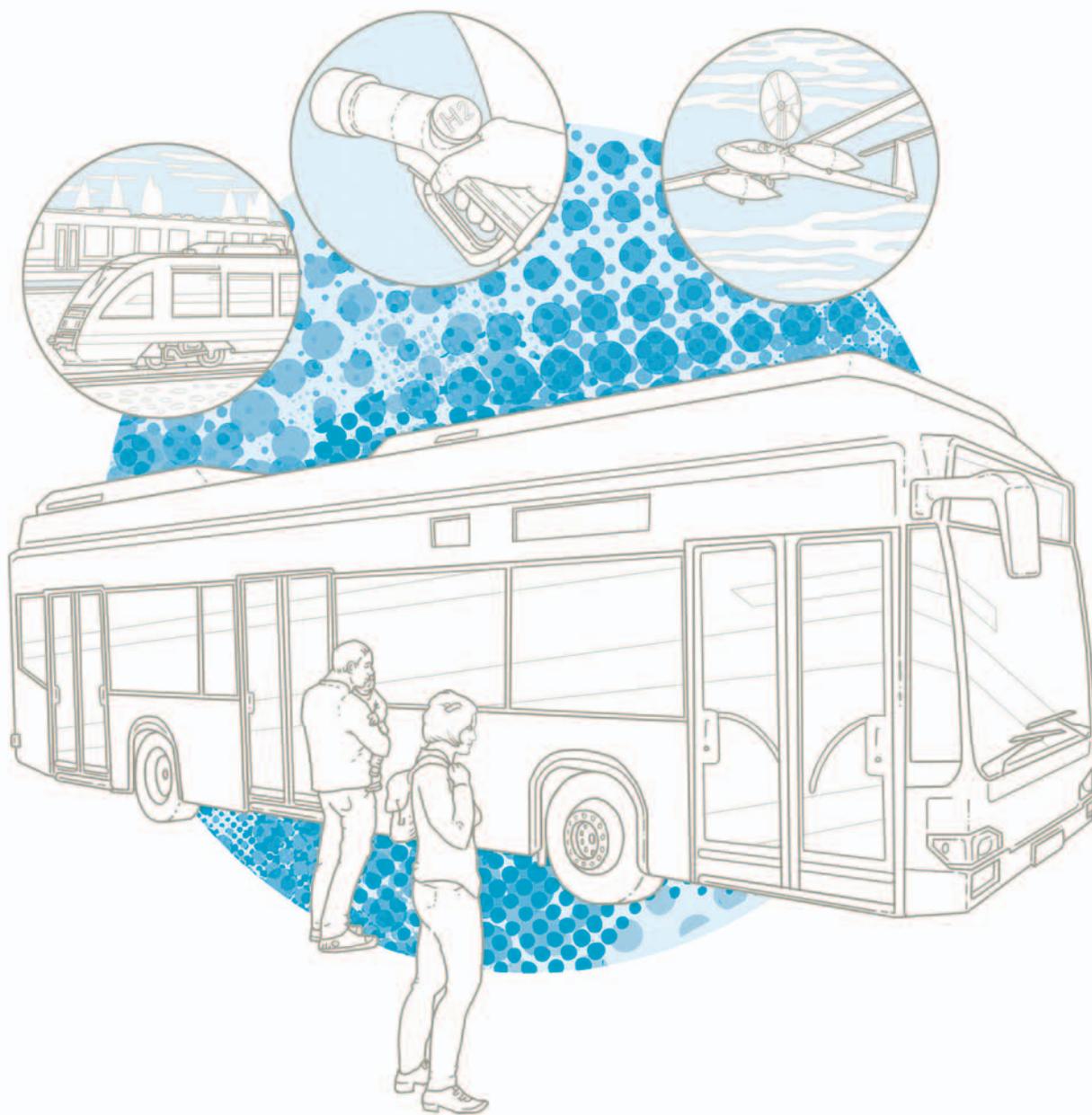
BMW-FÖRDERSCHWERPUNKT DES NIP BEWILLIGT:

PARTNER	FÖRDERQUOTE [%]	FÖRDERSUMME [€]
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)	100	284.583
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.	80	69.703
Wieland-Werke Aktiengesellschaft	48	92.010
SFC Energy AG	48	97.831
EWE – Forschungszentrum für Energietechnologie e. V.	90	1.343.711
Eisenhuth GmbH & Co. KG	40	441.968
fischer eco solutions GmbH	40	441.758
FuMA-Tech Gesellschaft für funktionelle Membranen und Anlagentechnologie mbH	40	377.395
Forschungszentrum Jülich GmbH	100	710.324
GKN Sinter Metals Engineering GmbH	40	144.456
Siemens Aktiengesellschaft	40	94.999
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)	100	599.351
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.	100	2.865.139
Forschungszentrum Jülich GmbH	100	996.900
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.	77	1.165.509
Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH	100	736.384
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)	100	710.633
Bosch Engineering GmbH	50	84.214
ELFER Europäisches Institut für Energieforschung EDF-KIT EWIV	50	181.101
Forschungszentrum Jülich GmbH	100	787.095
ElringKlinger AG	40	2.327.556
CeramTec GmbH	40	632.490
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	100	581.288
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)	76	396.981
PROTON MOTOR Fuel Cell GmbH	50	118.574
Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH	100	673.109
fischer eco solutions GmbH	50	241.502
Dr. Schneider Kunststoffwerke GmbH	50	252.319

PROJEKTTITEL	LAUFZEITBEGINN	LAUFZEITENDE
ecoPtG	01. November 2015	31. Oktober 2018
ecoPtG	01. November 2015	31. Oktober 2018
ecoPtG	01. November 2015	31. Oktober 2018
ecoPtG	01. November 2015	31. Oktober 2018
DESS2020+	01. November 2015	31. Oktober 2018
DESS2020+	01. November 2015	31. Oktober 2018
H ₂ -Neo-Kat	01. Dezember 2015	31. Mai 2017

PARTNER	FÖRDERQUOTE [%]	FÖRDERSUMME [€]
IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr	50	1.068.026
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)	100	1.227.555
WASSERELEKTROLYSE HYDROTECHNIK GmbH	60	238.504
Reiner Lemoine Institut gGmbH	90	840.225
Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung	40	1.571.227
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.	82	1.054.156
neoxid GmbH	50	97.581

NIP – VERKEHR
UND INFRASTRUKTUR

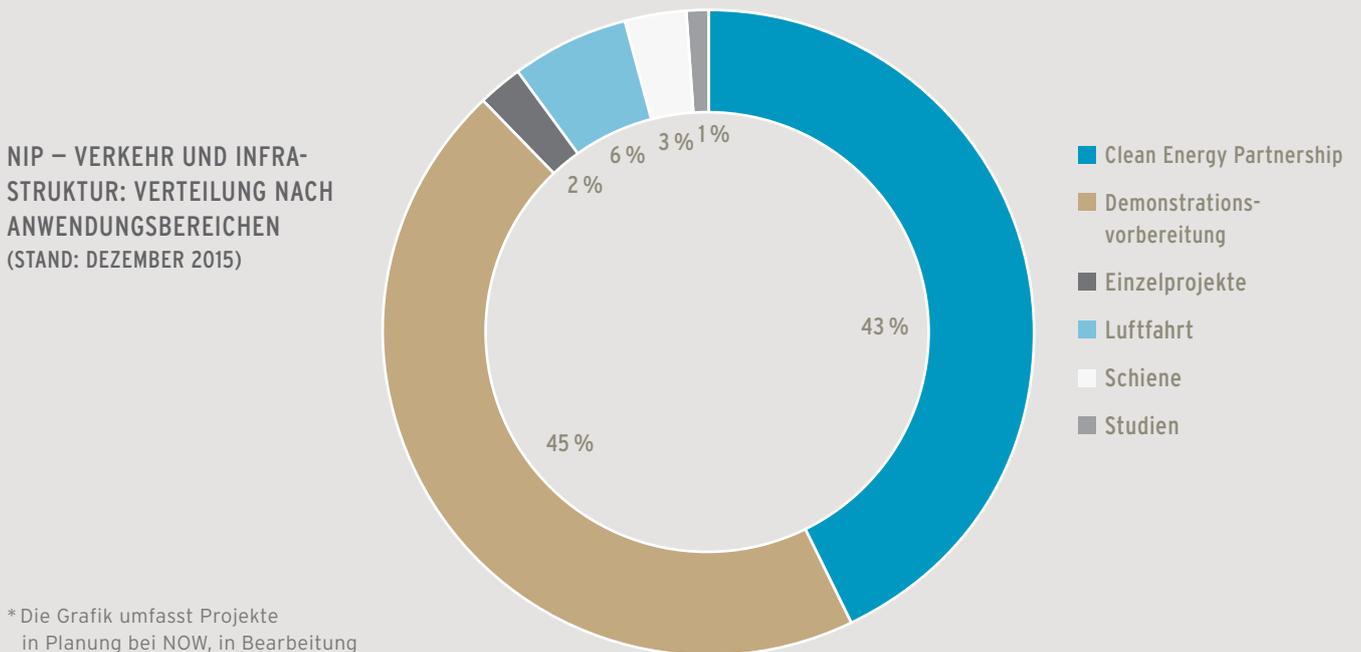
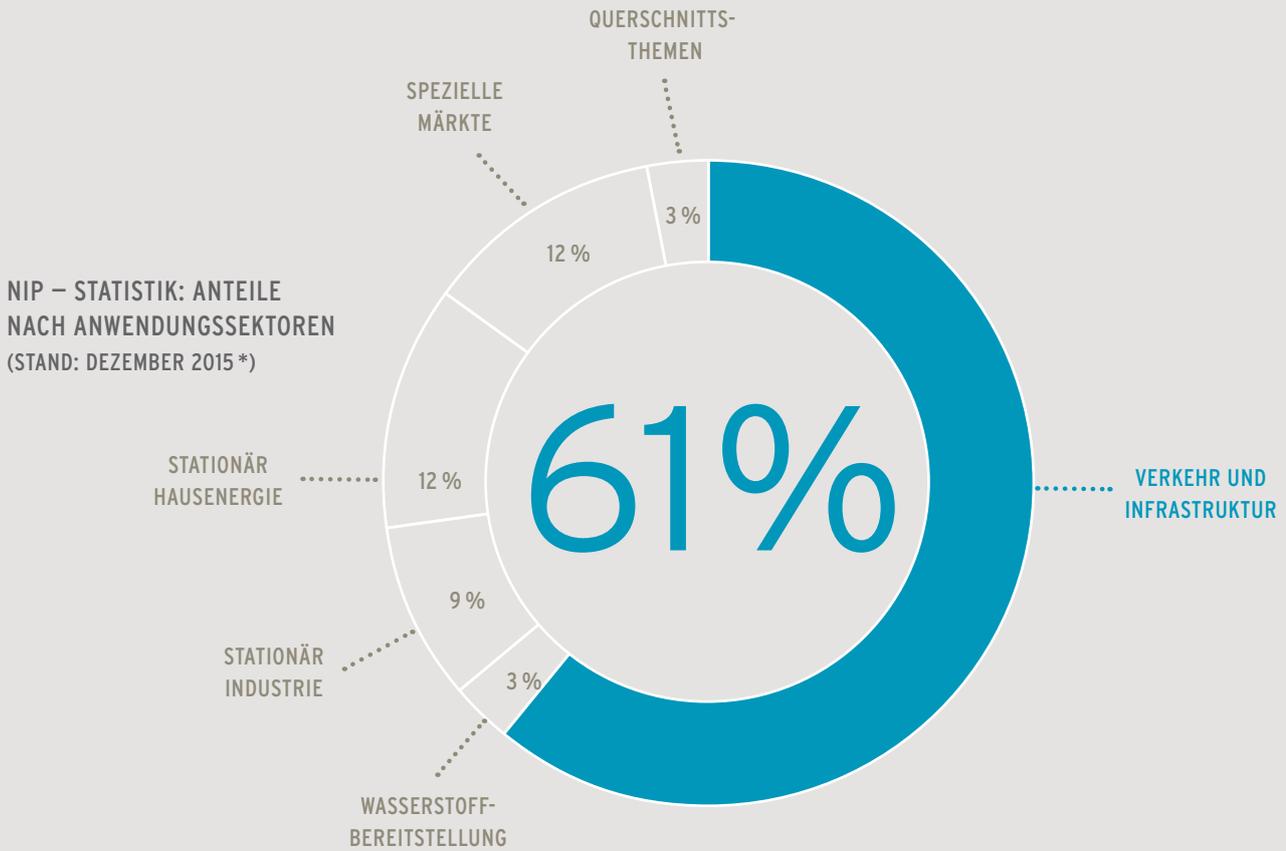


SÄMTLICHE PROJEKTE WERDEN AUF DEN FOLGENDEN SEITEN MIT I / 01 – I / 26,
ABGESCHLOSSENE PROJEKTE MIT DEM SYMBOL  GEKENNZEICHNET.

NIP – VERKEHR UND INFRASTRUKTUR

Im Zentrum des Programmbereichs Verkehr und Infrastruktur stehen Forschung und Entwicklung sowie Demonstrationsaktivitäten in den Bereichen Antriebstechnologie und Wasserstoffinfrastruktur. Im Bereich Forschung und Entwicklung werden Gesamtantriebssysteme und Schlüsselkomponenten wie die Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (PEMFC) und der Wasserstoffspeicher untersucht. Hierbei stehen die Kosten- und Gewichtsreduktion, die Erhöhung von Lebensdauer und Wirkungsgrad sowie die Verbesserung von Zuverlässigkeit im Alltagsbetrieb im Vordergrund. Darüber hinaus wird die Entwicklung von Produktionsprozessen des Brennstoffzellensystems forciert, um entsprechende Fertigungskompetenz aufzubauen. Infrastrukturseitig werden in den verschiedenen Projekten ebenfalls die Kostensenkung sowie die Erhöhung der Zuverlässigkeit vorangetrieben und wird an der Einführung von Technologiestandards für Wasserstofftankstellen gearbeitet. Auch jenseits der Straße untersucht der Programmbereich Einsatzpotenziale der Brennstoffzelle, etwa in der Bordstromversorgung von Flugzeugen und als Antrieb im Schienenverkehr.

Ein weiterer wichtiger Aspekt im Programmbereich Verkehr und Infrastruktur sind Demonstrationsprojekte zur Technologiewalidierung unter Alltagsbedingungen und die Marktvorbereitung im Sinne der Kundenakzeptanz. Hierzu initiiert und koordiniert die NOW umfangreiche Begleitforschungsaktivitäten. Zudem werden wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge in umfassenden Verbundprojekten sowohl im Bereich Individualverkehr als auch im ÖPNV erprobt. Gleichzeitig wird im Rahmen des von der NOW koordinierten 50-Tankstellen-Programms der Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur vorangetrieben, um ein bundesweites Grundversorgungsnetz an Wasserstofftankstellen bereitzustellen.



* Die Grafik umfasst Projekte in Planung bei NOW, in Bearbeitung bei PtJ, UIA (unverbindliche Inaussichtstellung) sowie bewilligte Projekte.



» Clean Energy Partnership –
saubere Mobilität mit Wasserstoff
und Brennstoffzelle «





CLEAN ENERGY PARTNERSHIP (CEP) – MOBILITÄT MIT WASSERSTOFF

Die Energiewende ist nach den Klimaverhandlungen in Paris (COP 21) das bestimmende energiewirtschaftliche Projekt unserer Zeit. Deutschland hat sich dabei international verpflichtet, seine CO₂-Emissionen zu reduzieren, das heißt, weniger fossile Energieträger einzusetzen und für Stromgewinnung, Wärme und Mobilität viel stärker auf erneuerbare Energien zu setzen als heute.

Gegründet im Dezember 2002, als gemeinsame Initiative von Politik und Industrie unter der Federführung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), hat es sich die CEP zum Ziel gesetzt, die Systemfähigkeit von Wasserstoff im Mobilitätsbereich zu testen. Damit ist die CEP ein Vorzeigeprojekt des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), welches von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) umgesetzt wird.

Bis Ende 2016 befindet sich die CEP in ihrer dritten und letzten Projektphase. Ab 2017 soll die CEP sukzessive in einen sich selbst tragenden Markt überführt werden.

FAHRZEUGE IN DER CEP

Die Mobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzelle bekam im Herbst 2015 mit der Markteinführung des Toyota Mirai in Europa neuen Schwung. BMW stellte im Sommer ein neues Modell vor, das mit Brennstoffzelle und einer neuartigen Tanktechnologie aus Kälte und hohem Druck (Kryodrucktechnologie) ausgestattet ist. Auch im Busbetrieb ist die Brennstoffzelle im Einsatz: Derzeit werden von der Hochbahn in Hamburg und den Stuttgarter Straßenbahnen Busse im Linienbetrieb eingesetzt. Die Hamburger Hochbahn hat neben vier Citaro-FuelCell-Hybrid-Modellen von Daimler Buses zwei Batteriebusse von Solaris mit Brennstoffzelle als Range Extender auf eine neu eingerichtete Innovationslinie in der Hansestadt geschickt. Dort fahren Busse mit den aus der Sicht des Unternehmens relevanten Antrieben, um die Praxistauglichkeit zu erproben.

Derzeit sind somit gut 150 Brennstoffzellen-Pkw und -busse im Testbetrieb. Sie haben bereits auf über vier

Millionen Kilometern ihre technische Reife und Leistungsfähigkeit bewiesen.

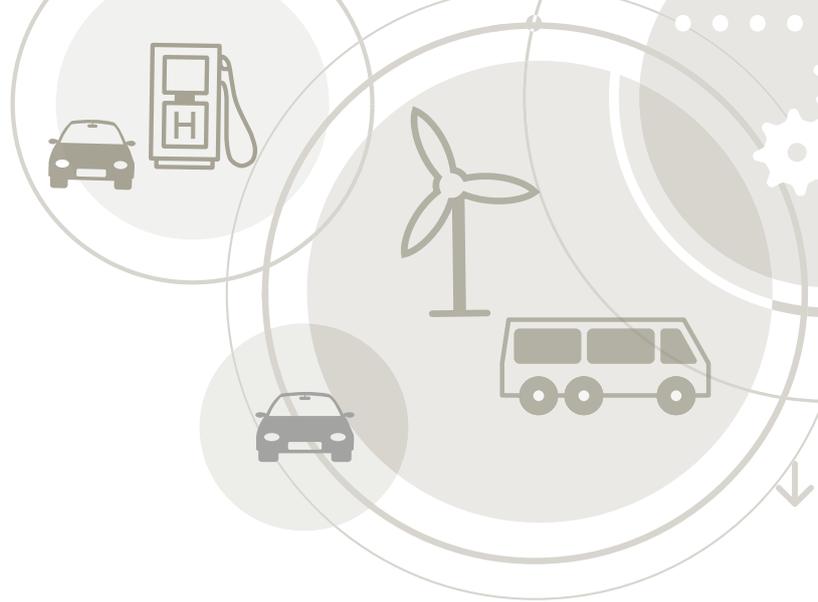
ZUWACHS BEI DEN WASSERSTOFFTANKSTELLEN

Aktuell gibt es in Deutschland 20 öffentlich zugängliche Wasserstofftankstellen, an weiteren wird derzeit intensiv gearbeitet. Insgesamt sollen 50 Wasserstofftankstellen entstehen, die notwendig sind, um Forschungs- und Entwicklungsfragen wie z. B. eichfähige Mengenmessung sowie weitere Standardisierungen zu beantworten. Der weitere, daran anschließende Aufbau eines Wasserstofftankstellennetzes mit Fokus, bis circa 2018 eine regionale Abdeckung zu erreichen, wird durch das Unternehmen H₂Mobility umgesetzt, welches bereits Partner der CEP ist.

In Berlin, Hamburg, Stuttgart und München konnten 2015 neue Stationen eröffnet werden. Besonders gut kam der Ausbau der Südachse voran. In Anwesenheit von Staatssekretärin Dorothee Bär wurde im unterfränkischen Geiselwind am Total Autohof die an der A 3 gelegene erste Autobahntankstelle der CEP eröffnet: »Der Förderbetrag von knapp einer Million Euro zum Bau der Tankstelle ist gut investiertes Geld – denn eine gute Infrastruktur ist Voraussetzung dafür, dass sich diese neue Form der Mobilität auch wirklich durchsetzt!«, so Bär.

An der Total H₂-Station in der Münchener Detmoldstraße wurde neben der heutigen Standardbetankung mit gasförmigem Wasserstoff (700 bar) nun eine zweite Wasserstoffzapfsäule für die innovative Kryodrucktanktechnik installiert. Nach dem Umbau der Tankstelle sind Brennstoffzellenfahrzeuge jetzt in der Lage, zwischen den süddeutschen Metropolen Stuttgart, Frankfurt/Main und München zu verkehren.

Von strategischer Bedeutung für die Anbindung an das europäische Wasserstoffnetz ist das Vorhaben der OMV. Zusätzlich zu der bestehenden Wasserstoffstation in Stuttgart plant die OMV drei weitere Wasserstofftankstellen im süddeutschen Raum. Außerdem steht auch die Brenner-Autobahn als eine der wichtigsten Verbindungsachsen von Deutschland über Österreich bis nach Italien im Fokus.



ERFOLGREICHE FORTSETZUNG VON VERANSTALTUNGSFORMATEN

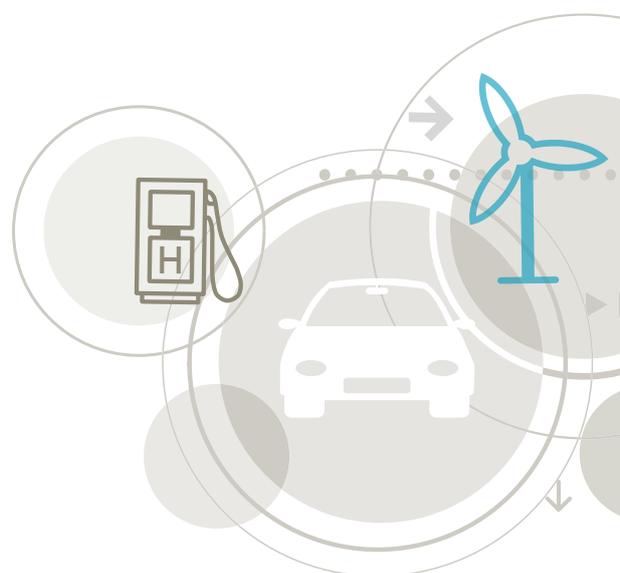
Auch 2015 war die CEP auf zahlreichen Veranstaltungen vertreten. Mit Brennstoffzellenfahrzeugen und Neuigkeiten aus dem Forschungsbereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Gepäck war die CEP an den Hochschulen in Chemnitz, Bremen und Aachen zu Besuch und konnte damit an das erfolgreiche Konzept der »Campus Days« aus 2014 anschließen.

Auf der Hannover Messe 2015 präsentierte die CEP gleich mehrere Neuheiten aus dem Bereich Brennstoffzellenmobilität: In der Ride & Drive Area stellte CEP-Partner Toyota zum ersten Mal ein Serienmodell des Toyota Mirai dem deutschen Publikum vor. Eine weitere Deutschlandpremiere kam von Volkswagen. Der Autobauer aus Wolfsburg stellte seine Brennstoffzellenvariante des US Passats erstmals im Ride & Drive der CEP auf dem 15.000 Quadratmeter großen Messerfreigelände zur Verfügung.

Bei der Langen Nacht der Wissenschaften sowie den Tagen der offenen Ministerien in Berlin informierten sich zahlreiche Besucher über die neuesten Entwicklungen im Bereich Wasserstoffmobilität.



Mehr Informationen zur CEP
finden Sie unter
www.cleanenergypartnership.de





MISSION: WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR

In den letzten Jahren haben Wasserstoffstationen und -fahrzeuge im Demonstrationsprojekt Clean Energy Partnership (CEP) ihre Alltagstauglichkeit unter Beweis gestellt. Nun bringen erste Automobilkonzerne (OEMs) Brennstoffzellen-Serienfahrzeuge auf den Markt, andere planen dies für die nächsten Jahre. Von den OEMs wird – als Voraussetzung und flankierende Maßnahme für eine erfolgreiche kommerzielle Einführung von Wasserstoff als Kraftstoff – ein flächendeckendes Wasserstofftankstellennetz gefordert.

Ein Grund, warum die Unternehmen Air Liquide, Daimler, Linde, OMV, Shell und TOTAL eine übergeordnete Gemeinschaftsgesellschaft als operatives Unternehmen, die H₂ MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG, gegründet haben – das Ergebnis eines langen Prozesses, der bereits 2009 mit der Formulierung eines Aktionsplans begann. Mit dem Eintrag ins Handelsregister und der Benennung von Frank Sreball als Geschäftsführer hat die H₂ MOBILITY im Februar 2015 den Betrieb aufgenommen. Ihre Aufgabe: der schnelle, effiziente und flächendeckende Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur für Brennstoffzellenautos.

ROADMAP DER H₂ MOBILITY

In der ersten Phase ist der Neubau von 60 Wasserstofftankstellen geplant. Bis 2018/2019 könnte dann Deutschland bereits über das weltweit größte Wasserstofftankstellennetz mit ca. 100 Stationen verfügen, betrieben in der Gemeinschaftsgesellschaft H₂ MOBILITY. Bis zu zehn Wasserstofftankstellen werden dann die großen deutschen Ballungsräume Berlin, Hamburg, Frankfurt/Main, München, Rhein-Ruhr und Stuttgart abdecken. Weitere Stationen stellen an Fernstraßen und Autobahnen eine flächendeckende Versorgung sicher, auch bis in die Grenzgebiete zu Österreich, Schweiz, Frankreich, Belgien, den Niederlanden und Dänemark. In einer zweiten Ausbauphase bis ca. 2023 plant H₂ MOBILITY den Betrieb von bis zu 400 Wasserstofftankstellen. Der Ausbau der zweiten Phase ist an den Hochlauf von Brennstoffzellenfahrzeugzahlen gebunden, während die ersten 60 Tankstellen unabhängig von Zulassungszahlen von Brennstoffzellenfahrzeugen realisiert werden.

Mit der H₂ MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG koordiniert, plant, baut und betreibt erstmals ein Unternehmen Wasserstofftankstellen als nationale Gesamtaufgabe mit einem geschätzten Investitionsvolumen von 350 Millionen Euro. Bis heute gibt es weltweit keine vergleichbare unternehmerische Initiative.

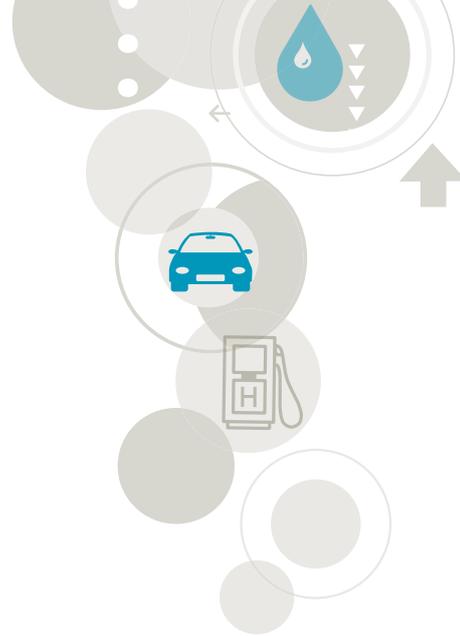
Die Wasserstoffstationen werden möglichst in bestehende konventionelle Tankstellen integriert. Dabei ist die Bauweise kompakt, platzsparend und besteht größtenteils aus standardisierten Komponenten für Wasserstofflagerung, -kompression und Zapfsäulen, ausgelegt für 700-bar-Systeme. Die reine Bauzeit beträgt lediglich vier bis acht Wochen. H₂ MOBILITY ist darüber hinaus für die Netzplanung und den Wasserstoffeinkauf verantwortlich. Ziel ist es, einen möglichst hohen Anteil aus erneuerbaren Energien zu erwerben und diesen flächendeckend in Deutschland anzubieten.

Mit dem Zusammenschluss der sechs Unternehmen aus der Gase-Mineralöl- und Automobilindustrie realisieren die Gründer neben einer Risikominimierung auch die Kompetenzbündelung, die zu einer beschleunigten nationalen und internationalen Standardisierung führt, Fördermittel besser nutzt und so mit dem flächendeckenden Ausbau der Infrastruktur einen wesentlichen Beitrag auf dem Weg zu einer CO₂-freien Mobilität leistet.

Um den Fortschritt möglichst eng auch mit der Automobilindustrie abzustimmen, stehen die Unternehmen BMW, Honda, Intelligent Energy, Toyota und Volkswagen als assoziierte Partner zur Seite. Die NOW Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie berät das Unternehmen in politischen Fragen.



Mehr Informationen unter
www.h2-mobility.de









» ENTWICKLUNG VON MONTAGETECHNOLOGIE UND AUTOMATISIERUNGSKONZEPTEN FÜR DIE FERTIGUNG VON BRENNSTOFFZELLENSTACKS «

Im Projekt MontaBS soll ein Automatisierungskonzept entwickelt und die Montagetechnologie für die Fertigung von Brennstoffzellenstacks auf Basis metallischer und grafitischer Bipolarplatten in einem hinsichtlich Ausbringung und Automatisierungsgrad skalierbaren Versuchsmuster prototypisch realisiert werden. Die Entwicklungsaufgaben behandeln hierbei sowohl die Prozesse und Anlagentechnik für eine Brennstoffzellenfertigung als auch die fertigungsgerechte Gestaltung der Produkte und der verbauten Komponenten. Mit der Umsetzung einer prototypischen Versuchsanlage kann die entwickelte Technologie qualifiziert und validiert werden. Dabei werden Stacks verschiedener Formate und Leistungsklassen aufgebaut und erprobt.

Darüber hinaus soll basierend auf den Erfahrungen mit dem Stack NM 5 eine Stacktechnologie entwickelt werden, die auf die Anforderungen des Einsatzes unter Automobilbedingungen abzielt. Insbesondere sollen Untersuchungen zum Wasserhaushalt mit verschiedenen Zellkomponenten durchgeführt werden, um CCM/GDL/-Flowfield-Konfigurationen zu erarbeiten, die z. B. eine Reduktion der Befeuchtung erlauben, und die zugehörigen Betriebskonzepte zu entwickeln.

Die Entwicklung der Fertigungs- und der Zell-/Stacktechnologie werden aufeinander abgestimmt, hierbei zielt die Produktentwicklung insbesondere auf ein fertigungsgerechtes Design ab.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
ElringKlinger AG	3.719.598	1.636.623
USK Karl Utz Sondermaschinen GmbH	1.861.652	893.593
J. Schmalz GmbH	344.340	165.283

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2015

LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» Basierend auf den Erfahrungen mit dem Stack NM 5 soll eine Stacktechnologie entwickelt werden, die auf die Anforderungen des Einsatzes unter Automobilbedingungen abzielt. «

» Mithilfe der Studie sollen die notwendigen Voraussetzungen für eine Integration der Wasserstoffinfrastruktur in die bestehende Schieneninfrastruktur dargestellt werden.«

1 / 02

» WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR FÜR DIE SCHIENE «

Im Rahmen der Studie wird der Einsatz von Brennstoffzellenantrieben in Deutschland untersucht. Analysiert werden die Rahmenbedingungen für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur im SPNV. Die Studie legt als Begleitforschung für das Projekt »BetHy« ihren Fokus auf die technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

In einem ersten Schritt werden die betrieblichen Anforderungen aus dem Bahnbetrieb analysiert. Hier spielen Betankung, Einsatzplanung, Wartung und Haftungsfragen eine wesentliche Rolle. Parallel dazu werden die technischen Anforderungen wie Wasserstoffquellen und die Bereitstellungslogistik definiert. Dazu gehört es, die Wasserstoffquellen an den fraglichen Strecken in Deutschland zu identifizieren. Ein weiterer Schwerpunkt betrifft die rechtlichen Rahmenbedingungen wie Genehmigungsrecht, Energiewirtschaft und Beschaffung. Bislang existiert hier noch kein Rechtsrahmen.

Im zweiten Schritt diskutiert die Studie auf Basis der gewonnenen Informationen, welche Finanzierungs- und Betreiberstrukturen sich verwirklichen lassen. Ziel ist es, geeignete Betreiberkonzepte sowie die Möglichkeiten der Aufteilung unter den Akteuren aufzuzeigen. Außerdem wird im Rahmen eines Akzeptanzmanagements eine Einführungskampagne mit verschiedenen öffentlichkeitswirksamen Aktivitäten entwickelt.

Mithilfe der Studie sollen die notwendigen Voraussetzungen für eine Integration der Wasserstoffinfrastruktur in die bestehende Schieneninfrastruktur dargestellt und Perspektiven für Aufgabenträger, Verkehrsbetriebe und potenzielle Betreiber der Versorgungsinfrastruktur aufgezeigt werden.

PARTNER:

Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft in Kooperation mit Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, TÜV SÜD Rail GmbH, SIGNON Deutschland GmbH, Becker Büttner Held, IFOK GmbH

PROJEKTBUDEGET/€:

377.281

FÖRDERSUMME/€:

377.281

LAUFZEITBEGINN: 01. Oktober 2015

LAUFZEITENDE: 30. April 2016





» CLEAN ENERGY PARTNERSHIP (CEP): »HYNINE« – ENTWICKLUNG, AUFBAU UND BETRIEB VON NEUN WASSERSTOFFTANKSTELLEN «

Air Liquide, Weltmarktführer bei Gasen, Technologien und Serviceleistungen für Industrie und Gesundheit, hat weltweit bereits mehr als 60 Wasserstofftankstellenprojekte realisiert. In Deutschland betreibt Air Liquide seit 2012 eine öffentliche Wasserstofftankstelle in Düsseldorf. Im Rahmen des Projekts, das Teil des 50-Tankstellen-Programms des BMVI ist, wird Air Liquide bundesweit neun weitere Stationen errichten und betreiben. Damit leistet Air Liquide einen wichtigen Beitrag zum Aufbau einer flächendeckenden Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland. Die Wasserstofftankstellen werden an verkehrsgünstig gelegenen Standorten entweder als Stand-alone-Lösung errichtet oder in bestehende öffentliche Tankstellen integriert.

Zu den wesentlichen Forschungszielen des Projekts zählen neben dem Netzausbau und der Weiterentwicklung der Tankstellentechnologie vor allem auch die Entwicklung und Erprobung unterschiedlicher Betriebs- und Versorgungskonzepte. Des Weiteren hat sich Air Liquide zum Ziel gesetzt, die Kundenakzeptanz zu erforschen, um daraus Rückschlüsse für die weitere Optimierung der Technologie ziehen zu können. Mit seiner Initiative »Blue Hydrogen« hat sich Air Liquide verpflichtet, bis 2020 mindestens 50 % seines für Energieanwendungen bestimmten Wasserstoffs ohne zusätzliche Freisetzung von Kohlendioxid zu erzeugen. Vor diesem Hintergrund wird Air Liquide im Rahmen des Projekts auch Strategien und Konzepte zur Steigerung des Angebots von grün zertifiziertem Wasserstoff entwickeln. Hierzu wird u. a. die Erzeugung von grün zertifiziertem Wasserstoff per Wasserelektrolyse untersucht.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
AIR LIQUIDE Advanced Technologies GmbH	19.841.822	9.524.075

LAUFZEITBEGINN: 01. August 2014
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016



Wasserstofftankstelle von Air Liquide, die seit 2012 in Düsseldorf betrieben wird

» SMARTFUEL® FÜR HAMBURG (SFHH): ENTWICKLUNG UND DEMONSTRATION EINER BETRIEBSOPTIMIERTEN WASSERSTOFFTANKSTELLE AM STANDORT HAMBURG «

Das Verbundvorhaben SmartFuel® für Hamburg umfasst die Entwicklung und den Ausbau einer öffentlichen Wasserstofftankstelle sowie ihren sicheren, zuverlässigen und alltagsgerechten Betrieb über eine Laufzeit von bis zu 24 Monaten. Zum Einsatz kommt ein modulares Tankstellenkonzept (Speicher, Kompressor, Betankungsanlage), das mit dem Ziel entwickelt und erprobt wird, die Verfügbarkeit von Wasserstofftankstellen insgesamt zu steigern und die Betriebskosten zu senken – etwa durch den Rückgriff auf ein neuartiges, SAE-konformes Back-up-System zur Betankung von 700-bar-Fahrzeugen nach A35-Betankungsprotokollen, wodurch die kundenseitige Verfügbarkeit der Tankstelle erhöht wird. Das Anlagendesign setzt dabei auf ein Modulsystem, das bei steigendem Wasserstoffabgabebedarf eine kostengünstige Erweiterung der Tankstellenkapazität ermöglicht. Die Anlagensteuerung wird

gemäß SAE J2601:2014 für 700-bar-Betankung wie auch für die 350-bar-Betankung ausgelegt. Zudem wird das SmartFuel®-System für den Betrieb und eine Lieferlogistik mit 500 bar vorbereitet.

Die komplette Anlagentechnik wird von Air Products GmbH geliefert. Da die Komponenten und Bauteile der Anlage (Kolbenverdichter, Hochdruckspeicherzylinder, Kühlmittelwärmetauscher, Lüftungseinheit, Anlagensteuerung) für die genehmigungsrechtlichen Anforderungen des US-amerikanischen Marktes entwickelt und konzipiert worden sind, ist es Teil des Vorhabens, die Technologie im Sinne einer internationalen Standardisierung und im Hinblick auf die in Deutschland gültigen genehmigungsrechtlichen Vorgaben anzupassen und weiterzuentwickeln.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Total Deutschland GmbH	1.439.919	691.163
Air Products GmbH	572.250	274.680

LAUFZEITBEGINN: 01. September 2014

LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» Zum Einsatz kommt ein modulares Tankstellenkonzept (Speicher, Kompressor, Betankungsanlage), das mit dem Ziel entwickelt und erprobt wird, die Verfügbarkeit von Wasserstofftankstellen insgesamt zu steigern und die Betriebskosten zu senken. «

» BEZEL: BETRIEB UND ZUVERLÄSSIGKEIT EINES BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS «

Ziel des Verbundprojekts BeZel ist eine Verbesserung des Betriebs und der Zuverlässigkeit von brennstoffzellenbetriebenen Flugzeugsystemen. Ein wesentlicher Aspekt ist die Bereitstellung von Wasserstoff inklusive der Speicherung an Bord und der Infrastruktur zur Betankung am Flughafen. Aber auch die Entwicklung der relevanten Nebenaggregate, wie flugfähige Wasserstoffsensoren, elektronische Leistungsregler für die Ansteuerung eines Hochleistungs-Ventilationslüfters und die Abgasaufbereitung zur Feuerlöschung, spielt eine große Rolle. Es sollen optimierte und integrationsfähige Funktionsmuster gebaut werden, um diese unter realistischen Bedingungen testen zu können. Ein dritter wesentlicher Punkt ist die Steigerung der Lebensdauer der Systeme und der einzelnen Brennstoffzellenstacks. Die begleitenden Untersuchungen sollen die kritischen Betriebszustände beim Einsatz in der Luftfahrt identifizieren und bewerten. Mithilfe von Laborversuchen sollen die Auswirkungen untersucht und die Einflüsse der einzelnen Parameter besser verstanden werden. Aus den Ergebnissen lassen sich Strategien entwickeln, um diese Zustände zu vermeiden beziehungsweise, falls

sie dennoch auftreten, die negativen Auswirkungen zu minimieren.

Folgende Teilziele sollen erreicht werden:

- Darstellung einer ökonomischen Wasserstoffversorgung im Flugzeug
- Untersuchung der Lebensdauer einer Brennstoffzelle unter Flugbedingungen
- Bau eines flugtauglichen Sensors zur Detektion von Wasserstoff
- Entwicklung eines Brandunterdrückungssystems unter Nutzung von Inertgas
- Bereitstellung eines kompakten DC/DC-Spannungswandlers
- Entwicklung der HVDC-Leistungselektronik für einen Kühlungslüfter

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Airbus Operations GmbH	1.732.090	831.403
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)	1.700.263	816.126
Airbus Defence and Space GmbH	905.567	434.672
ZAL Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung GmbH*	248.971	119.506
Apparatebau Gauting GmbH	1.122.168	538.640
Nord-Micro GmbH & Co. OHG	702.492	337.196
Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG*	713.584	342.520

LAUFZEITBEGINN: 01. Dezember 2014/* 01. Januar 2015

LAUFZEITENDE: 01. Dezember 2016

» Ziel des Verbundprojekts BeZel ist eine Verbesserung des Betriebs und der Zuverlässigkeit von brennstoffzellenbetriebenen Flugzeugsystemen. «



Aufbau des BeZel-Teststands zur experimentellen Untersuchung der Lebensdauer des Brennstoffzellensystems unter luftfahrtspezifischen Betriebsbedingungen



Wasserstofftankstelle am Flughafen BER

I / 06

» H2BER: ENTWICKLUNG, ERPROBUNG UND BEWERTUNG INTELLIGENTER BETRIEBSSTRATEGIEN FÜR DIE VERSCHIEDENEN KOMPONENTEN UND DIE GESAMTSTEUERUNG DER WASSERSTOFFTANKSTELLE AM FLUGHAFEN BERLIN BRANDENBURG (BER) «

Das Reiner Lemoine Institut beforscht in diesem Projekt die Wasserstofftankstelle am zukünftigen Flughafen BER. Ziel des Vorhabens ist es, die Wirtschaftlichkeit von Wasserstofftankstellen mit Onsite-Elektrolyse zu verbessern, indem intelligente Betriebsstrategien entwickelt und erprobt werden. Diese ermöglichen neben dem optimalen Betrieb der Anlagenkomponenten die Berücksichtigung verschiedener Strombezugsmöglichkeiten (erneuerbare Energien, Energie- und Regenergiemärkte) und Verwertungspfade (Fahrzeugbetankung, Rückverstromung, Wärmeerzeugung, Belieferung von Industriekunden).

Dazu wird ein Simulationsmodell entwickelt, mit dem sich Betriebsstrategien zur Steuerung aller relevanten Komponenten der Tankstelle (z.B. Feststoffspeicher, Druckspeicher, Elektrolyseur) untersuchen und optimieren lassen. Die gefundenen Betriebsstrategien werden anschließend an der Wasserstofftankstelle am zukünftigen Flughafen BER erprobt und ausgewertet. Es wird erwartet, dass die Ergebnisse auch beim Aufbau zukünftiger Wasserstofftankstellen einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der Betriebskosten leisten.

Das Forschungsvorhaben ergänzt das bereits laufende Projekt H2BER Tankstelle (»Errichtung und Betrieb einer Wind-Wasserstoff-Produktionsanlage und einer angegliederten weltweit ersten CO₂-neutralen Tankstelle«).

PARTNER:	PROJEKTBUDDGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Reiner Lemoine Institut gGmbH	605.399	290.591

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2015
 LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» HYLOAD: INTEGRIERTER WASSERSTOFFTANK VERSTÄRKT KAROSSERIE «

Die Kooperationspartner BMW AG, REHAU AG + Co und MAXIMATOR GmbH arbeiten im Rahmen eines öffentlich geförderten Forschungsprojekts an der Entwicklung eines neuartigen Wasserstofftanks, der als mittragendes Karosserieelement eingesetzt werden kann. Der Einsatz

eines solchen innovativen Druckspeichers im Fahrzeug verspricht weniger Gewicht, dadurch weniger Verbrauch und eine größere Reichweite von Brennstoffzellenfahrzeugen. Die Forschungspartnerschaft wird von der BMW AG geführt.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
BMW AG	2.629.323	1.262.075
Maximator GmbH	403.724	193.788
REHAU AG + Co	1.644.677	789.445

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2015

LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016



Flechtrad zur Herstellung von carbonfaserverstärkten Wasserstoffdrucktanks im REHAU-Leichtbautechnikum in Viechtach

» Der Einsatz eines solchen innovativen Druckspeichers im Fahrzeug verspricht eine größere Reichweite von Brennstoffzellenfahrzeugen. «

»HYLIGT: AUSLEGUNG, KONSTRUKTION, AUFBAU SOWIE ERPROBUNG UND DEMONSTRATION EINES EMISSIONSFREIEN, FAHRFÄHIGEN WASSERSTOFF-BRENNSTOFFZELLEN-KONZEPTFAHRZEUGS IN PURPOSE-DESIGN-LEICHTBAUWEISE«

Im Rahmen des öffentlich geförderten Forschungsprojekts HyLIGHT baut und erprobt die BMW Group ein hoch innovatives Wasserstoff-Brennstoffzellen-Konzeptfahrzeug mit Langstreckentauglichkeit und exzellenter Dynamik. Das Fahrzeugkonzept und die Fahrzeugarchitektur sind optimal auf die Wasserstoff-Brennstofftechnologie ausgelegt. Das Fahrzeug wird als »Purpose Design«-Konzept realisiert.

Das Konzeptfahrzeug wird von der BMW Group als Versuchsträger aufgebaut, welcher die Potenziale der Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie durch Leichtbau und intelligente Integration aller Komponenten begreifbar macht.

Als elementarer Bestandteil der Architektur wird ein erstmals vollumfänglich lasttragender Wasserstoff-Kryodrucktank in die Bodengruppe des Konzeptfahrzeugs integriert, um die Reichweitenziele von 650 Kilometern zu erreichen. Die BMW Group entwickelt und validiert die wesentlichen Komponenten des Brennstoffzellensystems und die Brennstoffzellensystemsoftware in Eigenleistung.

Durch die erwartete Fahrleistung, die hohe Reichweite und die kurze Betankungszeit kombiniert mit einem eigenständigen progressiven Design wird die BMW Group ihre Kunden für die neue, zukunftsorientierte Technologie begeistern können.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
BMW Group	12.325.229	5.916.110

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2015
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» Das Konzeptfahrzeug wird von der BMW Group als Versuchsträger aufgebaut, welcher die Potenziale der Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie durch Leichtbau und intelligente Integration aller Komponenten begreifbar macht. «

» HYDROGEN SYSTEMS «

Als führendes Unternehmen und Pionier für Wasserstoffbetankungstechnologien sowie als Wasserstoffproduzent und -lieferant arbeitet die Linde AG aktiv an einem verstärkten Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur. Die Einführung von Wasserstoff als Kraftstoff ist ein technisch und insbesondere wirtschaftlich umfangreiches Unterfangen.

Die Linde AG ist hier vor allem in der Neuentwicklung und der notwendigen Standardisierung der Technologiekomponenten tätig: Je nach den entsprechenden Kundenanforderungen sind zwei alternative Pfade für die Wasserstoffhochdruckbetankung zu untersuchen: Der erste Pfad ist die Infrastrukturkette für gasförmigen Wasserstoff, der zweite Pfad ist eine Infrastrukturkette für verflüssigten Wasserstoff. Es ist das übergeordnete Ziel des Projekts »HydrogenSystems«, die Wasserstofftechnologien für beide Pfade an aktuelle und zukünftige Marktanforderungen anzupassen.

Zentrale Bestandteile des Projekts sind die Entwicklung neuer Kryopumpen- und Ionenverdichter-Technologien. Die beantragten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zielen auf marktfähige Anlagenleistung und -preise für unterschiedliche Zielanwendungen ab und stellen Neuentwicklungen dar. Darüber hinaus werden die Erarbeitung und Weiterentwicklung nationaler und internationaler Standards unterstützt.

Durch die Mitarbeit in internationalen Gremien wie ISO TC197 und EN TC268 sollen die praktischen Erfahrungen aus Errichtung und Betrieb bereits existierender Wasserstofftankstellen in die Standards einfließen. Konzepte zur Kosten- und Flächenoptimierung sollen unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Anlagensicherheit optimiert und standardisiert werden. Weitere Themen der Standardisierung sind sinnvolle Festlegungen im Bereich der Schnittstelle Fahrzeug - Tankstelle, Wasserstoffqualität, Befüllprotokoll und Befüllkupplung.

Die beiden Linde-Technologien zur Wasserstoffbetankung verfügen jeweils über charakteristische Stärken abhängig von den Einsatzbedingungen der gewählten Wasserstoffversorgung. Dabei sollen Synergieeffekte bei der Entwicklung gemeinsam genutzter Komponenten maximal ausgenutzt werden, wie beispielsweise bei den Hochdruckspeichern, Durchflussmessungen oder Thermomanagementsystemen.

Ein ausgewähltes Zwischenergebnis des Projekts ist die neu entwickelte Standardtankstelle mit Kryopumpe. Die Tankstelle verfügt über einen neuartigen Pumpenantrieb, ein verbessertes Speicherkonzept, minimierte Betriebskosten bei gleichzeitig verringertem Platzbedarf. Das Konzept wird aktuell an der Versuchstankstelle der Linde AG in Unterschleißheim bei München umfangreichen Tests zur Einhaltung der spezifizierten Leistungsparameter unter allen Betriebszuständen unterzogen.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRERSUMME/€:
Linde AG	2.594.649	1.043.049

LAUFZEITBEGINN: 01. März 2015
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» ENTWICKLUNG EINES BRENNSTOFFZELLEN-HYBRID-STADTBUSSES DER 4. GENERATION «

Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenbusse haben in Kleinflotten bewiesen, dass sie heute schon zum größten Teil die betrieblichen Anforderungen der Verkehrsbetriebe erfüllen. Aufbauend auf den hier gewonnenen Erkenntnissen soll eine innovative Nachfolgefahrgeneration entwickelt werden. Dieses Brennstoffzellen-Bus-Konzept soll, neben dem Antrieb von Solostadtbussen, erstmals auch den lokal emissionsfreien Antrieb von Gelenkbussen ermöglichen. Durch die Vernetzung von Energie- und Thermomanagement des Gesamtfahrzeugs mit dem Brennstoffzellenantriebssystem sollen Synergien optimal genutzt und die Effizienz somit deutlich erhöht werden.

Gleichzeitig wird das Ziel verfolgt, die Kosten der Komponenten erheblich zu senken, und die Zuverlässigkeit und Robustheit des Brennstoffzellenantriebsstrang

deutlich zu erhöhen und somit den Serviceaufwand gering zu halten.

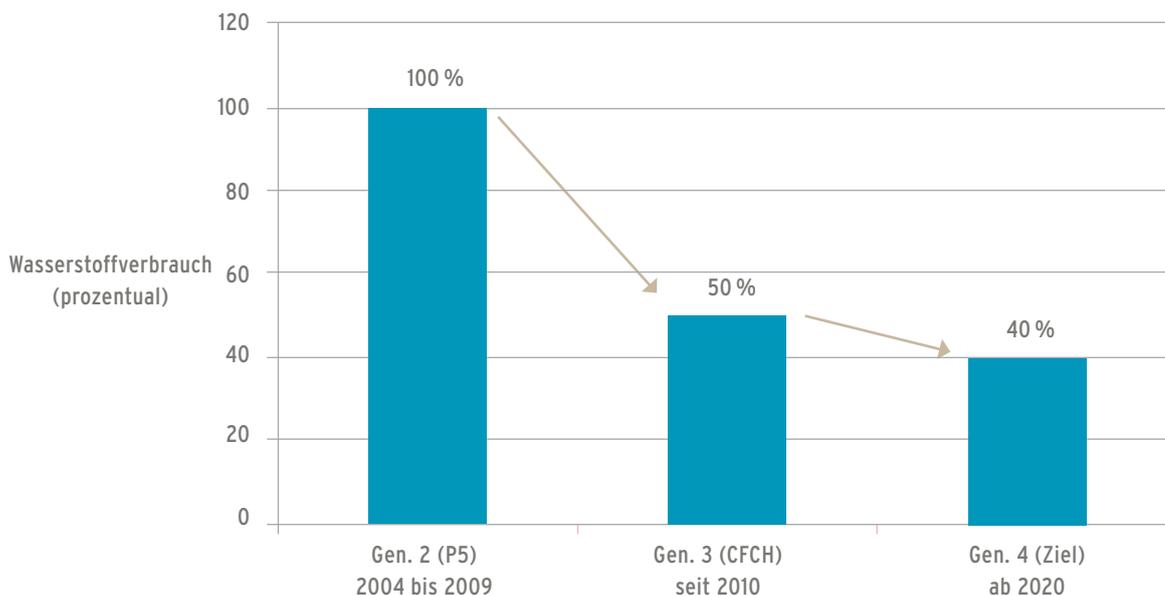
Trotz der bereits erzielten Fortschritte vorheriger Projekte muss die Verfügbarkeit der Fahrzeuge von heute 60 bis 70 % auf mindestens 90 % gesteigert werden.

Im Sinne einer umweltgerechten Produktentwicklung werden entwicklungsbegleitende Ökobilanzuntersuchungen für die Komponenten Brennstoffzellensystem und Wasserstofftankanlage durchgeführt. Durch die F&E-Aktivitäten soll ein weiterer Schritt für die Erreichung der technischen und wirtschaftlichen Ziele eines wettbewerbsfähigen, emissionsfreien Antriebsstrangs für die Integration in einen Stadtbus in Solo- und Gelenkausführung vollzogen werden.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
NuCellSys GmbH	3.946.618	1.815.444
EvoBus GmbH	2.797.193	1.258.737

LAUFZEITBEGINN: 01. März 2015
 LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

VERGLEICH WASSERSTOFFVERBRAUCH GENERATION 2 BIS 4



Wasserstoffverbräuche der unterschiedlichen Brennstoffzellen-Bus-Generation



OMV-Tankstelle Flughafen Stuttgart

» CLEAN ENERGY PARTNERSHIP (CEP) – PROJEKTMODUL: NEUBAU VON DREI WASSERSTOFFTANKSTELLEN SOWIE AUFRÜSTUNG UND WEITERBETRIEB DER WASSERSTOFFTANKSTELLE FLUGHAFEN STUTTGART «

Als Teil des 50-Tankstellen-Programms beabsichtigt die OMV Deutschland GmbH in Kooperation mit der Linde AG an den bestehenden OMV-Tankstellen in Metzingen, Nürnberg (Gleiwitzer Str. 220) und Flughafen München Abgabestellen für Wasserstoff zu errichten. Des Weiteren soll die 2009 eröffnete Wasserstofftankstelle am Flughafen Stuttgart entsprechend den Anforderungen der Clean Energy Partnership (CEP) nachgerüstet werden und damit für die kommende Markteinführung

von Wasserstoff als Kraftstoff vorbereitet werden. Die im Vorhaben geplanten Forschungsarbeiten dienen insgesamt der Optimierung der Technologie – alle vier Wasserstoffabgabestellen werden in die Begleitforschung zum 50-Tankstellen-Programm eingebunden – und der Entwicklung zugehöriger Prozesse unter ungünstigen Startbedingungen (Markteintrittsphase) und werden ihren Beitrag leisten, um auch international die Potenziale der Technologie aufzuzeigen.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
OMV Deutschland GmbH	1.772.002	850.561

LAUFZEITBEGINN: 01. März 2015
 LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» WEITERBETRIEB DER WASSERSTOFFTANKSTELLE INDUSTRIEPARK HÖCHST «

Infraserv betreibt die Wasserstofftankstelle Industriepark Höchst in unmittelbarer Nähe zum Flughafen Frankfurt am Main. Sie wurde im November 2006 eröffnet und ist derzeit die einzige öffentliche Wasserstofftankstelle in Hessen. Sie ist als »CEP ready« eingestuft und entspricht damit in vollem Umfang den Anforderungen der CEP. Es ist die einzige öffentliche Tankstelle, in der Nebenproduktwasserstoff über eine 1,7 Kilometer lange Pipeline für den Kraftfahrzeugverkehr zur Verfügung gestellt wird. Der verwendete Wasserstoff ist ein Nebenprodukt der im Industriepark Höchst angesiedelten chemischen Industrie, bei deren Chlorproduktion pro Jahr etwa 30 Millionen Normkubikmeter Wasserstoff verfügbar sind. Die bestehende Wasserstofftankstelle soll weiterbetrieben und wesent-

lich in das Forschungs- und Evaluationsprogramm der CEP ebenso wie in das Begleitforschungsprogramm des 50-Tankstellen-Programms der Bundesregierung eingebunden werden. Aufgrund von Verfügbarkeitsproblemen in der Vergangenheit wird dem Thema Zuverlässigkeit in der Betriebsphase besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die betriebliche Erprobung und Weiterentwicklung der Anlage ist in Kooperation mit den Technologielieferanten vorgesehen. Ziel ist es, den Betrieb, die hohe Verfügbarkeit der Anlage und damit die zuverlässige Versorgung in der Region über die Projektlaufzeit sicherzustellen sowie einen Beitrag zur weiteren Senkung der allgemeinen Entwicklungs- und Betriebskosten von Wasserstofftankstellen zu leisten.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Infraserv GmbH & Co. Höchst KG	284.806	136.707

LAUFZEITBEGINN: 01. April 2015
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» Die bestehende Wasserstofftankstelle soll weiterbetrieben und in das Forschungs- und Evaluationsprogramm der CEP ebenso wie in die Begleitforschung des 50-Tankstellen-Programms der Bundesregierung eingebunden werden. «



An der Wasserstofftankstelle in unmittelbarer Nähe des Industrieparks Höchst können sowohl Brennstoffzellen-Busse (350 bar) als auch Autos (700 bar) betankt werden.



Auf dem Gelände der Westfalen Tankstelle Münster-Amelsbüren wird im Projektverlauf eine Wasserstofftankstelle installiert und integriert.

» AUFBAU UND BETRIEB DER WASSERSTOFFTANKSTELLE MÜNSTER-AMELSBÜREN UND INTEGRATION EINES WASSERSTOFFREINIGUNGSSYSTEMS «

Der Baubeginn für die erste Wasserstofftankstelle des CEP-Mitglieds Westfalen AG ist für Mai 2016 vorgesehen, Fertigstellung und Inbetriebnahme für November 2016. Die Wasserstofftankstelle befindet sich auf dem Gelände der mehrfach ausgezeichneten neuen Westfalen Großstation in Münster-Amelsbüren.

Die beiden Wasserstoffzapfsäulen werden unter dem Dach der Lkw-Tankstation untergebracht, das dafür extra verlängert wird. Es entstehen eine Zapfsäule in 700-bar-Technologie für Pkw sowie eine weitere Säule in 350-bar-Technologie mit je einem Schlauch für Busse und Pkw. Im Rahmen eines Förderprojekts beabsichtigen die Stadtwerke Münster, Wasserstoffbusse anzuschaffen und diese täglich am Ende ihres Einsatzes an der Westfalen Station zu betanken.

Der Wasserstoff wird aus der nahe gelegenen Wasserstoffproduktion Salzbergen der Westfalen AG per Trailer angeliefert. Gelagert wird der gasförmige Wasserstoff in einem 21 Meter hohen Behälter auf dem Tankstellengelände. Danach durchläuft der Wasserstoff eine Reinigungsanlage, die die Gasqualität von 3.0 (99,9 Volumenprozent) auf 5.0 (99,999 Volumenprozent) Reinheit verbessert. Anschließend folgt die Kompression, und der Wasserstoff wird an die Zapfsäulen weitergeleitet.

PARTNER:	PROJEKTBUDDGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Westfalen AG, Münster	3.223.406	1.547.235

LAUFZEITBEGINN: 01. April 2015
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» Die Wasserstofftankstelle befindet sich auf dem Gelände der mehrfach ausgezeichneten neuen Westfalen Großstation in Münster-Amelsbüren. «

» SYSTEMATISCHE ANLAGENOPTIMIERUNG UND ÜBERWINDUNG VON BESTEHENDEN HINDERNISSEN AUF DEM WEG ZUR MARKTEINFÜHRUNG ANHAND DES AUFBAUS UND BETRIEBS VON SIEBEN WASSERSTOFFTANKSTELLEN IM RAHMEN DER CEP «

Im Februar 2015 hat das Joint Venture H₂ MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG mit den Gesellschaftern Air Liquide, Daimler, Linde, OMV, Shell und TOTAL den operativen Betrieb aufgenommen, mit dem Ziel, den Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland maßgeblich zu beschleunigen. In einer ersten Phase wird H₂ MOBILITY bis zu 60 Wasserstoffstationen in den großen deutschen Ballungsräumen Berlin, Hamburg, Frankfurt/Main, München, Rhein-Ruhr und Stuttgart errichten sowie mit weiteren Stationen an Fernstraßen und Autobahnen eine flächendeckende Versorgung bis 2018/2019 sicherstellen.

Bestandteil der ersten Phase ist der Bau von sieben Wasserstoffstationen im Rahmen des 50-Tankstellen-Programms als F&E-Projekt mit der Absicht, anhand von Errichtung und Betrieb Wissen zu generieren und bestehende Hindernisse auf dem Weg zur Markteinführung von Wasserstoff als Kraftstoff zu beseitigen.

Die Wasserstofftankstellen werden in konventionelle Tankstellen an verschiedenen Standorten der Gesellschafterunternehmen Shell, TOTAL und OMV integriert. H₂ MOBILITY plant, koordiniert und betreibt die sieben Anlagen von drei unter-

schiedlichen Technologielieferanten: Air Liquide, H₂Logic und Linde.

Forschungs- und Entwicklungsziele:

1. Standardisierung von Anlagendesign und Aufstellungsplanung unter technischen, wirtschaftlichen und genehmigungsrechtlichen Aspekten
2. Entwicklung eines optimierten Wasserstoffversorgungskonzepts mit dem Ziel der Steigerung des Anteils von grünem Wasserstoff
3. Auswertung und Optimierung des Anlagenbetriebs zur signifikanten Erhöhung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Stationen
4. Mitarbeiterschulungen/Qualitätssicherung
5. Steigerung der Kundenakzeptanz
6. Mitwirkung an der Begleitforschung zum 50-Tankstellen-Programm

Standorte:

Wuppertal/Shell/Linde
Geisingen/Shell/Linde
Frankfurt/Main/Shell/Air Liquide
Wendlingen/Shell/Air Liquide
Pentling/OMV/Linde
Rostock/TOTAL/H₂Logic
Werneck/TOTAL/Air Liquide

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
H ₂ MOBILITY GmbH & Co.KG	10.399.272	4.991.650

LAUFZEITBEGINN: 01. April 2015

LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016



Die Partner der H₂ Mobility Deutschland GmbH & Co. KG haben das Ziel, den Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland in den nächsten Jahren zu beschleunigen.

» ENTWICKLUNG EINES ROBUSTEN UND AUTOMOBILKOMPATIBLEN WASSERSTOFFSENSORS FÜR DIE MESSUNG VON AUS LECKAGEN AUSTRETENDEM WASSERSTOFF ZUR VERMEIDUNG VON SICHERHEITSRISIKEN «

Die neoxid GmbH entwickelt im Rahmen des NIP-Projekts einen automobilkompatiblen Wasserstoffsensor zur Messung von aus Leckagen austretendem Wasserstoff. Gerade bei der Nutzung von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen kann von dem Zukunftsenergieträger Wasserstoff eine große Gefahr ausgehen, wenn dieser durch Leckagen austritt. Wasserstofffahrzeuge werden heute zwar mit Leckagesensoren ausgerüstet, diese sind jedoch aufwendig in der Herstellung und erfüllen nicht die herkömmlichen Anforderungen und Standards der Automobilindustrie an Fahrzeugkomponenten. Weiterhin sind sie teuer, wenig robust und haben zu lange Ansprechzeiten.

Die Zielsetzung des bewilligten NIP-Projekts ist, Schottky-Dioden-Wasserstoffsensoren mit nanostrukturierten Titanoxid/Metall-Grenzflächen zu entwickeln, die eine Empfindlichkeit bzgl. Wasserstoff kleiner als 0,1 Volumen-

prozent (Explosionsgefahr von Wasserstoff bei mehr als 4,4 Volumenprozent) aufweisen und bei denen keine Quersensitivität zu anderen Gasen besteht. Hierzu müssen zunächst entsprechende Dioden und deren Herstellverfahren entwickelt werden. Unter Verwendung dieser Dioden werden anschließend Sensoren mit integrierter Elektronik hergestellt, die dann am Ende als komplettes Sensorsystem in Fahrzeugen eingebaut werden können.

Die Entwicklung dieser grundlegend neuen Sensortechnologie ebnet den Weg für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge, denn hiermit wird erstmals ein Sensor zur Verfügung gestellt, der nicht nur hohe Messqualitäten aufweist, sondern zeitgleich die allgemeinen Anforderungen der Automobiltechnik erreicht. Damit wird ein weiterer Baustein für Wasserstoff als umweltfreundlicher Energieträger in der Mobilbranche gelegt.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
neoxid GmbH	523.495	251.277
LAUFZEITBEGINN: 01. April 2015		
LAUFZEITENDE: 30. September 2016		

» Die Entwicklung dieser grundlegend neuen Sensortechnologie ebnet den Weg für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge. «

» F-CELL-PREP: ERFORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND EVALUIERUNG EFFIZIENTER KONZEPTE, NEUER WERKSTOFFE UND INNOVATIVER BETRIEBSSTRATEGIEN FÜR BRENNSTOFFZELLENSYSTEM- UND -TANKKOMPONENTEN «

Die Bereitstellung umweltschonender, zuverlässiger und bezahlbarer Energie ist eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Gelingen kann dies durch innovative Konzepte und technologischen Fortschritt. Die Technologie der Brennstoffzelle, mit ihrem hohen Wirkungsgrad, und Wasserstoff, als klimaneutraler Sekundärenergieträger, werden in Zukunft die Grundlage für eine nachhaltige und emissionsarme Energieversorgung und Mobilität darstellen.

Das Ziel dieses Vorhabens ist es, die im Rahmen der Vorgängerprojekte identifizierten Potenziale in den Bereichen der Brennstoffzellensystemkomponenten und der Tanksystemkomponenten zu heben. Die Schwerpunkte sind:

➤ Weiterführende Erforschung und Entwicklung von geeigneten Materialien und Werkstoffen für Membranen des Brennstoffzellen-Systembefeuchters sowie Dichtwerkstoffe für die Ventile der Wasserstofftanksystemregelung.

➤ Grundlagenschaffende Untersuchung der Systemkonzeption unter spezieller Berücksichtigung des Wassermanagements und der Betriebsstrategie und deren Auswirkung auf die Konzeption betroffener Systembauteile.

➤ Entwicklung von bisher nicht verfügbaren oder aufwandintensiven Systemkomponentenlösungen und deren produktionsgerechter Produktgestaltung.

➤ Entwicklung von Prüfstandards und Prüfmethoden zur Sicherstellung und Absicherung der Güte der Systemkomponenten.

Mit den genannten Maßnahmen wird ein weiterer unerlässlicher Beitrag zur Anhebung des Reifegrads und der Gewährleistung der Herstellbarkeit von Brennstoffzellensystem- und Wasserstofftanksystemkomponenten erwartet.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
NuCellSys GmbH	6.344.278	1.801.775
LAUFZEITBEGINN: 01. Juli 2015		
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016		

» Das Ziel dieses Vorhabens ist es, die im Rahmen der Vorgängerprojekte identifizierten Potenziale in den Bereichen der Brennstoffzellensystemkomponenten und der Tanksystemkomponenten zu heben. «

» HRS-MONI: MONITORING DER FREIBURGER WASSERSTOFFTANKSTELLE FÜR DAS 50-TANKSTELLEN-BEGLEITPROGRAMM «

Die Freiburger Wasserstofftankstelle wurde durch das Fraunhofer ISE im Jahr 2012 eröffnet, im Jahr 2013 auf den »CEP ready«-Standard aufgerüstet und ist seitdem Teil des Tankstellennetzes in Deutschland zur Etablierung der Wasserstoffmobilität. Sie wird auch in den nächsten Jahren Bestandteil des 50-Tankstellen-Programms des NIP sein und bildet eine wichtige südwestliche Stützstelle in Deutschland, auch als Anknüpfungspunkt zu den HRS-Infrastrukturen in der Schweiz und in Frankreich.

Durch das hier beantragte Vorhaben soll die Teilnahme an der Begleitforschung zum 50-Tankstellen-Programm ermöglicht werden, um wichtige Erkenntnisse als typische Korridortankstelle zu gewinnen. Gegenstand der Begleitforschung sind das Nutzerverhalten und die -akzeptanz im Netzbetrieb, die Entwicklung von Logistik-

konzepten, Erkenntnisse zur weiteren Szenarientwicklung, Optimierung der Wartung und Instandhaltung sowie die Minimierung des Energiebedarfs. Dafür sollen die Betriebsergebnisse der Tankstelle überwacht und dem CEP-Begleitprogramm zur Verfügung gestellt werden. Zudem sollen in diesem Vorhaben Erkenntnisse aus dem bisherigen Betrieb der Tankstelle zur Verbesserung der Betriebsführung umgesetzt werden (Anpassung Steuerung, Feldtest neuer Komponenten, Monitoring der Netzqualität auf die Onsite-Wasserstofferzeugung). Das Fraunhofer ISE stellt die Erkenntnisse aus diesem Vorhaben der CEP zur Verfügung, um damit die Schaffung einer möglichst breiten Datenbasis zur Weiterentwicklung und Marktvorbereitung einer nachhaltigen Wasserstoffmobilität zu unterstützen.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Fraunhofer ISE	209.998	100.798

LAUFZEITBEGINN: 01. Juli 2015

LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» Durch das hier beantragte Vorhaben soll die Teilnahme an der Begleitforschung zum 50-Tankstellen-Programm ermöglicht werden, um wichtige Erkenntnisse als typische Korridortankstelle zu gewinnen. «

» ZEROE: EINSATZ VON BRENNSTOFFZELLEN-PKW ALS FLOTTEN IN HAMBURG UND MÜNCHEN «

Als Partner der Clean Energy Partnership (CEP) ist Toyota überzeugt, dass es bei der Entwicklung von nachhaltigen Antriebstechnologien für die Zukunft nicht den einen Königsweg gibt. Toyota verfolgt einen breiten Entwicklungsansatz, in dem Brennstoffzellenfahrzeuge – insbesondere für Langstrecken – eine zentrale Rolle spielen.

Toyota arbeitet seit 1992 an Brennstoffzellenfahrzeugen und brachte 2015 mit dem Mirai als erster Automobilhersteller eine Brennstoffzellenlimousine in Serie auf den Markt.

Der Schwerpunkt des Projekts ZeroE liegt in der Erprobung des Mirai in Flotten mit hohen jährlichen Kilometerlaufleistungen, da in diesem Bereich auch höhere Umwelteffekte mit Blick auf Kohlendioxid und Schadstoffreduktion erzielt werden können. Ziel ist es, auf diese Weise einen Beitrag

zu einem Einstieg in eine systematische Umstellung von Flotten mit hohen Anforderungen an die Reichweite auf umweltfreundliche Technologien zu erbringen.

Im Rahmen des Projekts werden Fahrzeugdaten erhoben und ausgewertet. Die gesammelten Daten sowie Analysen ermöglichen wichtige Ableitungen für den weiteren Einsatz der Fahrzeuge, ihrer technischen Optimierung sowie den weiteren Rollout der Technologie. Dabei wird auch untersucht, ob die Anforderungen (z. B. Reichweite/Tag, Zuverlässigkeit, Nutzerakzeptanz etc.) für Wirtschaftsflotten mit hohen Laufleistungen erfüllt werden können. Zudem werden Daten und Ergebnisse für gemeinsame Facharbeitskreise der im Bereich der Elektromobilität aktiven Bundesministerien bereitgestellt und können so auf andere Städte übertragen werden.

PARTNER:	PROJEKTBUDDGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Toyota Kreditbank GmbH	976.470	390.588

LAUFZEITBEGINN: 01. Oktober 2015
LAUFZEITENDE: 30. September 2016

» Der Schwerpunkt des Projekts ZeroE liegt in der Erprobung des Mirai in Flotten mit hohen jährlichen Kilometerlaufleistungen. «

» ETUDE: VORHABEN ZUR BERUFLICHEN UND INGENIEURTECHNISCHEN AUS- UND WEITERBILDUNG DURCH VERMITTLUNG VON INFORMATIONEN UND LERNINHALTEN AUF DEM ENTWICKLUNGSWEG VOM KONVENTIONELLEN FAHRZEUG ZUM BRENNSTOFFZELLEN-BATTERIE-HYBRIDFAHRZEUG «

ETUDE ist das zentrale Aus- und Weiterbildungsprojekt im Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP). Insgesamt drei Lernprodukte zur praxisorientierten Nachwuchsförderung sowie zur Aus- und Weiterbildung wurden seit Januar 2012 von den beteiligten Partnerunternehmen Heliocentris, H-TEC, Spilett und ModernLearning entwickelt:

➤ Die Lern- und Informationssoftware »Mobil mit Wasserstoff« (Teilprojekt A) vermittelt einen Einblick in die Technologie- und Ideenwelt der Wasserstoffmobilität. Ein besonderer Schwerpunkt der Darstellung liegt auf dem gesellschaftlichen Kontext, der Motivation zur Veränderung und den Herausforderungen des gesellschaftlichen und technologischen Systemwandels im Verkehrsbereich.

➤ Das Ausbildungssystem »HyDrive« (Teilprojekt B) ermöglicht einen praxisorientierten Einblick in das Energiemanagement von elektrischen Antrieben. Ein mit Brennstoffzellenstack und Supercap ausgerüstetes Modellfahrzeug und dazugehörigem Teststand erfasst die mit parametrisierbaren Fahrsituationen und Energiesystemdesigns verbundenen Energieflüsse und stellt diese in einer zugehörigen Softwareumgebung detailliert für den Einsatz im Unterricht oder Studium dar.

➤ Das Antriebsstrangmodell (Teilprojekt C) ermöglicht realitätsnahe »Fuel to wheel«-Analysen für unterschiedliche Technologiekonzepte der Elektromobilität. Das universitäre Ausbildungssystem kann sowohl im batterieelektrischen Betrieb als auch als Brennstoffzellen-Batterie-Hybrid betrieben werden. Die integrierten Softwaremodelle lassen sich parametrieren, um unterschiedliche Fahrzeuge und Fahrsituationen zu simulieren.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Heliocentris Academie GmbH*	1.443.720	692.986
Spilett New Technologies GmbH	152.327	73.117
H-TEC Wasserstoff-Energie-Systeme GmbH	204.171	98.002
Modern Learning GmbH Bildung mit neuen Medien	145.327	69.757

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2012

LAUFZEITENDE: 31. März 2015/* bis 30. Juni 2016



Im ETUDE-Projekt wurden insgesamt drei Lernprodukte zur Nachwuchsförderung sowie zur Aus- und Weiterbildung entwickelt.

» PRODUKTIONSPROZESSENTWICKLUNG (PPE) FÜR BRENNSTOFFZELLENSYSTEME «



Die Technologie der Brennstoffzelle, mit ihrem hohen Wirkungsgrad, und Wasserstoff, als klimaneutraler Sekundärenergieträger, bilden eine der wichtigen Säulen, um die ambitionierten Klimaziele der Bundesregierung zu erreichen. Im Rahmen von Feld- und Flottenerprobungen wurde bereits die Alltagstauglichkeit erfolgreich demonstriert. Die Herausforderung der Gegenwart ist es, die Technologie für den Markteintritt in entsprechenden Stückzahlen darzustellen und die Kosten für die Technologie zu reduzieren. Mit diesem Vorhaben sind mit der Entwicklung eines ganzheitlichen Produktionsprozesses für Brennstoffzellensysteme inklusive Qualitätssicherung, Logistik und Informationstechnik sowie der dafür erforderliche Anlagentechnologie und Anlagen wichtige Grundsteine für ein mittelfristiges Szenario gelegt worden.

Ein Schwerpunkt des Vorhabens war die Entwicklung eines produktionsgerechten Produktdesigns, unterstützt durch Studien und Untersuchungen in den Bereichen Komponenten und Systemdesign in der sehr frühen Entwicklungsphase. Die ermittelten Verbesserungspotenziale konnten zu einem großen Teil erfolgreich umgesetzt, vali-

diert und verwertet und dadurch ein maßgeblicher Beitrag zur Kostenreduktion geleistet werden. Des Weiteren wurde den Anforderungen an Montierbarkeit, Prüffähigkeit, Elektrostatik sowie dem Umgang mit Wasserstoff und hoher Spannung große Bedeutung beigemessen. Insgesamt konnten so signifikante Verbesserungen in Bezug auf die Prozesssicherheit, den Aufwand bei der Montage und die Produktqualität erzielt werden.

Mit der Herstellung einer Vielzahl von Brennstoffzellensystemen der neuesten Generation wurde die aus dem Entwicklungsprozess hervorgegangene Prototypen-Produktionslinie mit integriertem Prüfkonzept erprobt und validiert.

Die führende Position der NuCellSys GmbH als Entwickler und Hersteller von Brennstoffzellensystemen für die Anwendung im Automobil konnte durch dieses Vorhaben weiter gestärkt werden, um im internationalen Wettbewerb gegenüber den ehrgeizigen Plänen der großen Automobilhersteller aus Japan, Korea, USA und China bestehen zu können.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
NuCellSys GmbH	7.768.290	3.728.779

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2011
LAUFZEITENDE: 31. März 2015

» Mit der Herstellung einer Vielzahl von Brennstoffzellensystemen der neuesten Generation wurde die aus dem Entwicklungsprozess hervorgegangene Prototypen-Produktionslinie mit integriertem Prüfkonzept erprobt und validiert. «



Prototypen-Produktionslinie

» DEMONSTRATION MERCEDES-BENZ B-KLASSE F-CELL FLOTTE IN HAMBURG «



Im Rahmen des Projekts wurden 20 B-Klasse F-CELL Fahrzeuge in Hamburg in Kundenhand betrieben und somit die Erleb- und Sichtbarkeit der Technologie demonstriert. Das Projekt hat die Alltagstauglichkeit und technologische Marktfähigkeit der Brennstoffzellenfahrzeuge unter Beweis gestellt. Durch zahlreiche Vorträge und Veranstaltungen an Universitäten und sonstigen Bildungseinrichtungen konnte die Technologie vermittelt werden. Auch die Mercedes-Benz Service Werkstatt in Hamburg wurde für Reparatur und Servicearbeiten an den Fahrzeugen qua-

lifiziert. Im Rahmen der Clean Energy Partnership konnten die Normung und Standardisierung der Technologie enorm vorangetrieben werden.

Im Projekt wurden mit den Fahrzeugen über 650.000 Kilometer zurückgelegt. Ein Fahrzeug hat während der Projektlaufzeit 325.000 Kilometer akkumuliert und somit wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung der Technologie beigetragen. Das Fahrzeug wurde auch mit dem Innovationspreis »f-cell award 2014« ausgezeichnet.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Daimler AG	9.602.822	4.435.857
FAHRZEUGE: 20 B-Klasse F-CELL Fahrzeuge	LAUFZEITBEGINN: 01. Mai 2009	LAUFZEITENDE: 31. Januar 2015

» Im Rahmen der Clean Energy Partnership konnten die Normung und Standardisierung der Technologie enorm vorangetrieben werden. «

» F-CELL LUK: STIMULIERUNG DER LIEFERANTENLANDSCHAFT FÜR DIE ENTWICKLUNG KOSTENOPTIMIERTER KOMPONENTEN FÜR BRENNSTOFFZELLENSYSTEME «



Die Bereitstellung umweltschonender, zuverlässiger und bezahlbarer Energie ist eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Gelingen kann dies durch innovative Konzepte und technologischen Fortschritt. Die Technologie der Brennstoffzelle, mit ihrem hohen Wirkungsgrad, und Wasserstoff, als klimaneutraler Sekundärenergieträger, werden in Zukunft die Grundlage für eine nachhaltige und emissionsarme Energieversorgung und Mobilität darstellen.

In diesem Vorhaben ist es das Ziel, die führende Position deutscher Zulieferer und Engineering-Dienstleister zu stärken und weitere Zulieferer für die zukunftsfähige Technologie der Brennstoffzelle zu gewinnen, um sie bestmöglich für den globalen Wettbewerb zu positionieren. Des Weiteren werden die Hauptkomponenten des Brennstoffzellensystems durch viele technologische Neuheiten, wie z. B. die Übernahme zusätzlicher, übergreifender Funktio-

nen, neuer beziehungsweise alternativer Werkstoffe und neuer Fertigungsverfahren und -prozesse, für eine kostengünstige, wirtschaftlich darstellbare Herstellung großer Stückzahlen, in enger Zusammenarbeit mit der Zulieferindustrie und den Dienstleistern, optimiert und für die Integration in ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt. Mit der Entwicklung neuer Konzepte in den Bereichen der Wasserstoffrezirkulation, neuer Simulationsmodelle zur Beschreibung und Charakterisierung von Brennstoffzellensystemkomponenten und der Überwachung von Wasserstoff werden unerlässliche Beiträge für eine zukünftige Darstellung großer Stückzahlen geleistet.

Als eines der weltweit führenden Unternehmen in der Entwicklung und Produktion von Brennstoffzellensystemen unternimmt NuCellSys enorme Anstrengungen, den Anforderungen an eine schadstofffreie und nachhaltige Mobilität gerecht zu werden.

PARTNER:	PROJEKTBUDDGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
NuCellSys GmbH	16.262.095	7.805.806

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2013
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2015

» Als eines der weltweit führenden Unternehmen in der Entwicklung und Produktion von Brennstoffzellensystemen unternimmt NuCellSys enorme Anstrengungen, den Anforderungen an eine schadstofffreie und nachhaltige Mobilität gerecht zu werden. «

» EPOWERSYS: LEISTUNGSELEKTRONIKSYSTEM FÜR BRENNSTOFFZELLENFAHRZEUGE «



Brennstoffzellenfahrzeuge sind Elektrofahrzeuge, die neben der Brennstoffzelle auch eine Traktionsbatterie an Bord haben. Zur Regelung der elektrischen Ströme im Bordnetz sind DC/DC-Konverter erforderlich. Dabei handelt es sich um einen bidirektionalen Spannungswandler, der die unterschiedlichen Spannungsniveaus von Batterie und Brennstoffzelle einander angleicht, aber auch in reinen Batterie- oder Hybridfahrzeugen eingesetzt werden kann.

Die Erkennung von Synergiepotenzialen bei der Leistungselektronik von Elektrofahrzeugen mit Batterie und Brennstoffzelle ist richtungsweisend für die weitere Entwicklung und bietet durch Stückzahleffekte Kostensenkungspotenzial, was der Elektromobilität einen weiteren Schub geben soll.

Ziel des Projekts sind die Analyse und Bewertung der Leistungselektronik hinsichtlich einer modularen Bauweise, um diese flexibel in elektrischen Antriebskonzepten einsetzen zu können. Dabei sind die Methoden der Automotive-Entwicklung angewendet worden. Die von BOSCH aufgebaute Elektronik wird bei der Daimler AG nach Anforderungen der Brennstoffzellenaggregate der Marke Mercedes-Benz realitätsnah erprobt. Eine Schlüsselkomponente dabei ist ein von der SUMIDA Components & Modules GmbH neu entwickeltes Hochleistungsspulenmodul, HPCM. Neue Magnetwerkstoffe und innovative Systemkombinationen wurden erforscht.

Das Ergebnis des Projekts ist eine hoch effiziente Leistungselektronik, die in einem OEM-Versuch mit 98 % Wirkungsgrad seriennah betrieben werden konnte.

ZUWENDUNGSEMPFÄNGER/WEITERE PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Robert Bosch GmbH	9.796.668	4.702.401
SUMIDA Components & Modules GmbH	2.680.523	1.286.651
Daimler AG	412.396	197.950

LAUFZEITBEGINN: 01. Oktober 2010
LAUFZEITENDE: 30. September 2015

» Ziel des Projekts sind die Analyse und Bewertung der Leistungselektronik hinsichtlich einer modularen Bauweise, um diese flexibel in elektrischen Antriebskonzepten einsetzen zu können. «

» DEMONSTRATION MERCEDES-BENZ B-KLASSE F-CELL FLOTTE IN STUTTGART UND FRANKFURT/MAIN «



Im Rahmen des Projekts wurden 30 B-Klasse F-CELL Fahrzeuge in Stuttgart und Frankfurt/Main in Kundenhand betrieben und somit die Erleb- und Sichtbarkeit der Technologie demonstriert. Die Fahrzeuge legten in Summe innerhalb der Projektlaufzeit knapp eine Million Kilometer zurück. Das Projekt hat die Alltagstauglichkeit und technologische Marktfähigkeit der Brennstoffzellenfahrzeuge unter Beweis gestellt. Durch zahlreiche Vorträge und

Veranstaltungen an Universitäten und sonstigen Bildungseinrichtungen konnte die Technologie vermittelt werden. Auch die Mercedes-Benz Service Werkstätten in Stuttgart und Frankfurt/Main wurden für Reparatur und Servicearbeiten an den Fahrzeugen qualifiziert. Im Rahmen der Clean Energy Partnership konnten die Normung und Standardisierung der Technologie wesentlich vorangetrieben werden.

PARTNER:	PROJEKTBUDDGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Daimler AG	13.179.140	5.864.611
FAHRZEUGE: 30 B-Klasse F-CELL Fahrzeuge	LAUFZEITBEGINN: 01. November 2011	LAUFZEITENDE: 30. Juni 2015

» Das Projekt hat die Alltagstauglichkeit und technologische Marktfähigkeit der Brennstoffzellenfahrzeuge unter Beweis gestellt. «

» CLEAN ENERGY PARTNERSHIP – CEP-PHASE II: WEITERBETRIEB VON VIER BUSSEN MIT WASSERSTOFFVERBRENNUNGSMOTOREN «



Aus Sicht des Klimaschutzes wird Wasserstoff aus erneuerbaren Energien hergestellt. Die Berliner Verkehrsbetriebe betrieben im Rahmen des Vorhabens Clean Energy Partnership-CEP Phase II über einen Zeitraum von fünf Jahren eine Flotte von vier bestehenden Bussen mit Wasserstoffverbrennungsmotoren weiter, die zum Ende der Projektlaufzeit eine Gesamtbetriebsdauer von 8,5 Jahren erreichten. Die Wasserstoffbusse hatten zusammen mit dem Vorgängerprojekt somit eine Betriebsdauer absolviert, die vergleichbar zu Dieselnissen am Ende ihrer Einsatzzeit innerhalb der BVG ist. Über den gesamten Projektzeitraum konnten die in den Arbeitspaketen geplanten Aktivitäten wie vorgesehen umgesetzt werden.

Die Wasserstoffbusse wurden zumeist auf der Express-Linie X49 eingesetzt und verbrauchten etwa 20 Kilogramm Wasserstoff auf 100 Kilometer.

Der Einsatz der Wasserstoffbusse erfolgte vor allem im Frühdienst zur Abdeckung der Frühspitzen und im Nachmittagsdienst. Sie übernahmen damit reguläre Aufgaben des Liniendienstes, die sonst von Dieselnissen hätten erfüllt werden müssen.

Ab dem Jahr 2012 kam es zu ersten relevanten Problemen mit dem Antriebsstrang, weil der Fahrzeughersteller benötigte Ersatzteile nicht mehr liefern konnte und diese von Unterlieferanten beschafft werden mussten. Durch einen umfassenden Know-how-Aufbau mit der Wasserstofftechnologie bei der BVG konnte die Betriebsbereitschaft der Wasserstoffbusflotte in der bestehenden Wasserstoffwerkstatt bis zum Ablauf des Projekts sichergestellt werden.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Berliner Verkehrsbetriebe AöR	2.940.410	1.411.397
LAUFZEITBEGINN: 01. Februar 2010 LAUFZEITENDE: 31. Januar 2015	FAHRZEUGE: Vier MAN Niederflurbusse Lion's City mit Wasserstoffverbrennungsmotor INFRASTRUKTUR: Wasserstoffwerkstatt auf BVG-Betriebsgelände	

» Der Einsatz der Wasserstoffbusse erfolgte vor allem im Frühdienst zur Abdeckung der Frühspitzen und im Nachmittagsdienst. Sie übernahmen damit reguläre Aufgaben des Liniendienstes, die sonst von Dieselnissen hätten erfüllt werden müssen. «



Wasserstoffbus der Linie X49 auf dem Betriebshof



BMW 5er GT FCEV

» CRYOFUEL: VISIONSFahrZEUG FÜR DIE EMISSIONSFREIE PREMIUM-MOBILITÄT AUF DER LANGSTRECKE «



Elektrischen Antrieben gehört die Zukunft emissionsfreier Mobilität. Für kurze Reichweiten im Stadtbetrieb wird die elektrische Energie am besten in einer Hochvoltbatterie gespeichert. Für große Reichweiten und kurze Betankungszeiten ist die chemische Speicherung in Form von Wasserstoff und die anschließende Umwandlung in elektrischen Strom in einer Brennstoffzelle an Bord des Fahrzeugs vorteilhaft.

Stand der Technik heute und Mainstream für die nächsten Jahre ist die Speicherung von Wasserstoff im Fahrzeug in 700-bar-Druckbehältern bei Umgebungstemperatur (CGH₂).

Zur Erhöhung der Fahrzeugreichweite wird derzeit bei BMW an einem Tanksystem geforscht, das mit Betankung und Speicherung von tiefkaltem gasförmigen Wasserstoff in einem Kryodruckspeicher bei bis zu 350 bar (CCH₂) die Energiedichte eines 700-bar-Speichers um mehr als 50 % erhöht.

Zusätzlich lässt sich mit der im Kryodrucktank gespeicherten Kälte die Kühlung des Brennstoffzellenantriebs verbessern und somit eine höhere kontinuierliche Leistung bereitstellen.

Im Rahmen des Projekts CryoFuel wurden Versuchsfahrzeuge mit leistungsstarkem Brennstoffzellen-Elektroantrieb und Wasserstoff-Kryodruckspeicher erforscht, entwickelt und aufgebaut, um die Alltagstauglichkeit der Kryodrucktechnologie in Bezug auf Speicherung, Betankung und Leistungsfähigkeit zu erproben.

Im Rahmen des Projekts wurde nachgewiesen, dass auch für größere Pkw einer höheren Leistungsklasse emissionsfreies Fahren im Alltag mit dynamischer Leistungsentfaltung und segmenttypischem Fahrkomfort bei hoher Reichweite und schneller Betankung möglich ist.

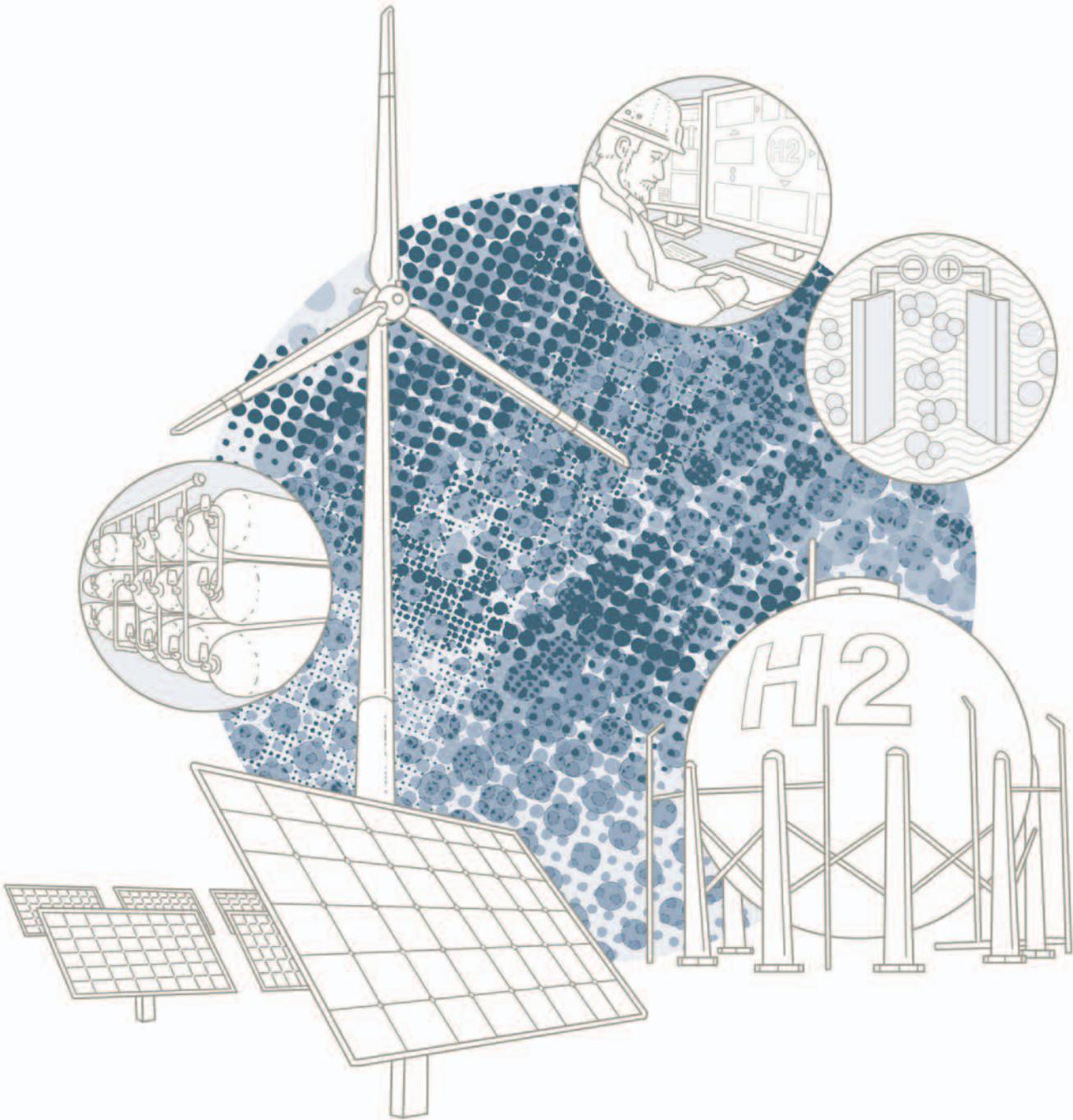
PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
BMW AG	20.534.271	9.856.450

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2013

LAUFZEITENDE: 31. August 2015

» Im Rahmen des Projekts wurde nachgewiesen, dass auch für größere Pkw einer höheren Leistungsklasse emissionsfreies Fahren im Alltag mit dynamischer Leistungsentfaltung und segmenttypischem Fahrkomfort bei hoher Reichweite und schneller Betankung möglich ist. «

NIP – WASSERSTOFF-
BEREITSTELLUNG



SÄMTLICHE PROJEKTE WERDEN AUF DEN FOLGENDEN SEITEN MIT II / 01,
ABGESCHLOSSENE PROJEKTE MIT DEM SYMBOL  GEKENNZEICHNET.

NIP – WASSERSTOFF- BEREITSTELLUNG

Im Programmbereich Wasserstoffbereitstellung des NIP werden Demonstrationsprojekte und Studien zu Herstellung, Speicherung und Verteilung von Wasserstoff gefördert. Der Wasserstoff wird entsprechend den Zielvorgaben des Energiekonzepts primär auf Basis erneuerbarer Energien – Wind- und Solarstrom sowie Biomasse – hergestellt. Verwendet wird Wasserstoff als Kraftstoff für Brennstoffzellenfahrzeuge und als Speicher für die Einbindung großer Mengen fluktuierender erneuerbarer Energien. Konkrete Anwendungen umfassen auch die stationäre Rückverstromung, die Einspeisung in das Erdgasnetz sowie die Nutzung als klimaneutrales Industriegas.

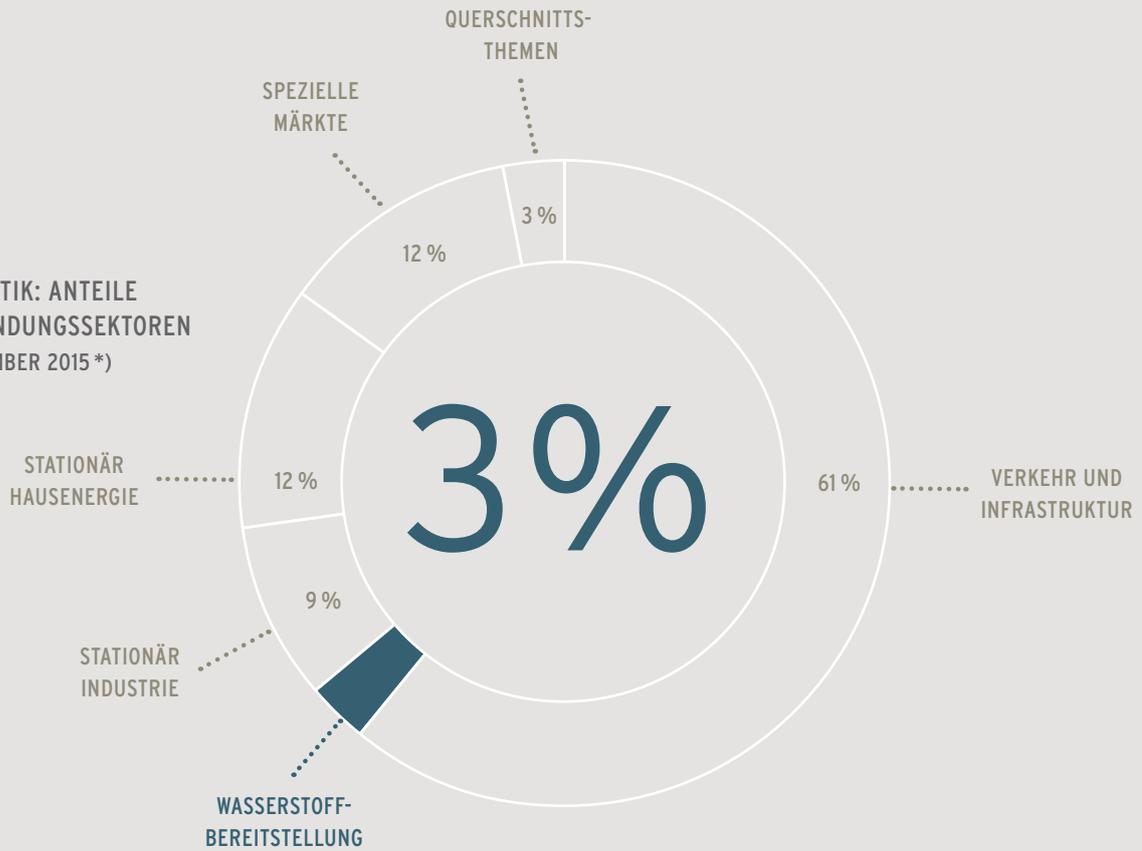
Durch den Einsatz regenerativen Wasserstoffs können erhebliche Beiträge zur Erreichung der Zielsetzungen der Energiewende geleistet werden. Zum einen wird dadurch der vom Energiekonzept geforderte Ersatz fossiler durch erneuerbare Energien in Verkehrs- und Energiewirtschaft vorangetrieben, zum anderen werden für den Erfolg der Energiewende dringend erforderliche Energiespeicherkapazitäten geschaffen. Die besondere wirtschaftliche Attraktivität von Wasserstoff als Kraftstoff ermöglicht die Schaffung eines Leitmarkts, welcher Energiespeicherung und anderen Anwendungen den Weg bereitet.

Technologisch steht die Wasserstoffproduktion mittels hoch effizienter Wasserelektrolyse, vor allem auf Basis überschüssigen Windstroms, im Zentrum des Programmbereichs. Die Wasserelektrolyse ist eine Schlüsseltechnologie für die Integration erneuerbarer Energien in Verkehrs- und Energiewirtschaft; wachsende und neu entstehende Märkte für Wasserstoff schaffen die Voraussetzung für die Erschließung des bei allen Elektrolysetechnologien gegebenen erheblichen Entwicklungspotenzials.

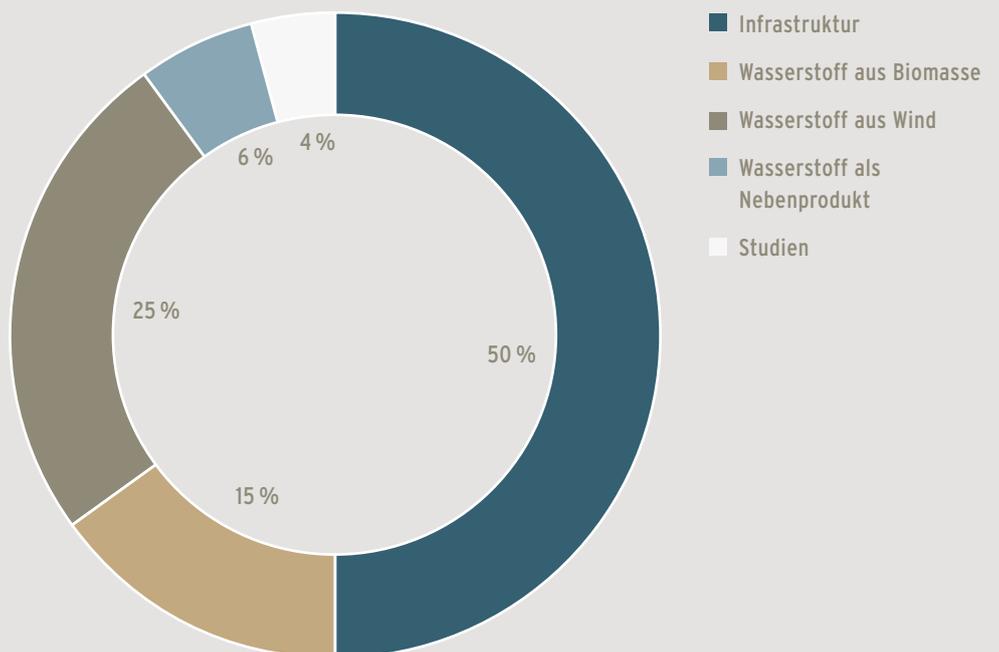
Kommt auch heute noch hauptsächlich die bewährte alkalische Elektrolyse zum Einsatz, so holt die technologisch jüngere Polymerelektrolytmembran-(PEM)-Elektrolyse doch rasch auf. Im Programmbereich werden Demonstrationsprojekte zu beiden Technologien gefördert. Als neue Technologie gewinnt auch die Hochtemperaturelektrolyse an Bedeutung.

Im Programmbereich werden auch sektorübergreifende Betrachtungen zur Rolle des Wasserstoffs in Energie- und Verkehrswirtschaft vollzogen (siehe nachfolgenden Artikel). In Studien und Analysen werden die Potenziale von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien für die Zielerreichung der Energiewende diskutiert. Die Ergebnisse dienen auch der Einordnung der Projekte und anderer Aktivitäten im NIP beziehungsweise der Wirkungen, die sie im Hinblick auf die Unterstützung der Energiewende entfalten.

NIP – STATISTIK: ANTEILE NACH ANWENDUNGSSEKTOREN (STAND: DEZEMBER 2015 *)



NIP – WASSERSTOFFBEREITSTELLUNG: VERTEILUNG NACH ANWENDUNGSBEREICHEN (STAND: DEZEMBER 2015)



* Die Grafik umfasst Projekte in Planung bei NOW, in Bearbeitung bei PtJ, UIA (unverbindliche Inaussichtstellung) sowie bewilligte Projekte.



DWV-FACHKOMMISSION PERFORMING ENERGY ENGAGIERT SICH FÜR EINE WIRTSCHAFTLICHE, ZUKUNFTSORIENTIERTE ENERGIEWENDE

Die seit 2015 dem DWV beigeordnete Fachkommission performing energy setzt sich für eine effiziente und wirtschaftlich tragfähige Energiewende ein. Die Mitglieder aus führenden Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen und Organisationen der Bereiche Umwelt und Technologieförderung sind der Überzeugung, dass die Energiewende volkswirtschaftlich nur unter der Bedingung eines integrativen gesamtheitlichen Konzepts über alle drei Energiesektoren hinweg gelingen kann. Der Fokus liegt auf der Erarbeitung regulatorischer Vorschläge, um die Voraussetzungen für eine zeitnahe wirtschaftliche Markteinführung von »grünem Wasserstoff« beziehungsweise Folgeprodukten, wie synthetischen Kraftstoffen oder EE-Gas, zu schaffen.

Mit Kommissionssprecher Werner Diwald an der Spitze stehen die mittlerweile 18 Mitgliedsfirmen und -institutionen für eine Energiewende, die ihren Namen verdient: Denn die Reformierung des EEG reicht nicht aus, um im Rahmen der avisierten energiepolitischen Ziele die Versorgungssicherheit aus regenerativer Energie wirtschaftlich zu erreichen. Die Vorgaben und Regelungen des EEG stehen nur für eine Stromwende und nicht für eine Energiewende. Die Fachkommission performing energy setzt sich aus diesem Grund für ein integriertes Energiekonzept (IEK 1.0) ein, bei dem »grüner« Wasserstoff aus erneuerbaren Energien als Übergang in eine emissionsfreie Mobilität dienen kann.

Tatsächlich sind die Kohlendioxidwerte in Deutschlands Verkehrssektor im vergangenen Jahr um 1,7% gestiegen. Ohne einen strategischen Transformationsprozess in Richtung kohlendioxidfreie Mobilität sind die verschiedenen Ziele nicht erreichbar. Dazu ist ein Umstieg auf nachhaltige Kraftstoffe und effizientere Fahrzeuge unabdingbar. Im Kraftstoffbereich kann Wasserstoff, der mit erneuerbaren Energien gewonnen wird, unmittelbar die Kohlendioxidbilanz von in den Verkehr gebrachten Kraftstoffen verbessern. Mittelfristig werden Wasserstofffahrzeuge zur Effizienzsteigerung des Energieeinsatzes im Verkehr einen festen Platz im Mobilitätsmix der Zukunft einnehmen müssen. Fachleute sehen in der Brennstoffzelle eine wesentliche Ergänzung zu rein batteriegetriebenen Elektrofahrzeugen. Insbesondere bietet

der Energieträger Wasserstoff, im Gegensatz zu der Batterie, die erforderlichen Flexibilitätsoptionen in einem volatilen erneuerbaren Kraftwerkspark.

Auf europäischer Ebene sind im September 2015 bereits die Weichen für die Einführung strombasierter Kraftstoffe gestellt worden. Auch die Bundesregierung hat mit der Verordnungsermächtigung im BImSchG ein eindeutiges Signal für die Markteinführung von Power-to-Fuel gesetzt. Die Bundesregierung ist nun im Interesse der deutschen Industrie und Wirtschaft, aber auch der Bürger gefordert, noch 2016 die notwendigen Regulierungen zur Markteinführung von strombasierten Kraftstoffen zu erlassen.

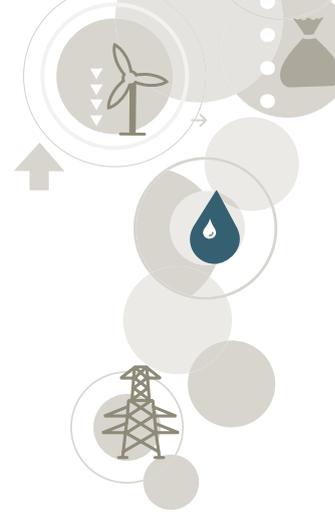


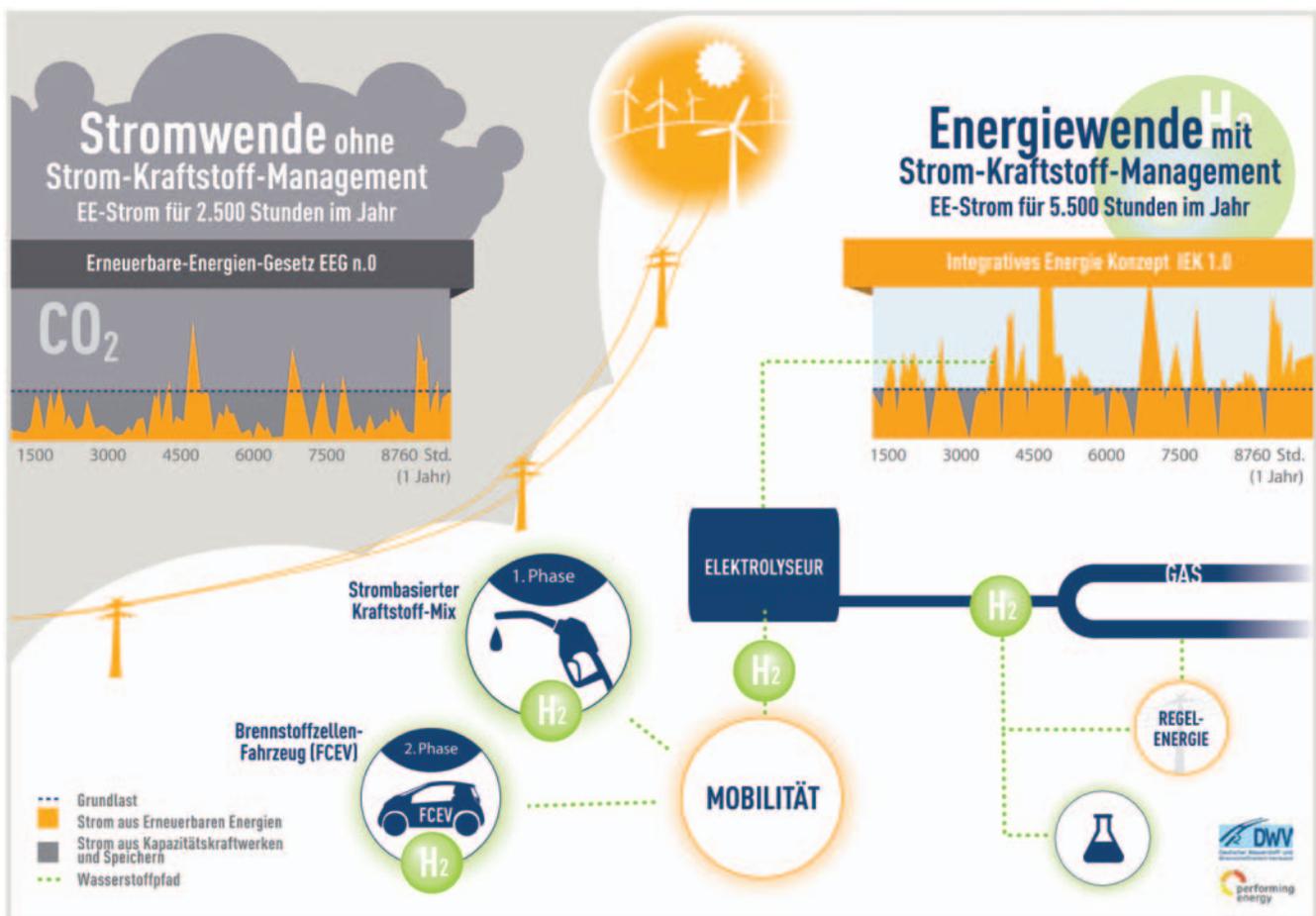
➤ Werner Diwald, Sprecher der DWV-Fachkommission performing energy, im Schulterschluss mit Norbert Barthle, Staatssekretär BMVI

Die Fachkommission performing energy hat in diesem Zusammenhang folgende zentrale politische Forderungen erarbeitet:

➤ Kurzfristige Einführung der Verpflichtung, dass 0,5 Prozentpunkte der THG-Minderung von in den Verkehr gebrachten Treibstoffen über Biokraftstoffe der zweiten Generation (advanced biofuels) erreicht werden müssen.

➤ Wasserstoff bzw. Methan, der auf Basis erneuerbaren Stroms erzeugt wurde, ist die Treibhausgasmindequote anzurechnen. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang die Anrechnung des Wasserstoffs beziehungsweise des Methans in § 37a BImSchG mit zu berücksichtigen.





➤ Die Steuerbegünstigung muss auf strombasierte Kraftstoffe, die aus erneuerbaren Energien hergestellt werden, unabhängig, ob der Wasserstoff direkt oder chemisch gebunden in gasförmigen beziehungsweise flüssigen Kraftstoffen in den Verkehr gebracht wird, erweitert werden.

➤ Für die erfolgreiche Markteinführung ist eine rechtliche Klarstellung der Eigenschaft von Power-to-X als stromkostenintensive Anlagen zwingend notwendig. Wobei die Einstufung der betreffenden Anlagen über einen Zeitraum von mehreren Jahren vom BAFA bestätigt werden soll.

➤ Für die Markteinführungsphase wäre zudem eine technologieorientierte Anschubfinanzierung in Betracht zu ziehen.

➤ Die Aufnahme der Power-to-X-Projekte in ein KfW-Sonderkreditprogramm mit vergünstigten Fremdkapitalzinsen und entsprechenden Laufzeiten von mindestens 15 Jahren, um entsprechende Hemmnisse auf der Kapitalmarktseite abzubauen.

Mitglieder performing energy:

- BeBa Energie GmbH & Co. KG
- Brandenburgische Technische Universität
- DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
- DENA
- Deutsche Umwelthilfe e.V.
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

- ENERTRAG AG
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
- Hamburger Wasserstoffgesellschaft
- hySOLUTIONS GmbH
- IVG Immobilien AG
- Linde AG
- McPhy Deutschland GmbH
- NOW GmbH – Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
- Siemens AG
- TOYOTA AG
- Total Deutschland GmbH
- Vattenfall Europe Innovation GmbH
- ZSW

Die Fachkommission performing energy liefert der Bundesregierung mit ihrer Arbeit das Konzept für eine erfolgreiche Energiewende, neue Arbeitsplätze und einen Ansatz zur Senkung von Energieimporten. Die Vorschläge der Expertenkommission ermöglichen die Senkung von EEG-Umlage und Netzentgelten. Außerdem können so die Klimaziele im Mobilitätssektor ohne Mehrkosten für Bürger und Wirtschaft erreicht werden.

➤ Informationen über eine Mitgliedschaft bei performing energy erhalten Sie gern auf Anfrage per E-Mail an: presse@performing-energy.de.

➤ Weitere Infos über die Aktivitäten der Fachkommission finden Sie auf der neuen DWV-Internetseite unter www.dwv-info.de.



ERGEBNISVORSCHAU »METASTUDIE ZUR UNTERSUCHUNG DER POTENZIALE VON WASSERSTOFF FÜR DIE INTEGRATION VON VERKEHRS- UND ENERGIEWIRTSCHAFT«

In den letzten Jahren hat auf Basis erneuerbarer Energien hergestellter Wasserstoff in mehreren Wirtschaftssektoren erheblich an Bedeutung gewonnen. Dabei wird in der Automobil- und Kraftstoffbranche erneuerbarer Wasserstoff primär als Kraftstoff für Brennstoffzellenfahrzeuge betrachtet, während für die Erdgasindustrie die Einspeisung ins Erdgasnetz – einschließlich der damit verbundenen vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten (Wärmemarkt, Rückverstromung, Gasmobilität) – eine zentrale Anwendungsoption ist. Die jeweiligen Branchen verfolgen unterschiedliche technologische und wirtschaftliche Strategien, die bislang noch nicht vergleichend und im Hinblick auf mögliche gemeinschaftliche Verwertungsperspektiven untersucht wurden. Daher entschlossen sich der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) und die NOW GmbH, gemeinschaftlich eine Untersuchung zur parallelen Nutzung von Wasserstoff als Kraftstoff und zur Einspeisung von Wasserstoff ins Erdgasnetz zu beauftragen.

Die »Metastudie zur Untersuchung der Potenziale von Wasserstoff für die Integration von Verkehrs- und Energiewirtschaft« analysiert die Wertschöpfungsketten, technischen Gegebenheiten und Entwicklungserfordernisse sowie wirtschaftlichen Perspektiven der beiden Anwendungsfelder. Im Kern steht die vergleichende Analyse zweier für DVGW und NOW zentraler Studien zu Power-to-Gas beziehungsweise Wind-Wasserstoff. Wesentlich ist die Identifizierung von Synergiepotenzialen, die Ansätze zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit im Zuge kombinierter Anwendungen elektrolytisch hergestellten Wasserstoffs als Kraftstoff und Zumischgas bieten. Die Untersuchung wurde federführend vom Forschungsinstitut DBI Gas- und Umwelttechnik durchgeführt und bezog Expertise des Planungsbüros MW-quadrat ein. Sie wurde von NOW und DVGW mit je 20.000 Euro netto finanziert und im Kern zwischen Ende 2014 und Mitte 2015 erstellt. In einem Expertenworkshop wurden vorläufige Ergebnisse diskutiert; die zeitnahe Veröffentlichung der Endergebnisse ist geplant.

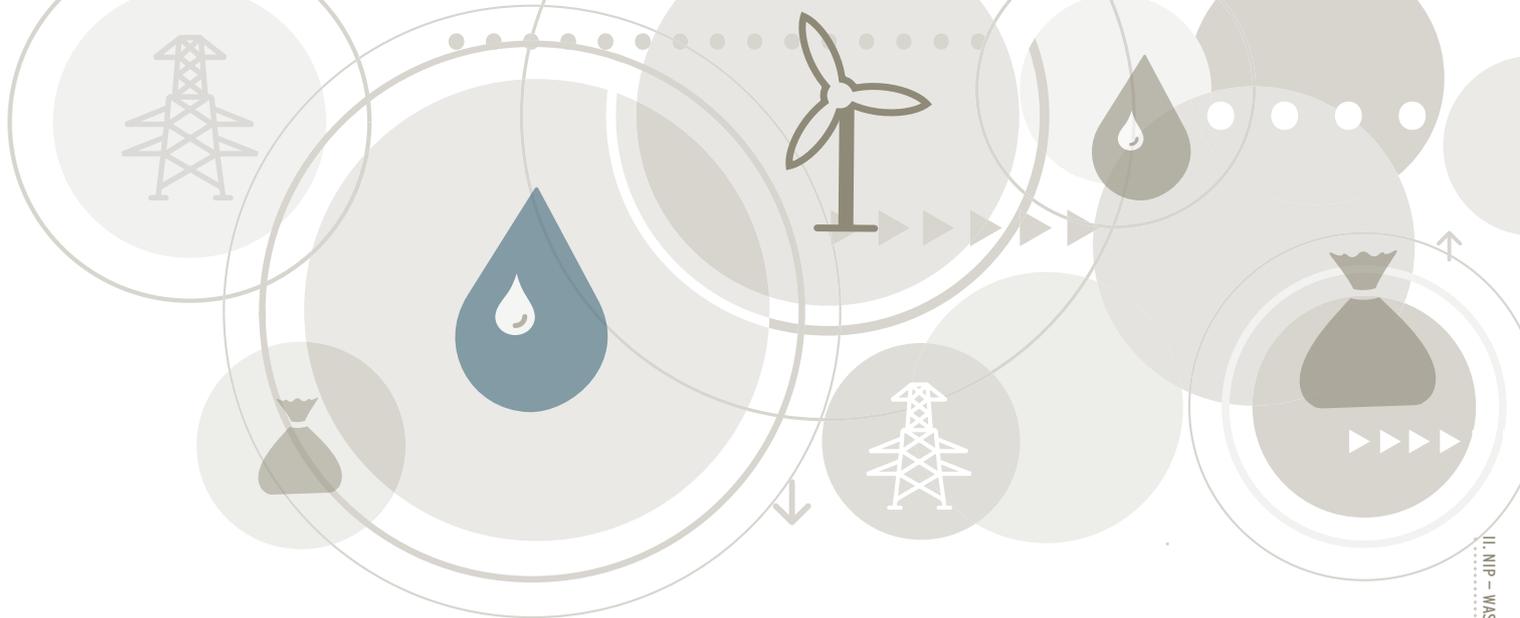
Die Metastudie beinhaltet die folgenden vier Arbeitspakete: AP 0: Studienvergleich, AP 1: Gegenüberstellung der Wertschöpfungsketten, AP 2: Ermittlung des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs, AP 3: Ideen zur Ausgestaltung zukünftiger Demonstrationsprojekte. In der vorliegenden Ergebnisvorschau werden nachfolgend wesentliche Inhalte und Ergebnisse der Arbeitspakete 0 und 1 vorgestellt. Die detaillierte und vollständige Darstellung aller vier Arbeitspakete erfolgt mit der bereits angekündigten Veröffentlichung.

Die im AP 0 zu vergleichenden Studien »Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen in das Energiesystem« der NOW [1] und »Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz« des DVGW [2] untersuchen jeweils Nutzungsmöglichkeiten für erneuerbaren Wasserstoff. Die Untersuchungen ähneln sich in ihrer grundsätzlichen Ausrichtung, zeigen jedoch im Detail eine Reihe von Unterschieden.



➤ Abbildung links: Veröffentlicht im März 2014 (221 Seiten)

➤ Abbildung rechts: Veröffentlicht im Februar 2013 (249 Seiten)



Die Nutzungskonzepte der Studien weisen grundsätzliche Unterschiede auf, ergänzen sich jedoch in ihren Betrachtungsweisen. Das in der NOW-Studie verfolgte Nutzungskonzept stellt den Verkauf von erneuerbarem Wasserstoff als Kraftstoff, zur Rückverstromung und Teilnahme am Regelleistungsmarkt (Strom) in den Fokus. Die DVGW-Studie hingegen verfolgt die Wasserstoffeinspeisung in das Gasnetz und die anschließende Nutzung als Brennstoff. Neben den Nutzungskonzepten sind auch die Anlagenkonzepte komplementär. Die DVGW-Studie untersucht Power-to-Gas-Anlagen mit geringer bis mittlerer Elektrolyseleistung von 0,9 MW_(el) bis 144 MW_(el), die NOW-Studie fokussiert sich hingegen auf ein System mit einer Nennleistung von 500 MW_(el). Die Nutzungskonzepte werden im Anlagenkonzept der NOW-Studie durch eine untertägige Speicherung in einer Kaverne, ein Gas- und Dampfturbinenkraftwerk und eine Füllstation für Trailer mit 100 Stellplätzen ergänzt.

Beide Studien untersuchen sowohl die Verfügbarkeit von Strom aus regenerativer Erzeugung für den Einsatz in der Elektrolyse als auch die Mengen überschüssigen Stroms. Im Detail treten jedoch deutliche Unterschiede auf. Die DVGW-Studie prognostiziert die für die Wasserstoffproduktion verfügbaren Strommengen an Netzknotenpunkten für das Jahr 2020 und die NOW-Studie, bezogen auf die gesamtdeutsche Stromerzeugungskapazität und differenziert nach Zonen (Nordwest-, Nordost- und Restdeutschland), für das Jahr 2030.

Den Wirtschaftlichkeitsberechnungen liegen verschiedene methodische Ansätze zugrunde. Die NOW-Studie nutzt eine Kosten- und Erlösrechnung, um den Einsatz der Anlagen zu optimieren, wohingegen die DVGW-Studie eine Gestehungskostenrechnung vornimmt. Beide Studien untersuchen eine Vielzahl von System- und Betriebsführungsvarianten, von denen die Metastudie nur ausgewählte Fälle untersucht, um den Vergleich übersichtlicher zu gestalten. Trotz der verschiedenen Systemkonzepte und Nennleistungsgrößen der Elektrolyse bewegen sich die spezifischen Investitionskosten in ähnlichen Größenordnungen: nämlich 1.106 EUR/kW_(el); ELY bei der NOW-Studie und 1.033 EUR/kW_(el); ELY bei der DVGW-Studie (144 MW_(el); ELY).

Aus beiden Studien wird übereinstimmend ersichtlich, dass die variablen Betriebskosten vornehmlich durch die Stromkosten für den Betrieb der Elektrolyse bestimmt werden. Die Höhe der fixen Betriebskosten liegt trotz der großen Unterschiede in den Leistungsklassen in einer vergleichbaren Größenordnung: etwa 29 bis 57 Euro/kW_(el); ELY (DVGW-Studie) und 38 Euro/kW_(el); ELY (NOW-Studie).

Aufgrund der beschriebenen Unterschiede ist der methodische Vergleich der Gestehungskosten bzw. notwendigen Erlöse nur bedingt belastbar. Dennoch lassen sich Ähnlichkeiten ableiten. Die Gestehungskosten bewegen sich zwischen 3,70 bis 5,12 Euro/kg_(H₂) (DVGW-Studie; mit Ausnahme der kleinsten Anlage; 4.000 Volllaststunden [VLS]) und 5,00 Euro/kg_(H₂) (NOW-Studie; 3.052 VLS) bei Strombezugskosten in Höhe von 40 Euro/MWh_(el).

Auf Grundlage der Ergebnisse aus AP 0 wurden im AP 1 spezifische Wertschöpfungsketten zur Wasserstoffnutzung identifiziert sowie weiterführende Betrachtungen zu Nutzungsmöglichkeiten angestellt. Dabei wurden im ersten Schritt singuläre Nutzungspfade betrachtet (Einzelmodelle), entsprechende Wertschöpfungsketten erstellt und Gestehungskosten für Wasserstoff ermittelt. Anschließend wurden Kombinationsmodelle von Nutzungsmöglichkeiten analysiert. Hinsichtlich der Einzelmodellbetrachtungen wurde festgestellt, dass bei einem Vergleich mit den aktuellen (heutigen) Referenzerlösen für andere Energieträger die ermittelten zukünftigen Gestehungskosten für Wasserstoff nicht konkurrenzfähig sind. Hier muss erwähnt werden, dass die Umweltvorteile von »grünem Wasserstoff« in den heutigen Marktmechanismen finanziell nicht gewürdigt werden, woraus sich ein systemischer Nachteil ergibt.

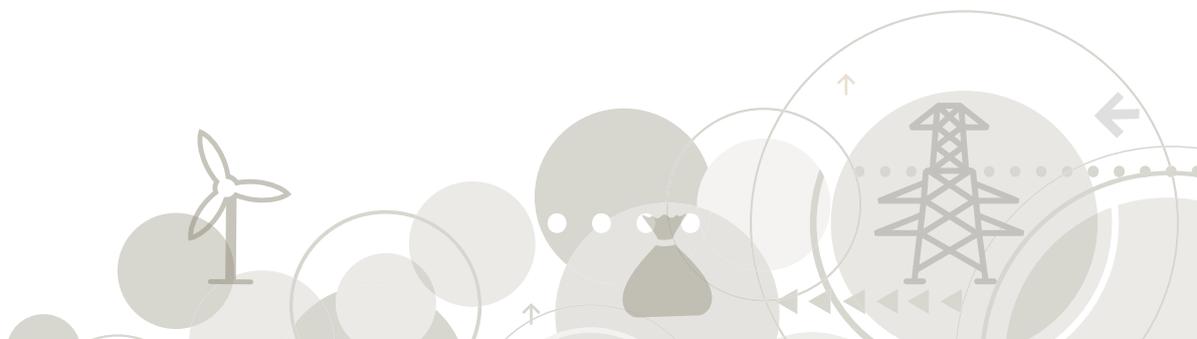
Angesichts der derzeit nicht darstellbaren Wirtschaftlichkeit wurden Kombinationsmodelle verschiedener Nutzungspfade insbesondere mit Blick auf mögliche Synergien erstellt und hinsichtlich ihrer technischen und wirtschaftlichen Vorteile näher untersucht. Kombinationsmodelle vereinen mehrere Wertschöpfungsketten technisch miteinander. Die Investitionskosten für Haupt- und Nebenanlagen sowie Erlöstechnologien (Brennstoff-

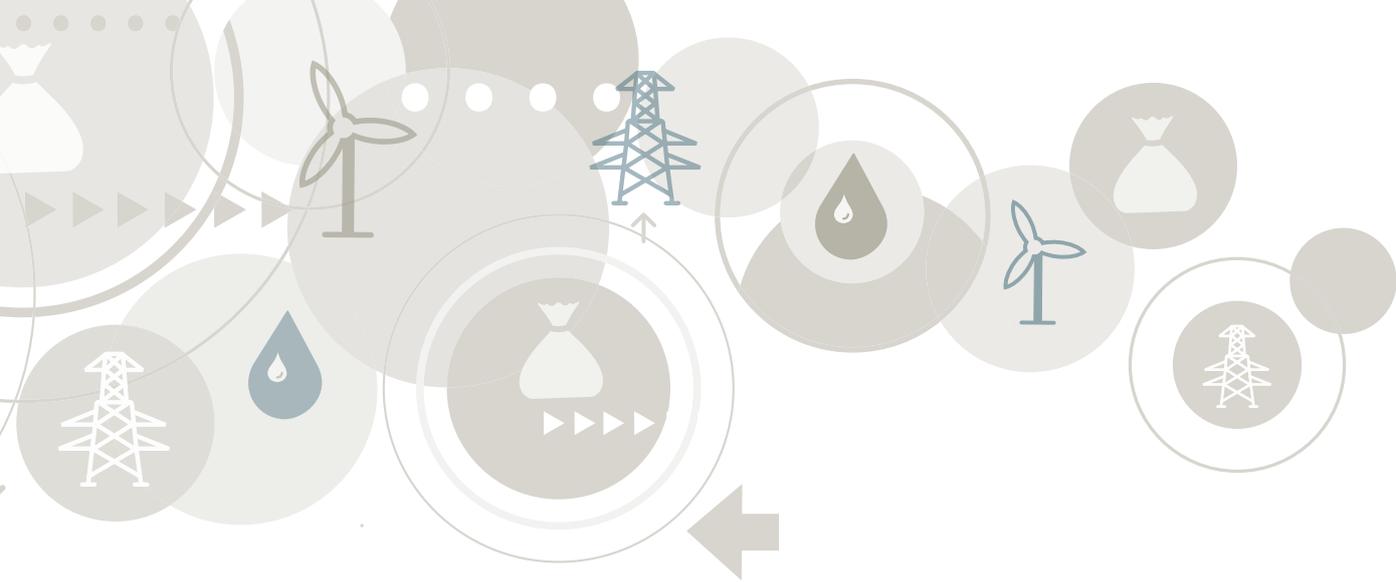


zelle, BHKW, Tankstelle etc.), welche bei Einzelmodellen einen erheblichen Kostenanteil ausmachen, können so auf mehrere Nutzungspfade verteilt werden, was letztendlich die Gestehungskosten reduziert. Darüber hinaus kann die elektrische Leistung der Elektrolyse gegenüber dem Einzelmodell deutlich erhöht werden, wodurch Synergieeffekte genutzt und so die spezifischen Investitions- und Betriebskosten vermindert werden können. Einen weiteren Vorteil entfalten die Kombinationsmodelle darin, dass bereits vorhandene Anlagen (z.B. Untergrundspeicher, Messtechnik, Einspeiseanlagen etc.) in alle Einzelmodelle eingebracht und dort genutzt werden können.

Die Wasserstoffgestehungskosten wurden für drei Kombinationsmodelle ermittelt (Industrie, Mobilität und Gasnetz) und detailliert bewertet. Für die Ermittlung der Gestehungskosten wurden die Erkenntnisse aus den beiden Basisstudien herangezogen und in Rücksprache mit den Projektpartnern verifiziert beziehungsweise angepasst. Darüber hinaus flossen Herstellerkostenangaben zu Anlagenkomponenten ein. Bei der Ermittlung der Gestehungskosten wurden für die Berechnungen zwei Ansätze gewählt. Als Erstes wurden in den Gestehungskosten die Kapital-, Personal-, Wartungs-, Entsorgungs- und Verbrauchskosten berücksichtigt (Ansatz äquivalent zu Einzelmodellbetrachtungen). Der Strombezug für die Elektrolyse sowie Nebenanlagen wurde für die Berechnung mit 20 Euro/MWh_(el) bei einer Laufzeit von 2.000 bzw. 4.000 VLS angenommen. Als Zweites wurden für die Berechnung ausschließlich die verbrauchsgebundenen Kosten (Strombezug für die Elektrolyse und Nebenanlagen) einbezogen, um so die Grenzkosten für den Strombezug zu ermitteln. Die (Kapitel-)Berücksichtigung von Investitionen, Personal-, Wartungs- und Entsorgungskosten blieben in dieser Variante außen vor. Steuern, Netzentgelte sowie Umlagen fanden in den Berechnungen ebenso keine Beachtung.

Das Ergebnis der Kostenaufstellung zu den Investitionen zeigt, dass der größte Kostenfaktor in allen Kombinationsmodellen die Elektrolysetechnik ist. Diese verursacht je Kombinationsmodell mehr als die Hälfte der Gesamtkosten. Einen weiteren erheblichen Faktor mit Kostensenkungspotenzial stellten die Netzanbindung (Transformator, Gleichrichter, Umspannwerk), die Erlöstechnologien (Brennstoffzelle, BHKW, Tankstelle etc.) sowie die Positionen für Unvorhergesehenes und Kosten für die Planung und Genehmigung der Anlage dar. Für die letzten beiden Kostenpunkte gilt es, diese durch den Bau weiterer Pilotanlagen und Standardisierungsmaßnahmen zu reduzieren. Nach der Ermittlung und dem Vergleich der Gestehungskosten zwischen Einzel- und Kombinationsmodellen kann ausgesagt werden, dass die Gestehungskosten von Kombinationsmodellen, durch die enthaltenen Nutzungskombinationen, deutlich unter denen der Einzelmodelle liegen. Teilweise können durch die Nutzung der Synergien bei kombinierten Nutzungspfaden Reduzierungen von über 30% erreicht werden. Das Kombinationsmodell Industrie erreicht dabei die geringsten Wasserstoffgestehungskosten von 7,47 Euro/kg_(H₂) (entspricht 7,47 Euro/100 km bei Verbrauch von 1 kg_(H₂) /100 km in der Mobilität), bei den festgelegten Annahmen (2.000 VLS; Strombezugskosten von 20 Euro/MWh_(el)). Die Gestehungskosten der anderen Kombinationsmodelle liegen in einer vergleichbaren Größenordnung. So erreicht das Kombinationsmodell Mobilität mit 8,05 Euro/kg_(H₂) nur geringfügig höhere, aber im Vergleich die höchsten Gestehungskosten. Dies resultiert daraus, dass Skalierungseffekte bei den Investitionen für einen Leistungsbereich von <1 bis 10 MW_(el) (Elektrolyse) nach aktuellem Kenntnisstand am größten ausgeprägt sind. Eine Validierung beziehungsweise weitergehende Ermittlung von Degressionsfaktoren könnte erst im Zuge von Demonstrationsprojekten erfolgen.





Eine Wirtschaftlichkeit zeichnet sich im Vergleich zu den vorhandenen Erlösmöglichkeiten bei 4.000 VLS und Strombezugskosten von 20 Euro/MWh_(el) im mobilen Bereich ab. Die weiteren Nutzungspfade Industrie und Gasnetz zeigen Gestehungskosten, welche sich im Vergleich zur Einzelpfadbetrachtung deutlich an eine Wirtschaftlichkeit annähern. Die wirtschaftliche Attraktivität des Einsatzfeldes Mobilität erklärt sich durch das hier erzielbare und gegenüber anderen Absatzmärkten deutlich höhere Preisniveau.

Der zweite Betrachtungsansatz (Grenzkostenermittlung für bestehende Anlagen) zeigt im Ergebnis, dass die Mobilität auch bei relativ hohen Strombezugskosten von bis zu 88 Euro/MWh_(el) wirtschaftliche Erlöse erzielen kann. Auch die Rückverstromung über Brennstoffzellen geht mit 47 Euro/MWh_(el) mit einer vergleichsweise hohen Obergrenze für tolerable Strombezugskosten einher. Für die Industrie können nur Strombezugskosten von maximal 31 Euro/MWh_(el) angesetzt werden, da die Referenzkosten für Wasserstoff aus Reformierungsanlagen relativ niedrig sind und damit der Wettbewerbsdruck hoch ist. Die Wertschöpfungskette Gasnetz zeigt mit 20 Euro/MWh_(el) einen sehr geringen tolerablen Strombezugskostenhöchstsatz, da der Vergleichspreis von Erdgas gering ist. Es ist zu beachten, dass die durchgeführte Betrachtung der Gestehungs- und Grenzkosten den heute gegebenen regulatorischen Rahmenbedingungen sowie Investitions- und Referenzkosten entspricht. Die zukünftige Entwicklung von Regularien, Technik und Kosten ist schwer vorauszu sehen und heute nicht eindeutig quantifizierbar. Auch werden die Umweltvorteile auf Basis erneuerbarer Energien hergestellter Gase bislang preislich nicht gewürdigt. Die Bewertung der Rahmenbedingungen ist aber nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

Zur Evaluation der Ergebnisse wurde abschließend eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese berücksichtigt neben der Variation der Strompreise und der Anzahl der VLS auch mögliche Kostenreduktionen einzelner Komponenten (Elektrolyse, Untergrundspeicher Einspeiseanlage etc.) und technologische Entwicklungen (Wirkungsgrad). Es zeigte sich, dass Strompreis und Anzahl der VLS den größten Einfluss auf die Gestehungskosten haben. Der Einfluss der Kostenreduktion durch Zusatz- und Erlöstechnologien (Untergrundspeicher, BHKW, Brennstoffzelle etc.) ist hingegen abhängig von der in der Wertschöpfungskette berücksichtigten Leistungsgröße und daher sehr unterschiedlich.

➤ Autoren Ergebnisvorschau

Marco Henel, Anja Wehling, Martin Weiße, Oliver Ehret

➤ Quellenangaben

[1] Stolzenburg, K.; Acht, A.; Crotogino, F.; Donadei, S.; Genoese, F.; Hamelmann, R.; Horvath, P.L.; Krause, S.; Lehmann, J.; Michaelis, J.; Miede, A.; Sponholz, C. und Wietschel, M.; in Abstimmung mit der Nationalen Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie, »Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen in das Energiesystem: Abschlussbericht«, 2014.

[2] Müller-Syring, G.; Henel, M.; Köppel, W.; Mlaker, H.; Sterner, M. und T. Höcher, »Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz«, 2013.





Fertiggestellte Energiespeicheranlage einschließlich Produktion, Verdichtung, Speicherung sowie Rückverstromung

» DEMONSTRATIONS- UND INNOVATIONSPROJEKT RH2-WERDER/KESSIN/ALTENTREPTOW: ENTWICKLUNG UND UMSETZUNG EINES WIND-WASSERSTOFF-SYSTEMS ZUR CO₂-FREIEN SPEICHERUNG UND BEDARFSGERECHTEN BEREITSTELLUNG VON WINDENERGIE «



Das vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages geförderte Demonstrations- und Innovationsvorhaben diente der Entwicklung und Erprobung von Wind-Wasserstoff-Systemen. Durch diesen kohlendioxidfreien Energiespeicher ist es möglich geworden, zeitunabhängig und bedarfsgerecht Windstrom nachhaltig zur Verfügung zu stellen. Die Energiespeicheranlage ist direkt in einen Windpark mit einer Gesamtleistung von ca. 140 Megawatt integriert. Der Kreislauf beinhaltet die Produktion (210 Nm³/h), Verdichtung (310 bar), Speicherung (ca. 3.300 Nm³) sowie Rückverstromung (250 kW_(el)) über Blockheizkraftwerke von reinem Wasserstoff. Die genutzten Endenergieformen sind Strom und Wärme. Zusätzlich kann dem

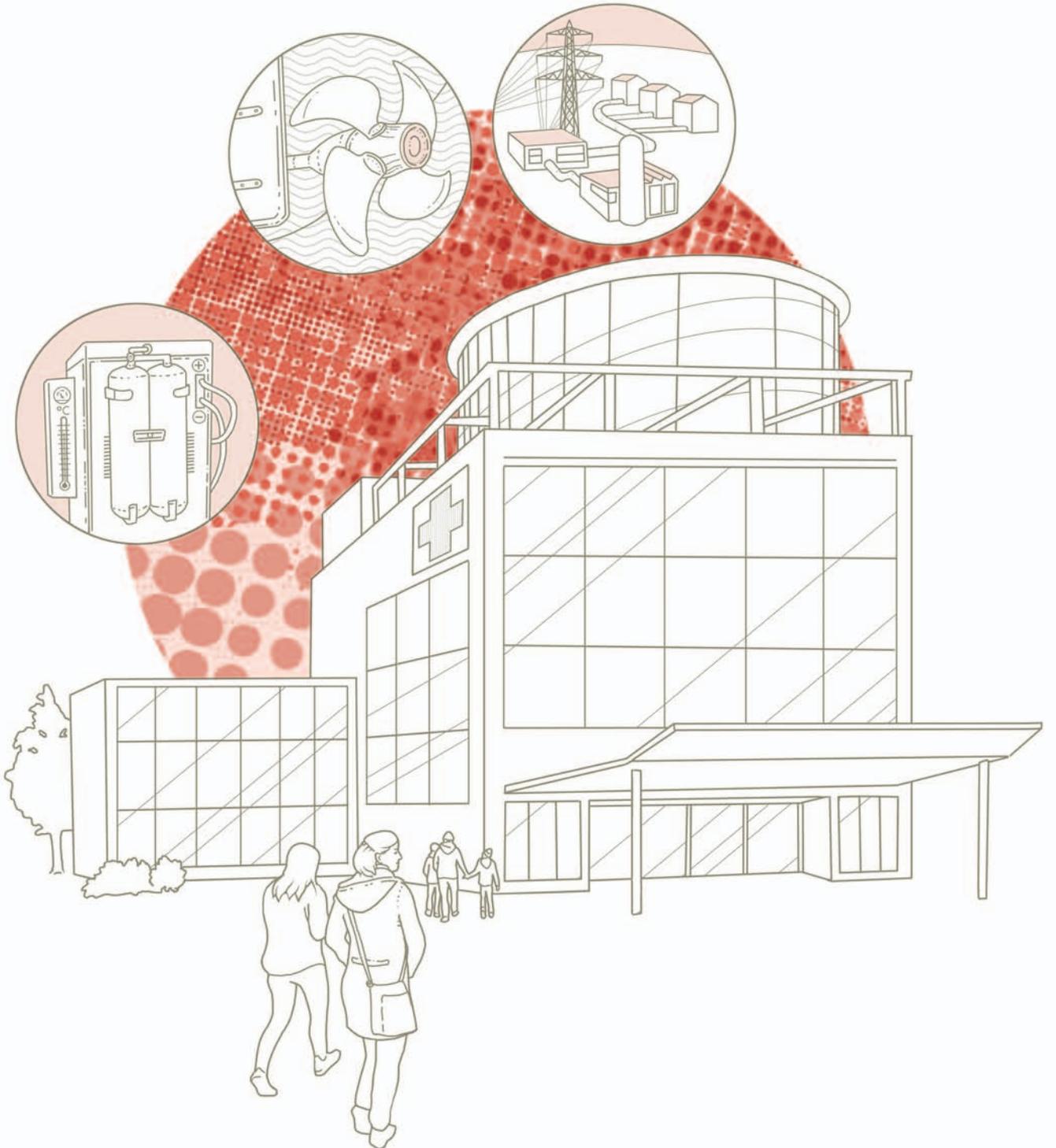
Speicherkreislauf Wasserstoff im gasförmigen Zustand entnommen werden. Die zwei Wasserstoff-BHKWs besitzen zwei verschiedene Leistungsstufen. Dies ermöglicht eine optimierte Fahrweise und damit einen hohen elektrischen Wirkungsgrad. Aus ökonomischen und ökologischen Gründen ist eine Nutzung des Systems im Kraft-Wärme-Kopplungsverfahren gewählt worden. Durch die Realisierung des Projekts konnten Erfahrungen im Genehmigungsverfahren und Betrieb von Wind-Wasserstoff-Systemen gesammelt, die Befüll- und Entleerungscharakteristik der Wasserstoffspeicher und das Regel- und Steuerungsverhalten des Wind-Wasserstoff-Systems mit verschiedenen Betriebsmodi getestet sowie Betriebskosten und Wartungskosten ermittelt werden.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
WIND-WASSERSTOFF-projekt GmbH & Co. KG	6.787.336	3.257.921
LAUFZEITBEGINN: 01. Oktober 2009		
LAUFZEITENDE: 31. Juli 2015		



Erster Spatenstich am 07. Juli 2011

NIP – STATIONÄRE
ENERGIEVERSORGUNG



SÄMTLICHE PROJEKTE WERDEN AUF DEN FOLGENDEN SEITEN MIT III / 01 – III / 07,
ABGESCHLOSSENE PROJEKTE MIT DEM SYMBOL  GEKENNZEICHNET.

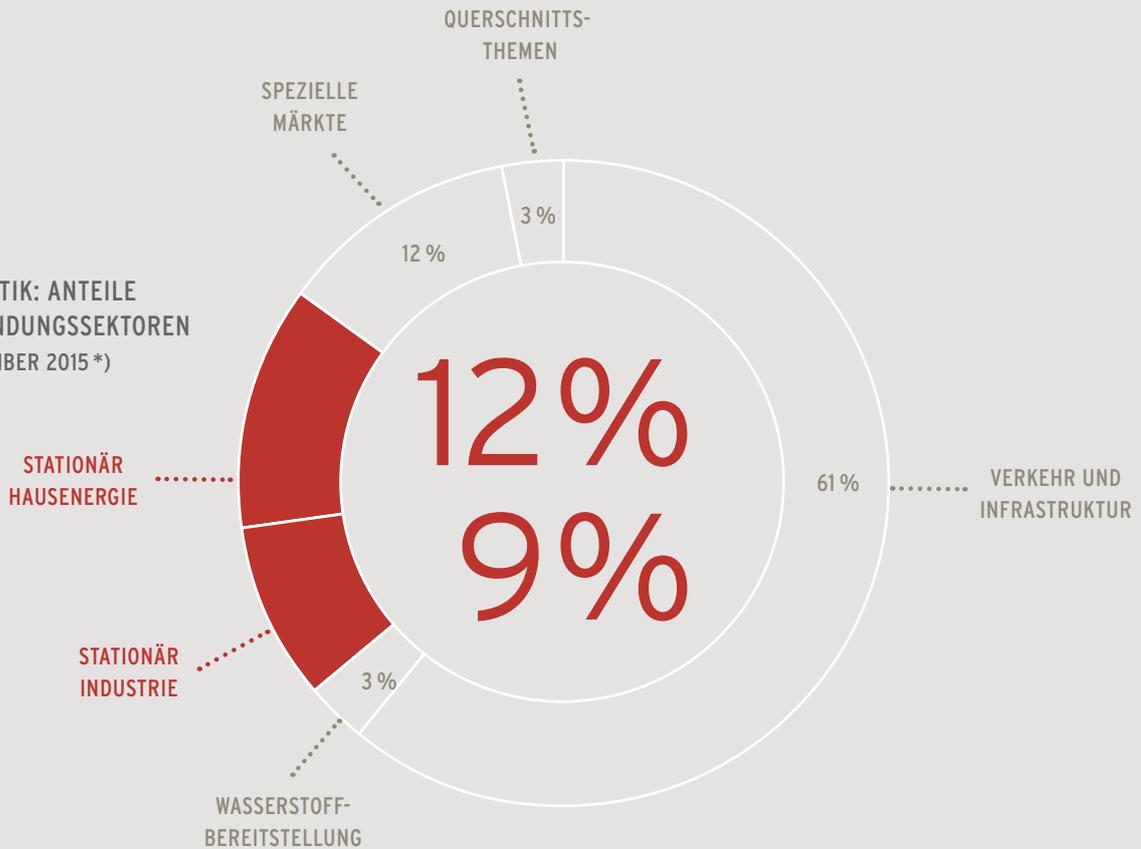
NIP – STATIONÄRE ENERGIEVERSORGUNG

Der Programmbereich Stationäre Energieversorgung beinhaltet im elektrischen Leistungsbereich Anlagen von einigen Hundert Watt bis fünf Kilowatt in der Hausenergie bis hin zu Anlagen von einigen Zehn Kilowatt bis mehrere Megawatt im Industrieinsatz. Die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme durch Brennstoffzellen ermöglicht hohe Gesamtnutzungsgrade von mehr als 85 %. Dadurch werden zwischen 25 und 35 % Kohlendioxid gegenüber modernen konventionellen Versorgungssystemen eingespart.

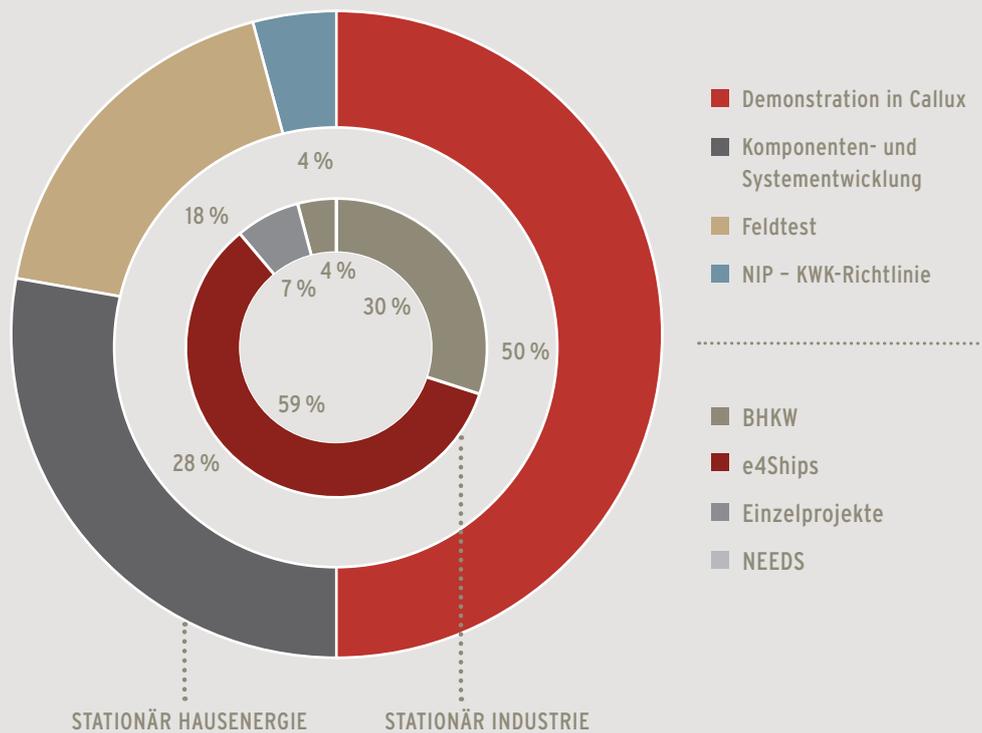
Die Anlagen in der Hausenergieversorgung arbeiten nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung und werden mit Erdgas aus dem bestehenden Versorgungsnetz betrieben. Mittelfristig sollen auch ins Erdgasnetz eingespeistes Biogas oder flüssige erneuerbare Brennstoffe eingesetzt werden. Brennstoffzellengeräte in der Hausenergie haben somit den Vorteil, ohne Investitionen in die umliegende Infrastruktur direkt einsetzbar zu sein. Verwendet werden im Bereich Hausenergie Nieder- bis Hochtemperatur-Polymer-elektrolyt-Brennstoffzellen (PEMFC) sowie Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC).

In Brennstoffzellenanlagen im Industrie- und Schiffsbereich werden hauptsächlich SOFC- und MCFC-(Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen)-Technologien verwendet. Insgesamt sind weltweit mehrere Hundert Brennstoffzellen-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) ab 100 Kilowatt im Einsatz.

NIP – STATISTIK: ANTEILE NACH ANWENDUNGSSEKTOREN (STAND: DEZEMBER 2015 *)



NIP – STATIONÄRE ENERGIEVERSORGUNG: VERTEILUNG NACH ANWENDBEREICHEN (STAND: DEZEMBER 2015)



* Die Grafik umfasst Projekte in Planung bei NOW, in Bearbeitung bei PtJ, UIA (unverbindliche Inaussichtstellung) sowie bewilligte Projekte.



CALLUX: PRAXISTEST BRENNSTOFFZELLE FÜRS EIGENHEIM PUNKTGENAU AUF DER ZIELGERADEN

Mit der Abschlussveranstaltung von Callux am 26. November 2015 im Erich-Klausener-Saal des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur mündete der Praxistest Brennstoffzelle fürs Eigenheim punktgenau in der Markteinführungsphase. Die Bilanz des Praxistests kann sich mit fast 500 installierten Geräten und über fünf Millionen Betriebsstunden sehen lassen. Neben dem Betrieb und der Optimierung der Anlagen standen zudem verschiedene Arbeitspakete auf dem Programm, die der Marktvorbereitung dienen.

VOM PRAXISTEST IN DEN MARKT

Die Brennstoffzellen-Heizgeräte konnten im Zuge der Installation von insgesamt drei Gerätegenerationen schrittweise optimiert werden. So reduzierte sich die Größe der Anlagen, die Montagefreundlichkeit nahm zu, und die Verfügbarkeit ließ sich auf durchschnittlich 96 % steigern. Mit elektrischen Nutzungsgraden über 30 % erzeugten die Brennstoffzellen-Heizgeräte über drei Millionen Kilowattstunden Strom, der entweder vor Ort selbst verbraucht oder ins Netz eingespeist wurde. Das Herzstück der Anlagen, der Stack, erreichte innerhalb einer Gerätegeneration Laufzeiten von über 20.000 Stunden. Der Gesamtnutzungsgrad der Anlagen betrug bis zu 90 %. Pro Anlage konnte eine Kohlendioxid einsparung von bis zu 1,9 Tonnen pro Jahr nachgewiesen werden. Im Praxistest ist es gelungen, die Service- und Wartungskosten um 90 % zu reduzieren und die Gerätekosten im Laufe des Feldtests um 60 % zu senken, sodass Brennstoffzellen-Heizgeräte mit Förderung gegenüber anderen Hocheffizienzsystemen wettbewerbsfähig sind.

SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG: DIE MARKTVORBEREITUNG

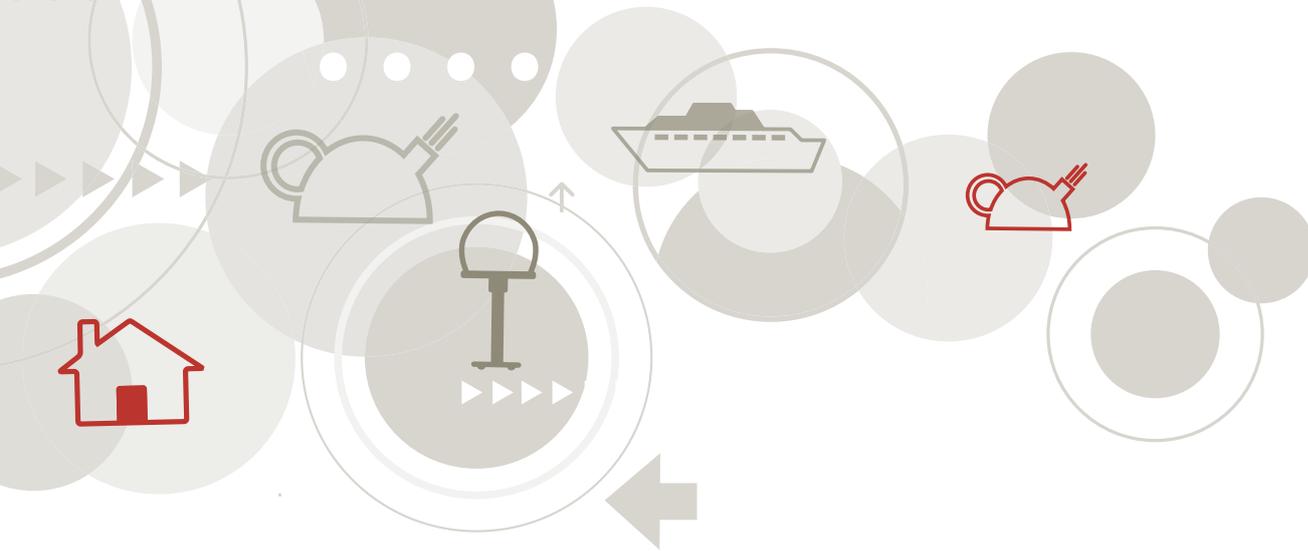
Die Marktvorbereitung für die nun anstehende Markteinführung hatte verschiedene Facetten, die von der Entwicklung von Infrastruktur, Berufsbildung bis zur Marktforschung reichten. So wurde in Callux die Callux-Box entwickelt, die als Fernsteuerungs- und Fernwartungsmodul dient, eine gemeinsame Datenbasis der Testgerä-

te ermöglicht und zudem eine wichtige Voraussetzung für den Betrieb virtueller Kraftwerke bietet. Die vernetzte Ansteuerung der Anlage wurde im Rahmen des Praxistests erprobt und sogenannte Fahrplanbetriebe über 50.000 Stunden mit Erfolg durchgeführt.

Darüber hinaus engagierte sich Callux in der Berufsbildung, der Marktforschung und der Kommunikation. Die Qualifizierung der Fachpartner wurde über verschiedene Instrumente angestrebt. Ein Informationsprogramm Brennstoffzellen-Heizgeräte, das online zum Download oder zur Nutzung zur Verfügung stand, bot die Möglichkeit, sich spielerisch und modern dem Thema Brennstoffzelle für die Wärme- und Stromversorgung im Haus zu nähern. Zahlreiche Fachvorträge standen berufsbildenden Einrichtungen zur Verfügung, die einzeln angesprochen wurden, um die Materialien für Lehrzwecke einzusetzen. In Webinaren stellte Callux den aktuellen Stand der Brennstoffzellentechnologie Interessierten vor. Über die GfK wurden die relevanten Zielgruppen, die mit Brennstoffzellen-Heizgeräten zu tun haben, befragt: Multiplikatoren, Absatzmittler, Testkunden und potenzielle Kunden. Über die Hälfte der befragten Handwerker räumte demnach der Brennstoffzelle große Marktchancen ein. Knapp die Hälfte der potenziellen Kunden würde die Anschaffung einer solchen Anlage in Betracht ziehen. Acht von zehn Kunden, die bereits Erfahrung mit der innovativen Technologie gemacht haben, würden die Anlage Bekannten empfehlen.

CALLUX: EIN TRANSPARENTES UND ERFOLGREICHES PROJEKT

Der Praxistest Callux hat durch ein transparentes und professionelles Vorgehen den aktuellen Stand der nun marktreifen Technologie vermittelt. Jedes einzelne Projekt war in einer Onlinedatenbank registriert und auf einer Projektkarte im Internet sichtbar. Mit Abschluss des Projekts forciert nun die Initiative Brennstoffzelle die weiteren marktbezogenen Aktivitäten für 2016. An Callux haben mitgewirkt: Baxi Innotech, EnBW Energie Baden-Württemberg, E.ON, EWE, Hexis, MVV Energie, Vaillant



VNG Verbundnetz Gas und das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) als Projektkoordinator.



➤ Das Callux-Projekt endete mit einem Abschlussevent im BMVI und der anstehenden breiten Markteinführung im Jahr 2016.



Mehr Informationen zu Callux finden Sie unter www.callux.net



REIF FÜR DEN MARKT: BRENNSTOFFZELLEN FÜR DIE HAUSENERGIEVERSORGUNG

Mit Brennstoffzellengeräten für die gekoppelte Wärme- und Stromproduktion lassen sich verschiedene Bedarfssituationen im Gebäudebestand oder Neubau decken. Die neun Anbieter in der Initiative Brennstoffzelle haben Anlagen im Programm, die ein bestehendes Heizsystem ergänzen, sogenannte Beistellgeräte, oder auch Vollheizsysteme, die für verschiedene Einsatzmöglichkeiten ausgelegt sind. Hauseigentümer können beispielsweise die Brennstoffzelle mit dem Altkessel kombinieren und werden so zu Stromproduzenten. Voraussetzung hierfür ist u. a. die Installation eines Pufferspeichers, der die kontinuierlich produzierte Wärme der Brennstoffzellenanlage bevorratet. Bei Vollheizsystemen liefert die Brennstoffzelle die Grundlast an Wärme, und ein Brennwertgerät schaltet sich bei etwaigen Spitzenlasten flexibel zu. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Stromproduktion möglichst durchgehend und effektiv erfolgen kann. Die Leistung des Brennwertgeräts lässt sich individuell für den jeweiligen Wärmebedarf des Gebäudes konfigurieren. Kompakt-Heizzentralen versammeln die komplette Technik in einem modular aufgebauten Gehäuse.

WÄRMEWENDE MIT BRENNSTOFFZELLEN IN DEUTSCHLAND MÖGLICH

Im Gebäudebestand bieten sich Hauseigentümern durch die Beistell- und die Komplettmodernisierung gleich zwei Möglichkeiten, um ein Brennstoffzellengerät einzusetzen. Angesichts des hohen Bestandsalters in deutschen Heizungskellern und der weitverbreiteten Erdgasanschlüsse eröffnen sich im Modernisierungsmarkt gute Chancen auf eine Wärmewende, verknüpft mit einer verbesserten Kohlendioxidbilanz in der häuslichen Energienutzung. Das Durchschnittsalter von Heizkesseln liegt in Deutschland bei 17,6 Jahren. Ein Drittel aller Geräte ist seit über 20 Jahren in Betrieb. Mit der Einführung des Effizienzlabels im Gebäudebestand werden die Altanlagen nur Effizienzklassen von C, D oder sogar E bescheinigt bekommen. Brennstoffzellengeräte hingegen werden je nach Modell mit der Bestnote A++ eingestuft.



Hersteller	Buderus	Elcore	HEXIS	Junkers	SenerTec	SOLIDpower	SOLIDpower	Vaillant	Viessmann
Typ	SOFC	HT-PEM	SOFC	SOFC	NT-PEM	SOFC	SOFC	SOFC	NT-PEM
Modellbezeichnung	Logapower FC10	Elcore 2400	Galileo 1000 N	Cerapower FC10	Dachs Innogen	EnGen-2500	BlueGEN	G6	Vitavalor 300-P
Leistung (el/th)	0,7/0,62 kW	0,3/0,7 kW	1,0/1,8 kW	0,7/0,62 kW	0,7/0,96 kW (modulierende Anlage)	2,5/2 kW	1,5/0,61 kW	0,8/1,5 kW	0,75/1 kW
Thermische Leistung des Zusatzbrenners	7,3 – 24 kW	Paketlösungen: 2,8 – 19,5 kW/ 7,8 – 33,2 kW, oder extern, individuell wählbar	7 – 21 kW	7,3 – 21,8 kW	5,2 – 21,8 kW	extern, individuell wählbar	extern, individuell wählbar	5,8 – 27 kW	5,5 – 19 kW
Speicher	Warmwasserspeicher 75 l, Pufferspeicher 135 l	Paketlösungen: 500 l, oder extern, individuell wählbar	extern, individuell wählbar	Warmwasserspeicher 75 l, Pufferspeicher 135 l	Pufferspeicher mit Frischwasserstation 300 l	300 l, optional	extern, individuell wählbar	extern, individuell wählbar	Warmwasserspeicher 46 l, Trinkwasserspeicher optional auf 300 l erweiterbar, Pufferspeicher 170 l
Elektrischer Wirkungsgrad	45 %	32 %	35 %	45 %	37 % (Volllast)	50 %	bis zu 60 %	33 %	37 %
Gesamtwirkungsgrad	85 %	104 %	95 %	85 %	90 %	90 %	bis zu 85 %	92 %	90 %
Abmessungen in mm (B x T x H)	1200 x 600 x 1800	600 x 550 x 1050	620 x 580 x 1650	1200 x 600 x 1800	Brennstoffzelleneinheit: 453 x 728 x 1054 Systemtechnik: 655 x 1065 x 1800	630 x 830 x 1700	600 x 660 x 1100	599 x 693 x 1640	1085 x 595 x 1998
Gewicht in kg	Gesamtsystem 304 kg in Modulbauweise, max. Modulgewicht 112 kg	115	210	Gesamtsystem 304 kg in Modulbauweise, max. Modulgewicht 112 kg	115 kg (Brennstoffzellenmodul)	350	ca. 200	150	290 (Brennstoffzellenmodul 125) (Spitzenlastmodul 165)
Feldtests, Kooperationen, Demonstrationsprojekte	ene.field (EU), Kleinserie in Kooperation mit Energieversorgern	ene.field (EU), verschiedene Partner aus der Energiewirtschaft und dem Hausbau	Callux (DE), Pharos (CH), ene.field (EU)	ene.field (EU)	enefield (EU), Callux (DE)	ene.field (EU)	abgeschlossen	Feldtest in Callux (DE), Kleinserie in ene.field (EU)	Januar 2013 Pretest; Juli 2013 bis März 2014 großer Feldtest
Markteinführung	2016	2014	Ende 2013	2016	2016	2016/2017	(2012)	2016/2017	April 2014
Kontakt	www.buderus.de	www.elcore.com	www.hexis.com	www.junkers.com	www.derdachs.de	www.solidpower.com	www.solidpower.com	www.vaillant.de	www.viessmann.com

Brennstoffzellen für die Hausenergieversorgung werden für verschiedene Bedarfssituationen angeboten.

BRENNSTOFFZELLE: EFFIZIENZSYSTEM FÜR DEN NEUBAU

Im Neubau steht mit der Brennstoffzelle ein Hocheffizienzheizsystem zur Verfügung, das auf Basis von Erdgas eine Alternative etwa zu einer Wärmepumpe darstellt, die mit einer Fotovoltaikanlage kombiniert wird. Brennstoffzellen-Heizgeräte erfüllen die Anforderungen des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes, das die Einsatzmöglichkeiten von Heizsystemen im Neubau festlegt.

GUTE CHANCEN IM HEIZUNGSMARKT

Mit Blick auf den Heizungsmarkt und seinen durchschnittlichen Stückzahlen von rund 700.000 Anlagen pro Jahr stehen die Chancen für die innovative Brennstoffzellentechnologie gut. Circa 70 % der abgesetzten Geräte werden im Gebäudebestand installiert, 30 % im Neubau. Insgesamt liegt der Anteil von Gasheizsystemen bei etwa 75 %. Praktisch lässt sich jedes Altgerät, das an das Erdgasnetz angeschlossen ist, durch die effizientere Brennstoffzellentechnologie ersetzen.

VIelfÄLTIGE GERÄTEAusWAHL

Für die individuelle Planung stellen neben dem Wärmebedarf des Gebäudes auch die Zahl der Personen im Haushalt eine wichtige Messgröße dar. Diese ist z. B. für die Dimensionierung der Warmwasserbereitung von Bedeutung oder auch die Entscheidung, ob der Strom selbst verbraucht werden kann oder eher eingespeist wird. Die verschiedenen Gerätetypen zeichnen sich durch unterschiedliche elektrische und thermische Leistung aus, was bei der Wahl des geeigneten Modells zu berücksichtigen ist. Die eingesetzte Technologie des Stacks spielt bei der Auswahl des passenden Modells eine untergeordnete Rolle.



E4SHIPS NIP LEUCHTTURM

Die Nutzung von Brennstoffzellensystemen in der Schifffahrt insbesondere bei der Bordstromversorgung großer Schiffe mit Strom, Wärme und ggf. Kälte stellt ein aussichtsreiches Marktumfeld dar, das im Rahmen des Leuchtturmprojekts e4ships von Werften, Reedereien, Brennstoffzellenherstellern, Zulieferern und Klassifikationsgesellschaften intensiv bearbeitet wird. Neben technischen Entwicklungsarbeiten werden Fragen der Wirtschaftlichkeit, des sicherheitstechnischen Standards, der Markteinführungsstrategie sowie der Klimaschutzeffekte geklärt.

Das Ziel des Leuchtturmprojekts ist es, Brennstoffzellensysteme gezielt für den maritimen Einsatz zu entwickeln und an Bord von Seeschiffen zu erproben. Genutzt werden dafür Hochtemperaturbrennstoffzellen (SOFC und HT-PEM). Mögliche Brennstoffe sind wahlweise Methanol, Erdgas (CNG, LNG) oder Diesel.

Parallel zu der Erprobung auf den Schiffen werden im Rahmen der International Maritime Organisation (IMO) aktuell die Voraussetzungen für die Zulassung von Brennstoffzellen in Schiffen einschließlich der genannten Brennstoffe für alle internationalen Häfen geschaffen. Bordseitig können Brennstoffzellen auf Schiffen eine optimale Alternative zu der wirtschaftlich oft kritischen Landstromversorgung bilden und wichtige Beiträge zur Verringerung der Luftverschmutzung in Hafenstädten leisten. Dieses gilt genauso für Hauptantriebe von Fähren oder Flusskreuzfahrtschiffen.

Wesentliche technische Herausforderung ist – neben der systemhaften Umsetzung auf verschiedenen Schiffstypen und ihre Integration in die Energieversorgung – die Ableitung einheitlicher technischer Standards für alle Systemvarianten und Leistungsklassen für die Schiffsindustrie. Für die Zukunft sind zudem auch leistungsstärkere Systeme planerisch vorzubereiten. Innerhalb des Leuchtturms e4ships werden zwei Demonstrationsvorhaben der Brennstoffzellenanwendungen an Bord von Schiffen umgesetzt.

➤ Im Vorhaben **Pa-X-ell** wird unter Federführung der Meyer Werft mit ihren Projektpartnern der Einsatz von Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen auf einem Passagierschiff erprobt. Grundlage sind dabei standardisierte Module für die Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte, die durch Zusammenschalten in beliebige Leistungsgrößen skaliert werden können. Brennstoffzellenmodule mit zurzeit insgesamt 60 Kilowatt werden derzeit an Land erprobt und im Sommer 2016 parallel zur konventionellen Energieversorgung auf ein Fährschiff (MS Mariella/Viking Line) gebracht. Die Anlage wird zunächst mittels eines internen Reformers mit Methanol betrieben. In einem weiteren Schritt soll ein Erdgasreformer entwickelt werden, der später auf gasbetriebenen Schiffen eingesetzt werden kann, um die Brennstoffzellenanlagen zu versorgen.

➤ Das Projekt **SchIBZ** wird von einem Projektkonsortium realisiert, das von ThyssenKrupp Marine Systems geleitet wird. Im Mittelpunkt stehen die Entwicklung und Erprobung eines integrierten Brennstoffzellensystems mit einer Leistungsfähigkeit von bis zu 500 Kilowatt für seegehende Schiffe, das mittelfristig als Hauptenergiequelle die Stromversorgung von Hochseeschiffen aller Art übernehmen soll. Nach Abschluss des laufenden Testbetriebs von Reformer und Brennstoffzellenmodul wurden 25-Kilowatt-Module. Zwei dieser Module mit einer Gesamtleistung von 50 Kilowatt werden als Demonstrationseinheit im Frühjahr 2016 an Bord eines Frachtschiffes der Reederei Rörd Braren verbaut und dort für die Dauer des Tests einen wesentlichen Teil der Bordstromversorgung übernehmen.

In einer geplanten Fortsetzung der Arbeiten sollen beide Konzepte weiterentwickelt werden, wobei gleichartige Aufgabenstellungen gemeinsam bearbeitet werden.



Mehr Informationen zu e4ships
finden Sie unter
www.e4ships.de

III / 01

» RIVERCELL: KONZIPIERUNG UND ENTWICKLUNG EINER BRENNSTOFFZELLEN-HYBRIDANLAGE FÜR EIN FLUSSSCHIFF (KREUZFAHRT- UND SCHUBSCHIFF) «

Das Projekt RiverCell befasst sich mit der Konzipierung und Entwicklung eines hybriden Energie- und Antriebssystems für Binnenschiffe. Das Ziel ist es, die Effizienz und die Nachhaltigkeit der Schiffsantriebe gegenüber der etablierten dieselmotorbasierten Antriebstechnik deutlich zu verbessern.

Dazu wird eine gesamtheitliche elektrische und thermische Energieversorgung mittels Brennstoffzellen, in Kombination mit innovativer Motorentechnologie, Fotovoltaik, Wärmerückgewinnung und Energiespeichern in Form von Batterien konzipiert.

Auf der Basis eines Flusskreuzfahrtschiffs wird ein modulares Energiekonzept entwickelt und die Übertragbarkeit auf Schiffe ähnlicher Leistungsklassen untersucht.

Ein wesentlicher Punkt in RiverCell wird der Optimierung der Brennstoffzelle für die Anwendung auf Schiffen zuteil. Ebenso werden die Bebungung und Speicherung

passender alternativer Kraftstoffe an Bord der Schiffe untersucht und die Rahmenbedingungen für die Vorschritenentwicklung definiert.

In einem zusätzlichen Teilprojekt wird der Einsatz von rein elektrischen Schiffsantrieben im Güterverkehr untersucht. Die Auslegung und Konzeptionierung erfolgt auf Grundlage der Analyse von Fahr- und Lastprofilen konventioneller Binnenschubfrachtschiffe, auf deren Basis ein innovatives Energieversorgungssystem für das Schiff entwickelt werden kann. Im regionalen Betrieb wird allen Verbrauchern an Bord die benötigte Energie über Akkumulatoren bereitgestellt. Darüber hinaus werden die Energieverbraucher im überregionalen Betrieb zusätzlich über eine mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzelle versorgt. Mit diesem Vorhaben wird gezeigt, dass innovative Konzepte bei der Antriebs- und Energieversorgung neben dem großen ökologischen Vorteil gegenüber konventionell betriebenen Binnenfrachtschiffen auch wirtschaftlich konkurrenzfähig sein können.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
MEYER WERFT GmbH & Co. KG,	1.192.158	572.236
NEPTUN WERFT GmbH & Co. KG	349.490	167.755
Viking Technical GmbH	247.232	118.671
Serenergy A/S	1.846.552	886.345
fischer eco solutions GmbH	144.101	69.168
HADAG Seetouristik und Fährdienst AG	81.230	38.990
FSG Flensburger Schiffbau-Gesellschaft mbH & Co. KG	108.346	52.006
hySOLUTIONS GmbH	78.667	37.760
TUB Technische Universität Berlin*	294.870	141.538
BEHALA Berliner Hafen und Lagerhausgesellschaft mbH*	125.558	60.267

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2015/*01. Juli 2015

LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016



Flusskreuzfahrtschiff »VIKING FREYA«

» Das Vorhaben verbessert die Wettbewerbsfähigkeit von SOFC-Systemen, da bei Erfolg ein Medienmodul zur Verfügung steht, das in großen Stückzahlen kostengünstig hergestellt werden kann. «

III / 02

» MEMO: HOCHINTEGRIERTES MEDIENMODUL «

Im Fokus des Vorhabens steht die Entwicklung eines serienfertigungstauglichen, hochintegrierten Medienmoduls, das einen Festoxidbrennstoffzellenstack (SOFC) der ElringKlinger AG mit einem System der new energyday GmbH verbindet. Das System liefert aus Propangas elektrischen Strom beliebiger Anwendungen zwischen 200 und 700 Watt. Hauptfunktionen des Medienmoduls sind dabei das Verteilen von Brenngas und Luft auf den Stack und das Sammeln der Betriebsmedien im Abgasstrang. Herausforderungen sind die Reduktion der Herstellkosten, des Gewichts und Volumens, die automatisierte Se-

rienfertigung und die Integration eines Reformers, einer Rezyklierung und die Vermeidung der Rückströmung von Abgas. Mithilfe von Produktentwicklungsmethoden des Karlsruher Instituts für Produktentwicklung (KIT-IPEK) wird die Entwicklung geplant und gesteuert. Gleichzeitig werden die vorhandenen Methoden für die SOFC-Technologie weiterentwickelt und stehen somit nachfolgenden Entwicklungen zur Verfügung. Das Vorhaben verbessert die Wettbewerbsfähigkeit von SOFC-Systemen, da bei Erfolg ein Medienmodul zur Verfügung steht, das in großen Stückzahlen kostengünstig hergestellt werden kann.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDSUMME/€:
ElringKlinger AG	2.105.743	1.010.756
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	104.566	50.192

LAUFZEITBEGINN: 01. Mai 2015
 LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

III / 03

» HYBRIDES BRENNSTOFFZELLEN-HAUSENERGIESYSTEM ZUR
AUTARKEN EIGENVERSORGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEQUELLEN «

Das Projekt umfasst die Entwicklung der ersten Generation eines neuartigen, energieautarken und vollständig auf erneuerbaren Energien beruhenden hybriden Brennstoffzellen-Hausenergiesystems mit integrierter Kraft-Wärme-Energiespeicher-Kopplung bis hin zur Erstinstallation und Inbetriebnahme von vier Demonstrationsanlagen bei Testkunden. Das System basiert auf der Primärenergieerzeugung aus PV und/oder Windenergie im Haus und einem hybriden Energiespeichersystem, aus dem die gesamte elektrische und thermische Energie ganzjährig bereitgestellt werden kann, mit Batterien, Wasserstoffspeicher und thermischem Speicher. Durch den Einsatz eines Wasserstoffspeichers, von Brennstoffzelle und Elektrolyseur wird der Ausgleich von Überschüssen und Defiziten

im Solarenergieangebot im Tages- und Jahresbereich erzielt. Durch die proprietäre, über das ganze Jahr optimierte Kraft-Wärme-Energiespeicher-Kopplung werden zudem sehr hohe Gesamtwirkungsgrade der Anlage erreicht. Der Energiemanager ist die zentrale Intelligenz, die sicherstellt, dass ganzjährig zu jeder Zeit die Energieversorgung gewährleistet ist. Damit lassen sich zukünftig zum einen für Kunden emissionsfreie, autarke Hausenergieleistungen realisieren, zum anderen lässt sich das hybride Speichersystem – über den auch extern steuerbaren Energiemanager – in das Stromnetz integrieren und stellt somit im vernetzten Verbund eine Pufferkapazität dar, die z. B. von Energieversorgern genutzt werden kann und die Einbindung erneuerbarer Energien ermöglicht.

PARTNER:

HPS Home Power Solutions GmbH
Heliocentris Fuel Cell Solutions GmbH

PROJEKTBUDDGET/€:

2.726.422
17.572

FÖRDERSUMME/€:

1.308.681
440.435

LAUFZEITBEGINN: 01. Juni 2015

LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016



Ein intelligentes Energiemanagement gewährleistet die Energieversorgung mittels eines auf erneuerbaren Energien beruhenden hybriden Brennstoffzellensystems.

» SOFC-QS: SERIENFERTIGUNGSTAUGLICHE QUALITÄTSSICHERUNG EINER INDUSTRIELLEN SOFC-STACK-FERTIGUNG, TEILVORHABEN A/B «

Das mit dem geplanten Vorhaben verbundene finale Ziel sind die Entwicklung und Implementierung von Mess- und Prüfvorrichtungen zur Sicherstellung der spezifischen Qualitätskriterien von sowohl Schlüsselkomponenten einer industriellen Brennstoffzellenstack-Fertigung als auch des Endprodukts Brennstoffzellenstack an sich.

Konkret soll zum einen die Prüfung der mechanischen Unversehrtheit von Elektrolyten/Brennstoffzellen dahin gehend verbessert werden, dass sowohl alle vorgeschädigten Prüflinge verlässlich erkannt werden als auch die Prüfbelastung der Realität im Stack sehr nahe kommt.

Dies bedingt die Entwicklung eines neuartigen Konzepts zur serienfertigungstauglichen Prüfung (hoher Durchsatz, zuverlässige Fehlererkennung, geringer händischer Aufwand).

Einen weiteren Schwerpunkt stellt die maschinell gestützte Vermessung der metallischen Grundeinheit dar. Die vorhandene mechanische Messvorrichtung (Koordinaten-Messmaschine) zur Ermittlung der Ebenheit ist für eine Serienfertigung aufgrund der langen Messzeit nicht geeignet. Dadurch können auch nur ausgewählte Bereiche des Bauteils messtechnisch erfasst werden.

Laser- und/oder kamerabasierende Systeme bieten neben der schnelleren Ausführung der Messaufgabe noch die Möglichkeit der Erweiterung der eigentlichen Messaufgabe (aufgrund kürzerer Messzeit). Auf Basis der damit generierten Messdaten lassen sich statistisch abge-

sicherte Kennzahlen für die vermessenen Stack-Komponenten berechnen.

Ebenfalls von hoher Bedeutung ist die Ablösung der bisher nahezu 100% händischen visuellen Prüfung von Elektrolyten beziehungsweise Brennstoffzellen durch eine automatisierte optische Fehlererkennung mittels Laser beziehungsweise Kamera. Damit wird zum einen der subjektive Fehler des menschlichen Prüfers eliminiert, zum anderen erhöht sich der Durchsatz an geprüften Komponenten um ein Vielfaches. Die dadurch generierten umfangreichen Daten ermöglichen eine statistisch abgesicherte Auswertung der geprüften Stack-Komponenten.

Gegenstand der Untersuchungen in einem vierten Arbeitspaket ist die Erarbeitung von Vorgaben zur Auslegung einer Verpackung, damit die in der Praxis auftretenden Transportbelastungen zu keiner Beschädigung der Stacks beziehungsweise ISM (integrated stack module) wie z.B. Undichtigkeiten infolge Abriss Glaslot-Dichtung, induzierter Bruch in BSZ, Kontaktabriss Thermoelement führen.

Von daher werden die auftretenden Belastungen bei Verbringung der BSZ-Stacks zum Endkunden (letzte Meile) in Kooperation mit dem Hersteller der Endgeräte mittels geeigneter Sensoren (z.B. für Erschütterungen) ermittelt.

Ebenso werden die realen Belastungen während des Transports zum Systemhersteller durch sowohl Simulation als auch experimentelle Nachstellung im Labor bei einem Prüfinstitut aufgezeigt.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
sunfire GmbH	426.338	204.642
KERAFOL GmbH	92.345	44.325

LAUFZEITBEGINN: 01. Juni 2015

LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» Entwicklung eines neuartigen Konzepts zur serienfertigungstauglichen Prüfung «

III / 05

» ENTWICKLUNGSPROJEKT ELCORE 2,5 KW «

Mit diesem Vorhaben verfolgt die Elcore GmbH das Ziel, die eigene Produktpalette von effizienten Mikro-KWK-Geräten zu vergrößern und neben dem erfolgreichen Mikro-KWK-Gerät Elcore 2400, das für Einfamilienhäuser entwickelt wurde, auch Produkte mit größerer Leistung für Mehrfamilienhäuser und Gewerbebetriebe anzubieten.

Für den Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung in diesem Bereich werden daher in diesem Vorhaben zertifizierungsfähige 2,5-Kilowatt-Module auf Basis der langlebigen und kostengünstigen HTPEM-Brennstoffzellentechnologie entwickelt. Die neuartigen Geräte, bestehend aus den Kerntechnologien der Elcore GmbH, wie dem innovativen HTPEM-Brennstoffzellenstack, dem effizienten Gasprozess zur Umwandlung von Erdgas in Wasserstoff sowie dem einzigartigen Wärme- und Wassermanagement müssen dazu von Grund auf ausgelegt und neu entwickelt werden.

Gleichzeitig muss die strom- und wärmeseitige Auslegung der Kraft-Wärme-Kopplung für Mehrfamilienhäuser genau durchgeführt werden, um eine hohe Effizienz und möglichst hohe Laufzeiten zu erreichen. An dieser Stelle hat die Brennstoffzellentechnologie mit ihrer hohen Effizienz gegenüber konventionellen Anlagen erhebliche Vorteile, die zu einer deutlich verbesserten Wirtschaftlichkeit und Klimafreundlichkeit führen.

Dazu sind in dem Vorhaben grundlegende Arbeiten und Tests nötig, um eine exakte Auslegung der Kombination aus Strom- und Wärmeproduktion festzulegen. Die Möglichkeit der späteren Weiterentwicklung zu noch größeren Modulen soll in diesem Vorhaben konzeptionell bereits berücksichtigt werden.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Elcore GmbH	9.432.431	4.527.567

LAUFZEITBEGINN: 01. März 2015
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» An dieser Stelle hat die Brennstoffzellentechnologie mit ihrer hohen Effizienz gegenüber konventionellen Anlagen erhebliche Vorteile, die zu einer deutlichen verbesserten Wirtschaftlichkeit und Klimafreundlichkeit führen. «

» LEONARDO II «

Unter den Projektnamen »Leonardo« und »Leonardo II« entwickeln die Viessmann Werke zusammen mit HEXIS ein Brennstoffzellen-Heizsystem (BZH), mit dem das bestehende Angebot brennstoffzellenbasierter Mikro-KWK-Systeme erweitert werden soll. Ein übergeordnetes Ziel ist dabei die Verringerung der Investitions- und Betriebskosten der Serienausführung gegenüber den heute bereits verfügbaren Mikro-KWK-Systemen auf Brennstoffzellenbasis. Hierbei fließt ganz besonders das Systemtechnik-Know-how von Viessmann aus dem Brennstoffzellen-Heizgerät Vitovalor 300-P ein.

Basis des neuen BZHs ist die Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Technologie (SOFC) des Brennstoffzellen-

Heizgerätes Galileo 1000 N von HEXIS. Unter Beibehaltung der Stack-Architektur wurde im Projekt »Leonardo« eine neue Version entwickelt, deren Herstellkosten im Vergleich zu heute deutlich niedriger sein werden. Eine Prototypenversion dieses BZHs wird derzeit in der Praxis getestet.

Der Fokus bei »Leonardo II« liegt auf der Entwicklung und Verifikation der Fertigungs- und Produktionsprozesse wie auf der Qualitätssicherung bei Viessmann, HEXIS und deren Lieferanten für das im Projekt weiterentwickelte Brennstoffzellen-Heizgerät. Die im Projekt gebauten Vorabseriengeräte sollen in Labor- und Feldtests ihre Praxisfähigkeit demonstrieren.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Viessmann Werke GmbH & Co. KG	4.227.342	1.225.929
LAUFZEITBEGINN: 01. Juli 2015		
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016		

» Der Fokus bei »Leonardo II« liegt auf der Entwicklung und Verifikation der Fertigungs- und Produktionsprozesse sowie Qualitätssicherung. «

III / 07

» FUELCELL@HOME PHASE 1: MEHR EFFIZIENZ FÜR IHR ZUHAUSE «



Der Energiedienstleister EWE VERTRIEB GmbH (EWE) erprobte von 2010 bis 2015 gemeinsam mit dem australisch-deutschen Hersteller Ceramic Fuel Cells (CFC) und Gebrüder Bruns Heiztechnik (Bruns) Brennstoffzellen-Heizgeräte im Nordwesten Deutschlands. Ziel der beiden Phasen des Feldtests waren der Nachweis der technologischen Reife und die Vorbereitung der Markteinführung hoch effizienter Mikro-KWK-Anlagen auf Basis der Brennstoffzellentechnologie.

Im Projektzeitraum wurden insgesamt 74 Brennstoffzellen-Heizgeräte verschiedener Generationen installiert und betrieben. In enger Zusammenarbeit zwischen EWE, CFC/Bruns und den beteiligten regionalen Installateuren wurden die Phasen der Installationsvorbereitung, der eigentlichen Installation in den Einfamilienhäusern, die Inbetriebnahmen und der Betrieb der Anlagen erfolgreich durchgeführt. Wichtige Erkenntnisse in Bezug auf Instal-

lationsfreundlichkeit konnten gewonnen und praxisorientierte Optimierungsansätze für die zweite Projektphase erfasst werden. Somit wurde die Weiterentwicklung der Technologie vorangetrieben und die Markteinführung wie geplant vorbereitet.

Insgesamt wurden in der Betriebsphase bis Mitte 2015 mehr als eine Million Betriebsstunden erreicht. Die Brennstoffzellen-Heizgeräte erzeugten dabei etwa 1,4 Millionen Kilowattstunden Strom. Die Verfügbarkeit der Anlagen lag dabei bei mehr als 90%. Die Langzeitstabilität der Brennstoffzellenstapel wurde untersucht, und es konnten einige Verbesserungen in den verschiedenen Generationen nachgewiesen werden. Insgesamt wurden die technischen Projektziele erreicht. Wie geplant wurde die notwendige Weiterentwicklung der Technologie, auch unter Berücksichtigung der Gesamtkosten, im Rahmen einer zweiten Projektphase ab Sommer 2012 fortgeführt.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
EWE VERTRIEB GmbH	5.226.041	2.508.500

LAUFZEITBEGINN: 01. Oktober 2010
LAUFZEITENDE: 30. Juni 2015

» FuelCell@Home liefert einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz in der Hausenergieversorgung. «



Feldtestanlage der EWE im Projekt FuelCell@Home Phase 1

NIP – SPEZIELLE
MÄRKTE



SÄMTLICHE PROJEKTE WERDEN AUF DEN FOLGENDEN SEITEN MIT IV / 01 – IV / 04,
ABGESCHLOSSENE PROJEKTE MIT DEM SYMBOL  GEKENNZEICHNET.

NIP – SPEZIELLE MÄRKTE

Der Programmbereich Spezielle Märkte im Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) umfasst ein sehr breites Spektrum an Anwendungen. Die Bandbreite der Leistungsbereiche ist groß, und unterschiedlichste Brennstoffe und Brennstoffzellentechnologien kommen zum Einsatz.

In den Speziellen Märkten findet auch eine Vielzahl von Komponenten Anwendung, die in Brennstoffzellen für Automobil- und stationäre Anwendungen eingesetzt werden. Die Leistungsbereiche der Anwendungen in den Speziellen Märkten reichen von einigen Hundert Watt für Bordstromversorgungen bis zu einigen Zehn Kilowatt für unterbrechungsfreie Stromversorgungen sowie einigen Zehn Kilowatt für Sonderfahrzeuganwendungen. Als Brennstoffe kommen Wasserstoff, Methanol, Ethanol, Bioethanol oder LPG (Propan, Butan) in Verbindung mit Reformern zum Einsatz.

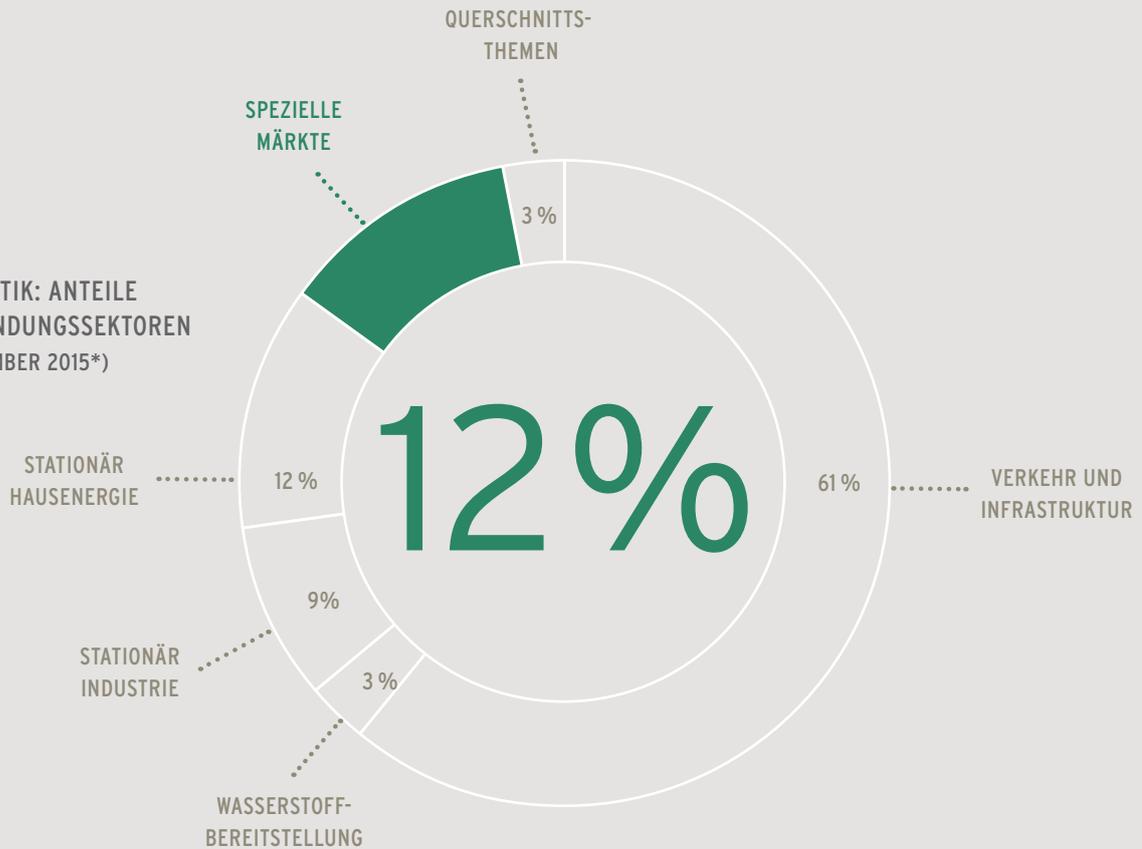
Zur Wasserstoffversorgung sind unterschiedliche Systeme im Einsatz: Druckgasflaschen und Kartuschen mit Metallhydriden beziehungsweise Wasserstoffgeneratoren auf Basis chemischer Hydride. Darüber hinaus ist auch der Aufbau kleiner Wasserstofftankstellen vorgesehen. Für mit Methanol betriebene Systeme gibt es eine Distributionsinfrastruktur und -logistik.

In Bezug auf die Brennstoffzellentechnologien wird das Spektrum von Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen (PEMFC), Hochtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen (HT-PEM), Direktmethanol-Brennstoffzellen (DMFC) bis hin zu Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) abgedeckt.

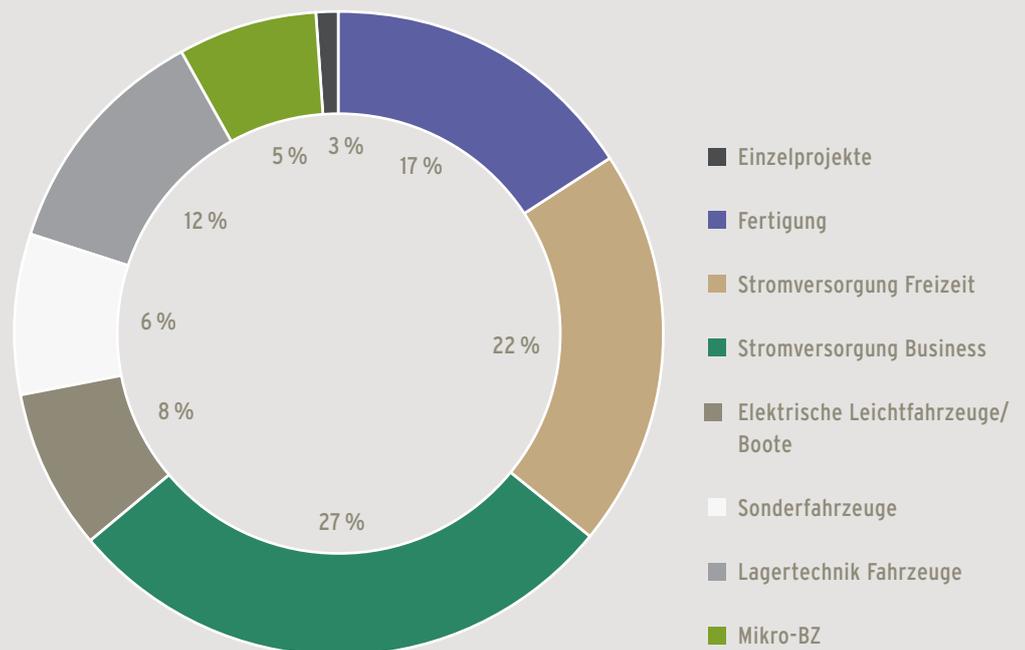
Spezielle Märkte umfasst die Anwendungsbereiche:

- Stromversorgung Business (Notstromversorgung USV, netzferne Stromversorgung, autarke/hybride Stromversorgung, Netzersatzanlagen, z. B. in den Bereichen Telekommunikation, Informationstechnologie, Verkehrsleittechnik),
- Stromversorgung Freizeit (Bordstromversorgung [APU] Caravan, Camping, Berghütte, Boote),
- Lagertechnik Fahrzeuge (Cargoschlepper, Hubwagen, Förderbandwagen, Flurförderzeuge, Gabelstapler, Routenzugschlepper, Gepäckschlepper an Flughäfen),
- Sonderfahrzeuge (Servicefahrzeuge, kommunale Fahrzeuge/Reinigungsfahrzeuge, Müllfahrzeuge, Klein-Lkw mit Brennstoffzellen-Range-Extender),
- Elektrische Leichtfahrzeuge/Boote (Fahrräder, Cargo Bikes, Golf-Caddies, Leichtboote [Antrieb], Brennstoffzellen-Elektroroller, medizinische Fahrhilfen) und
- Mikrobrennstoffzellen (Industriesensorik, Kleingeräteversorgung).

NIP – STATISTIK: ANTEILE NACH ANWENDUNGSSEKTOREN (STAND: DEZEMBER 2015*)



NIP – SPEZIELLE MÄRKTE: VERTEILUNG NACH ANWENDBEREICHEN (STAND: DEZEMBER 2015)



* Die Grafik umfasst Projekte in Planung bei NOW, in Bearbeitung bei PtJ, UIA (unverbindliche Inaussichtstellung) sowie bewilligte Projekte.



LEUCHTTURMPROJEKT SICHERE STROMVERSORGUNG/USV (CLEAN POWER NET)

Im Jahr 2010 wurde mit zwölf Firmen die Aufbau-phase des Leuchtturmprojekts mit finanzieller Unterstützung der Bayerischen Landesregierung in Angriff genommen. Clean Power Net ist seit 01. Juli 2013 ein NIP-Leuchtturmprojekt.

Die großen Herausforderungen für die Unternehmen im Clean Power Net (CPN) sind die Diversität der Märkte und der Zielapplikationen, die Heterogenität der CPN-Partner und ein kleiner Markt in Deutschland. Der Marktzugang zu den Emerging Markets, die ein enormes Marktpotenzial bieten, und damit verbunden die Internationalisierung werden als gemeinsame Chance für die CPN-Partner gesehen.

Um die Marktvorbereitung/-einführung für Brennstoffzellen in der Stromversorgung voranzubringen, wurden folgende beispielhafte Aktivitäten unternommen:

➤ Public Affairs im BMWi, um für das Auflegen eines Exportfonds bei den entsprechenden Förderbanken zu werben. Hierfür wurde eigens ein Faktenblatt »Autarke Energie-Versorgung mit Brennstoffzellen – Das Exportpotential von Anwendungen ›Made in Germany‹« erstellt. Der **Arbeitskreis Wasserstoff** befasst sich mit alternativen Infrastruktur-, Logistik- und Lieferantenlösungen für den Wasserstoff.

➤ **Arbeitskreis Sonstige Brennstoffe:** Unter anderem wurde die Erstellung einer Benchmark für Betreiber/ Nutzer hinsichtlich Kostensituation (Capex/Opex/TCO) für die verschiedenen Brennstoffe, auch Wasserstoff, in Angriff genommen.

➤ **Fünfte CPN-Vollversammlung** mit 39 Teilnehmern in der Vertretung des Landes Nordrhein-Westfalen beim Bund in Berlin. Potenzielle Brennstoffzellenanwender und Multiplikatoren konnten als Gäste gewonnen werden – ein großer Mehrwert für die Veranstaltung sowie für alle CPN-Partner. Die CPN-Partner haben am Vorabend der Vollversammlung ihr fünfjähriges Jubiläum mit 21 Teilnehmern gefeiert.

➤ Gespräch mit Vertretern des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe in Bonn, Referat Risikomanagement KRITIS, Schutzkonzepte KRITIS/ Kulturgutschutz nach Haager Konvention, Abteilung II – Notfallvorsorge, kritische Infrastrukturen, internationale Angelegenheiten.

➤ Projektfindungsgespräch mit Vertretern der Deutschen Bahn und des Innovationszentrums für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) in Berlin.

➤ Vorstellung des Clean Power Net (CPN) sowie der Brennstoffzellenhersteller- und Leistungsprofile von zehn CPN-Partnern bei einem Workshop der ETNO-European Telecommunications Network Operators' Association in Berlin.

➤ Veranstaltung eines Export-Workshops »Potenziale für Anwendungen deutscher Brennstoffzellen in den Emerging Markets« zur Unterstützung der Internationalisierungsbemühungen der Industrie in der Vertretung des Landes Baden-Württemberg beim Bund. Hierfür wurden Referenten folgender namhafter Exportfinanzierungsgesellschaften gewonnen:

- European Investment Bank EIB,
- Euler Hermes Deutschland AG,
- Germany Trade & Invest (GTAI) und
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Mitgliederstruktur

Neue Mitglieder:

- AdKor GmbH
- Hydrogenics GmbH
- Siqens GmbH
- Leopold Kostal GmbH & Co. KG
- DB Bahnbau Gruppe GmbH

Ausgeschiedene Mitglieder:

FCPower Fuel Cell Power Systems GmbH und b+w Electronic Systems GmbH & Co. KG aufgrund wirtschaftlicher Schwierigkeiten.





Veränderungen bei den Mitgliedern:

➤ ElringKlinger AG hat eine mehrheitliche Beteiligung an New Enerday GmbH übernommen.

➤ Heliocentris Energy Solutions AG hat FutureE GmbH erworben und integriert.



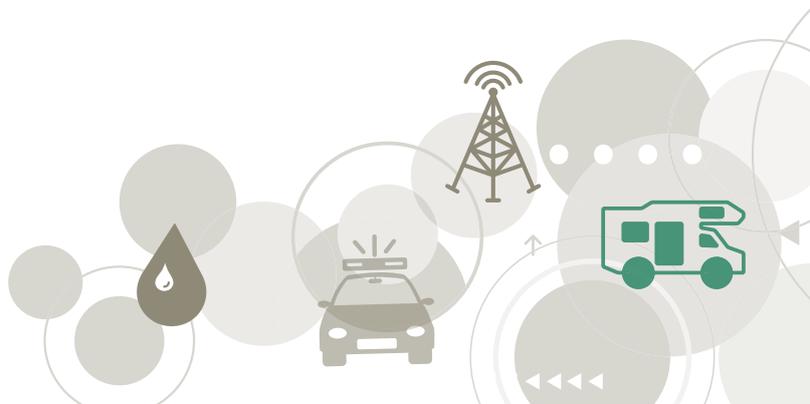
Mehr Informationen zu Clean Power Net finden Sie unter www.cleanpowernet.de

BRENNSTOFFZELLENSYSTEME IN DER LOGISTIK

Die Logistikbranche steht wie die gesamte Transportbranche vor der großen Herausforderung, steigende Umweltschutzvorgaben und Emissionsziele erfüllen zu müssen. Hinzu kommt das Kriterium Wirtschaftlichkeit, das in der Logistik noch mehr als in anderen Transportbereichen oberste Priorität hat. Als vielversprechende Einsatzfelder für brennstoffzellenbetriebene Systeme und Fahrzeuge in der Logistik haben sich insbesondere die Intralogistik in Produktionshallen und -werken, der Warenumschlag mithilfe von Flurförderzeugen und der Vorfeldverkehr auf Flughäfen erwiesen. So wurden in den letzten Jahren mit Mitteln aus dem NIP im Rahmen verschiedener Demonstrations- und Förderprojekte Gabelstapler entwickelt und erprobt. Mit diesen Projekten wurden bei den Betreibern im Alltagseinsatz wichtige Erfahrungen sowohl für die Technologie- als auch die Marktentwicklung gesammelt. NOW arbeitet hier auch eng mit dem Fachverband Fördertechnik und Intralogistik im VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. zusammen.

Mit dem Ziel, mehrere deutsche Flughäfen für ein Brennstoffzellendemonstrations- und -flottenprojekt zu interessieren beziehungsweise eine flughafenübergreifende Zusammenarbeit aufzubauen, hat die NOW im Jahr 2010 erste Sondierungsgespräche mit Vertretern der Flughäfen Hamburg, Frankfurt/Main und Berlin Brandenburg sowie dem Flughafenverband ADV geführt. Die Brennstoffzelleninitiativen der Bundesländer wurden ebenfalls eingebunden. Daraus ist ein Arbeitskreis »Wasserstoff, Brennstoffzellen und E-Mobilität an Flughäfen« entstanden, der im Rahmen seiner Arbeit die Einsatzmöglichkeiten von brennstoffzellenbetriebenen Gepäckschleppern und weiterer sogenannter Ground Power Units mit Brennstoffzellen untersucht. Dazu gehören auch die Entwicklung und der Aufbau von (mobilen) Wasserstoffbetankungssystemen an Flughäfen.

Mitglieder des Arbeitskreises sind heute die Flughäfen Hamburg, Berlin, Dresden, Leipzig, München, Stuttgart, Frankfurt/Main, Köln-Bonn und Düsseldorf. Als Unternehmen der Luftfahrtindustrie bringt sich die AIRBUS Operations GmbH und aus der Forschung das Zentrum für angewandte Luftfahrtforschung (ZAL) GmbH in den Arbeitskreis ein. Darüber hinaus engagieren sich die Landesinitiativen Brennstoffzellen Initiative Sachsen, e-mobil Baden-Württemberg GmbH, H₂BZ-Initiative Hessen, hySOLUTIONS GmbH, Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW sowie die Verbände Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV) und Vereinigung der Dienstleister an Deutschen Flughäfen e. V. (VDF).



IV / 01

» HOME-BACK-UP-LÖSUNGEN FÜR PRIVATE UND INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN BEI INSTABILER NETZVERSORGUNG «

Brennstoffzellen werden heute in der Regel als Komponente eines Systems verstanden und müssen vom Anwender in eine Energieversorgungslösung integriert werden. Dazu sind entsprechende Fachkenntnisse Voraussetzung, und die Angst vor neuen Technologien und neuen Kraftstoffen stellt bei vielen Anwendern oft eine unüberwindbare Hürde dar, die den Markteintritt der Brennstoffzelle erschwert.

Hier setzt dieses Vorhaben an: Die DMFC-Brennstoffzelle soll durch technologische Weiterentwicklung und eine hohe Integrationstiefe als Stromversorgungslösung konzipiert, entwickelt und prototypisch aufgebaut werden. So sollen für den potenziellen Anwender portable Lösungen zur einfachen Stromversorgung entwickelt werden,

die auf Knopfdruck Strom in der nötigen Form liefern. Entsprechend einfach sollen die Bedienung und Interaktion über drahtlose Schnittstellen möglich sein.

In diesem Vorhaben werden dazu der Energieerzeuger DMFC-Brennstoffzelle mit dem Energiespeicher Lithium-Ionen-Akku und einem Energiewandler in eine Komponente integriert. Dies macht es sowohl dem privaten wie auch dem gewerblichen Nutzer einfach, die Brennstoffzelle in vorhandenen Anwendungen einzusetzen. Es sollen unterschiedliche Geräteausprägungen prototypisch entwickelt werden, um Anwendungen im privaten Umfeld abzusichern, bis hin zu sicherheitskritischen Anwendungen im behördlichen Bereich wie beispielsweise die Absicherung digitaler Infrastrukturen.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDSUMME/€:
SFC Energy AG	2.134.885	821.930

LAUFZEITBEGINN: 01. Juli 2015
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2016

» Es sollen unterschiedliche Geräteausprägungen prototypisch entwickelt werden, um Anwendungen im privaten Umfeld abzusichern, bis hin zu sicherheitskritischen Anwendungen im behördlichen Bereich. «

» SOFC-BORDENERGIEVERSORGUNGSSYSTEM «



Ziel des Vorhabens waren die Entwicklung und Erprobung von kompakten und effizienten Bordnetzgeneratoren bis 500 Watt elektrischer Leistung auf Basis der SOFC-(Solid-Oxid-Fuel-Cell)-Brennstoffzelle und dem logistischen Kraftstoff Flüssiggas. Der gewählte Leistungsbereich der Systeme von mindestens 500 Watt auf Basis von Propangas hebt sich deutlich von Wettbewerbstechnologien mit Brennstoffzellen ab und schließt eine Bedarfslücke bis zu einem Energiebedarf von zwölf Kilowattstunden pro Tag, die derzeit vorrangig nur mit Dieselgeneratoren ab vier Kilowattstunden Leistung gedeckt werden.

Anwendungen sollten zunächst Bordnetze von Freizeitfahrzeugen im Marinebereich sein (Segel- und Motorjachten) sowie auch Reisemobile und Caravans. Hierfür hat der Projektpartner Fischer Panda GmbH aus Paderborn einen etablierten Marktzugang und langjährige Erfahrungen in diesen Märkten. Durch die Kooperation

wurden marktspezifische Anforderungen herausgearbeitet und in entsprechenden Applikationsentwicklungen umgesetzt. Im Rahmen der Zusammenarbeit und durch gemeinsame Kundenkontakte wurden weitere mögliche Marktanwendungen identifiziert und erschlossen, so beispielsweise Stromversorgungen an autarken Standorten. In zahlreichen Feldtestinstallationen wurden die Systeme im realen Einsatz erprobt und getestet, woraus wiederum wertvolle Erfahrungen gesammelt und in entsprechenden Anpassungsentwicklungen umgesetzt wurden.

Durch das Projekt wurden wesentliche Schritte zu einer Produktentwicklung flankiert und so erst ermöglicht.

Auf Basis der im Projekt entwickelten Brennstoffzellenmodule wurde durch new energyday eine neue Produktbaureihe von schlüsselfertigen Stromgeneratoren unter der Bezeichnung »PowerTrailer« und »PowerBox« entwickelt.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
new energyday GmbH	1.891.532	907.935
Fischer Panda GmbH	665.346	319.366

LAUFZEITBEGINN: 01. Juni 2012

LAUFZEITENDE: 31. Mai 2015



Im Rahmen des Projekts konnte ein schlüsselfertiger Stromgenerator auf Brennstoffzellenbasis als Anhänger (PowerTrailer) entwickelt werden.

IV / 03

» H2INTRADRIVE: EINSATZ EINER WASSERSTOFFBETRIEBENEN FLURFÖRDERZEUGFLOTTE
UNTER PRODUKTIONSBEDINGUNGEN «

Ziel des Forschungsprojekts H₂IntraDrive war die Erforschung des Ressourcenaufwands von wasserstoffbetriebenen Gabelstaplern und Routenzugschleppern an einem innovativen Produktionsstandort sowie deren reale Betriebsbedingungen. Ferner sollte nachgewiesen werden, inwiefern der Einsatz von wasserstoffbetriebenen Flurförderzeugen hinsichtlich energetischer Effizienz, Zuverlässigkeit, Lebensdauer sowie Nachhaltigkeit sinnvoll ist.

Für die Erprobung der Flurförderzeuge wurde der BMW i Karosseriebau im BMW Group Werk Leipzig gewählt. Dort wurde von der BMW Group die erste deutsche Wasserstoffinfrastruktur mit Betankung in der Produktionshalle aufgebaut und behördlich genehmigt. Parallel dazu wurden von Linde Material Handling sechs Routenzugschlepper und fünf Gabelstapler mit Batterieantrieb für den Einsatz mit Brennstoffzellensystemen umgerüstet.

Daraus resultierende Erkenntnisse aus Sicht des Anwenders wurden vom Lehrstuhl fml in einem Leitfaden für den Einsatz von wasserstoffbetriebenen Flurförderzeugen festgehalten und veröffentlicht.

Neben der Erprobung wurde ein Technologievergleich mit konventionellen batteriebetriebenen Flurförderzeugen durchgeführt sowie die ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit von wasserstoffbetriebenen Flurförderzeugen bewertet. Abschließend wurden mithilfe einer Benchmark unterschiedliche Rahmenbedingungen für deutsche und nordamerikanische Flurförderzeugenanwendungen identifiziert.

Publikationen, Vorträge und weitere Infos sind auf www.h2intradrive.de zu finden.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
BMW Group*	2.954.767	1.418.288
Linde Material Handling GmbH*	2.302.405	1.105.154
Technische Universität München – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml)	244.576	117.396
LAUFZEITBEGINN: 01. Dezember 2012 LAUFZEITENDE: 31. Oktober 2015/* bis 30. April 2016	FAHRZEUGE: Fahrzeuge: sechs Routenzugschlepper und fünf Gabelstapler (Linde Material Handling)	INFRASTRUKTUR: Ionischer Verdichter bis zu 450 bar



Wasserstoffspeicher und Betankungsanlage H₂IntraDrive im BMW Group Werk Leipzig



Wasserstoffbetankung bei einem brennstoffzellenbetriebenen Gabelstapler



Energieversorgungslösung mit integrierten DMFC-Brennstoffzellen und 124-Kilowattstunden-Energievorrat



Funktionsmuster einer 500-Watt-DMFC-Brennstoffzelle

» INDUSTRIE-DMFC-MODUL FÜR NOTSTROMANWENDUNGEN UND NETZFERNE ENERGIEVERSORGUNG
VON KRITISCHEN INFRASTRUKTUREN «



Bestehende Brennstoffzellenprodukte auf DMFC-Basis kommen heute im Leistungsbereich bis 500 Watt zur Anwendung. Aufgrund des steigenden Energiebedarfs in vielen industriellen Anwendungen eröffnen sich für DMFC-Systeme mit der in diesem Vorhaben entwickelten Leistungssteigerung erhebliche Marktpotenziale. Die Steigerung der Ausgangsleistung eines DMFC-Moduls auf 500 Watt und die Entwicklung von kaskadierten Systemen ermöglichen einen Einsatz der DMFC für Energieversorgungslösungen bis fünf Kilowatt.

Eine DMFC-Brennstoffzellenlösung im unteren Kilowattbereich schließt eine Lücke zwischen dem Leistungsbereich von Wasserstoffbrennstoffzellen und bisherigen DMFC-Systemen. Die Vorteile des flüssigen Kraftstoffs Methanol – unkomplizierte Logistik, sichere Handhabung und lange Lagerfähigkeit – können in vielen industriellen Anwendungen den Markteintritt der Brennstoffzelle erleichtern. Den für DMFC-Systeme vergleichsweise höheren Anschaffungskosten stehen günstige Logistikkos-

ten für den flüssigen Energieträger Methanol gegenüber. So sind DMFC-Systeme mit vergleichbaren Technologien und auch Generatorlösungen wettbewerbsfähig und können durch den einfach zu handhabenden Treibstoff Methanol im laufenden Betrieb und in einer Gesamtkostenrechnung deutliche Kosteneinsparungen und signifikante Vorteile in der praktischen Ausführung erzielen.

Durch die ausgezeichnete Effizienz einer DMFC bei der Energieerzeugung vom Treibstoff zu Gleichstrom kann die DMFC sogar mit den Treibstoffkosten klassischer Generatoren mithalten, bringt zusätzlich eine minimale Geräuschentwicklung und die Vorteile der Wartungsfreiheit über mehrere Jahre mit sich.

Durch Integration der Brennstoffzellen in ein marktübliches Gehäuse wird dem Anwender nicht nur eine Technologie, sondern eine standardisierte Lösung zur Verfügung gestellt.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
SFC Energy AG	1.814.746	871.078

LAUFZEITBEGINN: 01. Mai 2013

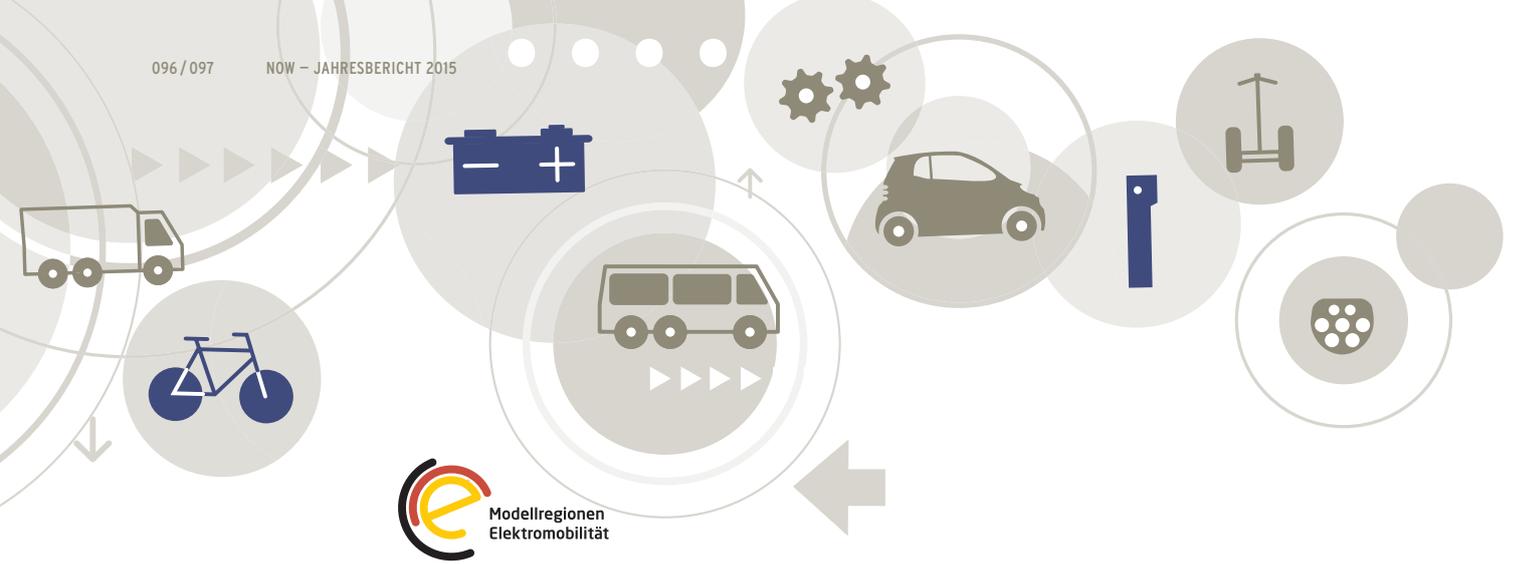
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2015

» Die Vorteile des flüssigen Kraftstoffs Methanol – unkomplizierte Logistik, sichere Handhabung und lange Lagerfähigkeit – können in vielen industriellen Anwendungen den Markteintritt der Brennstoffzelle erleichtern. «

BMVI – MODELLREGIONEN
ELEKTROMOBILITÄT



SÄMTLICHE PROJEKTE WERDEN AUF DEN FOLGENDEN SEITEN MIT V / 01 – V / 18,
ABGESCHLOSSENE PROJEKTE MIT DEM SYMBOL  GEKENNZEICHNET.



ELEKTROMOBILITÄT ALS BAUSTEIN DER ENERGIEWENDE

FÖRDERSCHWERPUNKT ELEKTROMOBILITÄT

Die Bundesregierung unterstützt die Forschung und Entwicklung alternativer Antriebe technologieoffen und verkehrsträgerübergreifend. Gefördert werden Antriebsmodelle von Plug-in-Hybrid über Batterie bis zur Brennstoffzelle, auf Straße und Schiene wie in der Schifffahrt und im Luftverkehr. Mit dem Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter im Bereich Elektromobilität zu entwickeln. Die Elektrifizierung des Verkehrssektors dient dabei dem Ziel, Mobilität in Zukunft energieeffizienter, klima- und umweltverträglicher zu gestalten und die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen zu reduzieren. Der Ausbau der Elektromobilität stellt damit eine tragende Säule zur Umsetzung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung dar.

MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT

Aus Mitteln des Konjunkturpakets II hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), ehemals Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009 die Modellregionen Elektromobilität ins Leben gerufen. Der strategische Ansatz der Modellregionen gliedert sich in zwei Hauptbereiche: die Demonstration und Untersuchung der Alltagstauglichkeit von Elektromobilität in den regionalen Projekten und die übergreifende wissenschaftliche Begleitforschung. Durch die Zusammenarbeit der Projektpartner aus Industrie, Forschung und öffentlicher Hand werden lokale Netzwerke geschaffen. Mit der Arbeit in den Modellregionen des BMVI wird das Ziel der Marktvorbereitung über die Erprobung der Technologie im Alltag verfolgt. Im Rahmen der übergeordneten wissenschaftlichen Begleitforschung werden die Erfahrungen und Ergebnisse zu zentralen Fragestellungen aufbereitet. Hier ist das Ziel, gemeinsam über alle beteiligten Unternehmen und Organisationen hinweg, dazuzulernen und auch neue Akteure zu befähigen, in das Thema Elektromobilität einzusteigen. In der Begleitforschung richtet sich der Fokus auf die Themenfelder Infrastruk-

turen, innovative Antriebe und Fahrzeuge, Flottenmanagement, Sicherheit, Nutzerperspektive, Ordnungsrecht sowie Raum-, Stadt- und Verkehrsplanung.

UMSETZENDE ORGANISATIONSSTRUKTUR

Die Koordination der Aktivitäten innerhalb der Modellregionen Elektromobilität des BMVI obliegt der NOW. Zu den zentralen Aufgaben der NOW gehören die Definition und Auswahl der programmatischen Schwerpunkte in Abstimmung mit dem BMVI, die Koordination der wissenschaftlichen Begleitforschung sowie die Steuerung der einzelnen Projekte. Das BMVI sorgt für die Verankerung im politischen Kontext und ist gemeinsam mit der Bundesregierung verantwortlich für die inhaltliche Schwerpunktbestimmung im Bereich Elektromobilität.

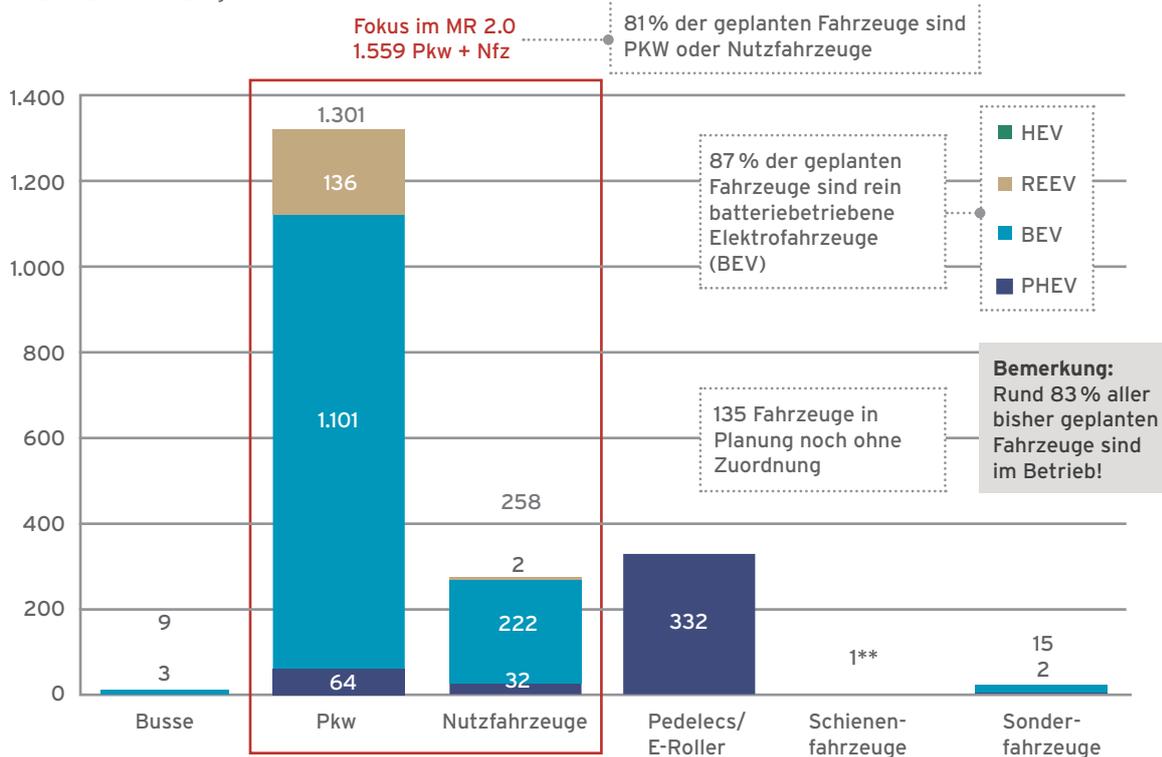
Der Projektträger Jülich (PtJ) ist für die Projektadministration verantwortlich und unterstützt das Programm mit förderrechtlicher Beratung. Die Koordination auf regionaler Ebene erfolgt über die Projektleitstellen, besetzt mit regionalen Akteuren aus den Bereichen Wirtschaftsförderung, Stadtwerken, Energieagenturen und sonstigen öffentlich-privaten Partnerschaften. Sie sichern den Austausch zwischen den lokalen Projektpartnern und gestalten so lokale und regionale Partizipation am Programm.

Der regionenübergreifende Austausch findet im Strategiekreis statt. Er bildet die Plattform, in der sich Vertreter der Projektleitstellen der Modellregionen, Akteure der Begleitforschung sowie BMVI, NOW und PtJ über die Programmaktivitäten austauschen. Die Schaufenster Elektromobilität (Berlin/Brandenburg, Baden-Württemberg, Bayern/Sachsen, Niedersachsen) sowie die Begleit- und Wirkungsforschung der Schaufenster sind ebenfalls in den Strategiekreis eingebunden.

GESAMTVERTEILUNG DER FAHRZEUGE IN DEN MODELLREGIONEN

(Verteilung nach Segmenten und Technologie, nur Förderphase II): Fokussierung im Bereich der Pkw und Nutzfahrzeuge (BEV)

MR 2.0*: 2.056 Fahrzeuge



* Angaben im Soll ** Verbrennungstrriebwagen

FÖRDERUNG DER ELEKTROMOBILITÄT IN DEN MODELLREGIONEN

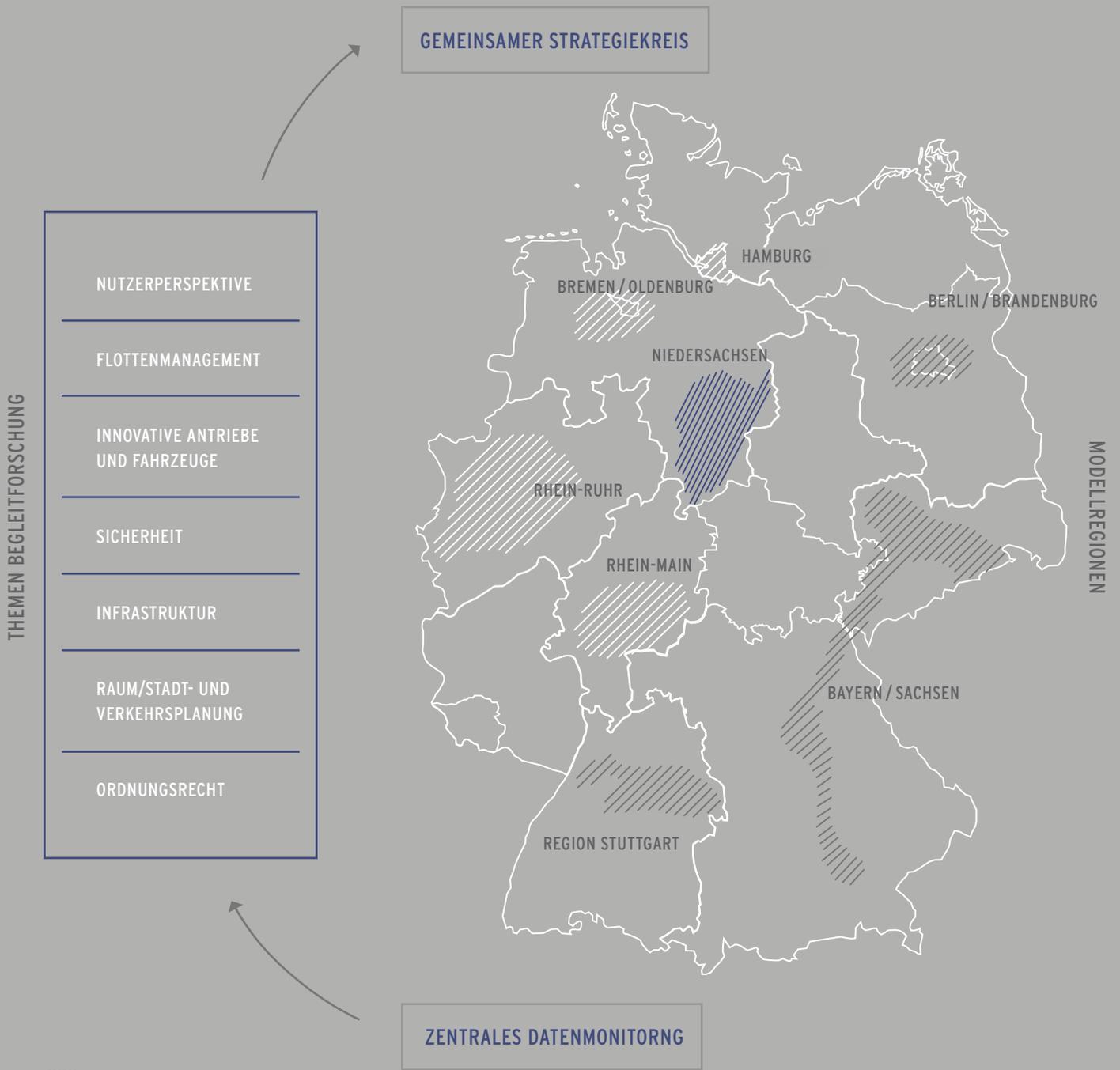
Die Aktivitäten der Modellregionen sind geprägt durch eine vielfältige Projektlandschaft. Innerhalb der vergangenen Jahre konnten unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden, die den maßgeblichen Rahmen für die Gestaltung künftiger Projekte bilden. Exemplarisch können diese wie folgt benannt werden:

- Integration der Elektromobilität in den regionalen ÖPNV
- Fokussierung auf Wirtschaftsverkehre und City-Logistik
- Intermodalität und verknüpfte E-Car-Sharing-Angebote (Mobilität in der Kette)
- Verknüpfung von Wohnen und Elektromobilität über quartiersbezogene Projekte
- Hybridisierung im regionalen Schienenverkehr
- Innovative Ansätze im Bereich Infrastruktur: u. a. gesteuertes Laden, Schnellladung, Induktionsladung
- Sonderverkehrsanwendungen an Flughäfen und im kommunalen Einsatz
- Flottenanwendungen im kommunalen und gewerblichen Bereich

Auf Grundlage der Förderrichtlinie vom Juni 2011 wurden rund 80 Projektverbünde mit mehr als 250 Partnern und einem Gesamtfördervolumen von etwa 140 Millionen Euro in die Umsetzung gebracht. Aus den Projekten heraus werden quartalsgenau die konkreten Zahlen zum Fortschritt der Infrastruktur und der Anzahl der eingesetzten Fahrzeuge erfasst. Zum Ende des Jahres 2014 sind ca. 78% der in den Projekten geplanten Fahrzeuge und 82% der Ladestationen in Betrieb. Somit sind insgesamt ca. 2.000 Fahrzeuge im Einsatz und 1.200 Ladepunkte in den Projekten aufgebaut und in Betrieb.

Die NOW koordiniert in Zusammenarbeit mit dem zentralen Datenmonitoring die umfangreiche Datenerfassung zu Fahrzeug- und Infrastrukturzahlen als zentrales Tool zur Erfassung der Istsituation der laufenden Fahrzeug- und Infrastrukturprojekte der Modellregionen. Die Abbildung verdeutlicht die Situation zu Jahresende 2015 im Fahrzeugbereich. Der Schwerpunkt der elektromobilen Anwendungen liegt entsprechend der Fokussierung der Bundesregierung mit mehr als 80% der Gesamtflotte auf Pkw und Nutzfahrzeugen.

Die deutschen Automobilhersteller hatten in den Jahren 2009 und 2010 noch keine kommerziellen Elektrofahrzeuge in ihrer Produktpalette, um die Fahrzeugnachfrage in den Modellregionen und -projekten zu decken. Vielfach musste auf das Angebot ausländischer Hersteller oder Umrüttlösungen zurückgegriffen werden. Beflügelt durch die Förderprogramme bieten sie nunmehr entsprechende Fahrzeuge an: Ende 2015 sind 29 Modelle deutscher Hersteller verfügbar.



-  MODELLREGIONEN
-  SCHAUFENSTER/FRÜHERE MODELLREGIONEN
-  SCHAUFENSTER

NEUE FÖRDERRICHTLINIE ELEKTROMOBILITÄT DES BMVI

Die Bundesregierung unterstützt den Bereich Elektromobilität mit umfangreichen Förderaktivitäten. Ziel ist es, den Verkehrssektor energieeffizienter, klima- und umweltverträglicher zu gestalten. Gleichzeitig sollen vor allem für den Straßenverkehr neue, regenerative Energiequellen erschlossen und so die Abhängigkeit vom Erdöl verringert werden.

Insbesondere die regionalen Demonstrationsvorhaben, wie das Programm der »Modellregionen Elektromobilität« des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) sowie das Bundesprogramm »Schaufenster Elektromobilität«, haben seit 2009 maßgeblich zur Entwicklung der Elektromobilität auf regionaler Ebene in Deutschland beigetragen. Städte und Gemeinden haben hierfür die Rahmenbedingungen vorgegeben und werden auch in Zukunft eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung der Elektromobilität spielen. Nun gilt es, die in diesen Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse zu verbreiten und den beginnenden Markthochlauf von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb inklusive der hierfür notwendigen Infrastruktur zu unterstützen.

Mit der im Juni 2015 veröffentlichten Förderrichtlinie Elektromobilität unterstützt das BMVI die Beschaffung von Elektrofahrzeugen mit dem Ziel der Erhöhung der Fahrzeugzahlen, insbesondere in kommunalen Flotten und der hierfür benötigten Ladeinfrastruktur sowie der Verknüpfung der Fahrzeuge mit dem Stromnetz in Kombination mit dem Ausbau erneuerbarer Energien für den Verkehrssektor auf der kommunalen Ebene. Hier bestehen große Potenziale für den Markthochlauf der Elektromobilität. Ausgehend davon, dass die Kommunen zum einen selbst Fuhrparks und Fahrzeugflotten betreiben und zum anderen für die Mobilitätsplanung vor Ort zuständig sind, haben Maßnahmen auf kommunaler Ebene einen hohen Verbreitungseffekt.

Ein zweiter Schwerpunkt dieser Richtlinie liegt auf der Förderung von anwendungsorientierten Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen mit dem Ziel der Kostenreduktion von den für die Elektromobilität benötigten Technologien, Komponenten oder Systemen. Dies beinhaltet neben dem privaten und öffentlichen Personenverkehr auch die Stärkung der Elektrifizierung in den Bereichen Schienen-, Güter- und Sonderverkehre sowie in maritimen Anwendungen. Eine programmatische, projektübergreifende Begleitforschung gewährleistet eine zielgruppenspezifische Ergebniszusammenführung.

Unter der neuen Richtlinie sind für die erste Bewilligungsphase 2015 über 20 Projektskizzen eingereicht worden, die nach Prüfung bewilligt wurden und in die Umsetzung gehen. Im Förderprogramm stehen bis 2019 60 Millionen Euro zur Verfügung.

BESCHAFFUNGSPROJEKTE UNTERSTÜTZEN DEN MARKTHOCHLAUF

Mit den verschiedenen im Rahmen der Förderrichtlinie Elektromobilität BMVI bewilligten Projekten wird der kontinuierliche Markthochlauf unterstützt. Einen Schwerpunkt stellen die Beschaffung von E-Fahrzeugen (Autos, Nutzfahrzeuge und E-Busse) im Rahmen gewerblicher Fuhrparks dar sowie der dafür notwendige Auf- und Ausbau der dazugehörigen Ladeinfrastrukturen im öffentlichen und privaten Bereich.

Für die Betreiber von privaten und kommunalen Fuhrparks ist die Nutzung elektrischer Fahrzeuge unter mehreren Gesichtspunkten lohnenswert. Durch die sukzessive Einbindung von Elektrofahrzeugen in den eigenen Fuhrpark können die Flottenemissionen in Bezug auf Kohlendioxid und Lärm nachhaltig gesenkt werden. Da das tägliche Einsatzprofil vieler Fahrten vorgegeben ist, können die Elektrofahrzeuge gezielt überall dort disponiert werden, wo Distanzen kalkulierbar und/oder Zwischenladungen möglich sind. Darüber hinaus werden Ladeeinrichtungen und Wartung der Fahrzeuge auf die Erfordernisse der Elektromobilität umgestellt. Das untersuchen im Rahmen ihrer Förderprojekte u. a. die Städte Regensburg, Dresden und Flensburg sowie die Regionen Ostwestfalen-Lippe, Weserbergland, nördliches Sauerland und Steinfurt, aber auch private Einrichtungen wie Autoservice Frank Demmler oder DSV Road GmbH. Um neben Kohlendioxid- und Lärmemissionen auch die Feinstaubbelastung in den Städten zu reduzieren, werden im Rahmen des Förderprogramms nicht nur Elektroautos, sondern auch der Einsatz elektrischer Nutzfahrzeuge wie in den Projekten der TEDI Logistik sowie der Unternehmen Henkel, Elektro Obernauer und Transgourmet demonstriert. Im Rahmen der Förderprojekte der Städte Freiburg im Breisgau und Detmold besteht für die Mitarbeiter der öffentlichen Hand zudem die Möglichkeit, die Elektrofahrzeuge des kommunalen Fuhrparks im Rahmen von Carsharingmodellen auch privat zu nutzen. Dadurch können die Mitarbeiter sowohl im geschäftlichen als auch privaten Alltag Erfahrungen mit E-Fahrzeugen sammeln und ihre Emissionsbilanz verbessern. Darüber hinaus werden die Gesamtkosten gesenkt, weil die Fahrzeuge besser genutzt werden.

Städtischen Transportunternehmen, die lokal und regional den öffentlichen Personennahverkehr mit Bussen sicherstellen, wird es im Rahmen des Förderprojekts ermöglicht, batterieelektrische Busse anzuschaffen und im Linienbetrieb zu erproben. Ein Augenmerk liegt vor allem auf den Erfahrungen, die im Einsatz auf topografisch anspruchsvollen Linien gewonnen werden. So planen Städte wie Bad Neustadt an der Saale, Bonn oder die Inseln Borkum und Sylt, Dieselbusse durch rein batterieelektrische Busse zu ersetzen. Auch in Trier kommen im Rahmen eines Förderprojekts drei batterieelektrische Busse zum Einsatz.

Die in vielen Projekten eingebundenen regionalen Energieversorger, Netzbetreiber und Stadtwerke wollen in Folge des Aufbaus von Ladeinfrastruktur vor allem erneuerbaren Strom nutzen sowie die Auswirkungen der Ladevorgänge auf das regionale Stromnetz untersuchen. Das steht beispielsweise in den Projekten des Westfalen Weser Netzes oder der Stadtwerke Trier im Vordergrund.

Nicht zuletzt sollen im Rahmen von Machbarkeitsstudien, wie sie in Dresden und Ingelheim geplant sind, die Anschaffung und der Betrieb von E-Fahrzeugen sowie der dazugehörige Aufbau einer entsprechenden Ladeinfrastruktur wissenschaftlich begleitet und analysiert werden.

THEMENFELDER DER WISSENSCHAFTLICHEN BEGLEITFORSCHUNG



AG PKW & NFZ

Ziel der AG Pkw & Nfz ist die Bewertung des technologischen Status momentan verfügbarer Elektrofahrzeuge, deren potenzieller technologischer Weiterentwicklung sowie die Bestimmung der mit E-Mobilität verbundenen Umweltwirkungen. Die regelmäßigen Treffen der Arbeitsgruppe dienen dabei dem Erfahrungs- und Informationsaustausch zwischen den Projekten der Modellregionen Elektromobilität. Die einzelnen Projekte erhalten so u.a. die Möglichkeit, ihre Arbeitsergebnisse vorzustellen und von den Erfahrungen der anderen Teilnehmer zu profitieren. Zudem werden die von den Projekten bereitgestellten und durch die Begleitforschung erhobenen Nutzungsdaten in ihrer Gesamtheit analysiert und die Praxistauglichkeit und Leistungsfähigkeit der Fahrzeuge im realen Einsatz evaluiert. Zweiter Schwerpunkt ist dabei auch die Bewertung der Umweltwirkungen der E-Mobilität in spezifischen Nutzungsprofilen (Privatwagen, Carsharing, Firmenflotte etc.). Durch den Arbeitskreis Ökobilanz können dabei die Vorgehensweisen der Teilprojekte methodisch harmonisiert werden.

Im Bereich der Datenerfassung der Nutzungsdaten wurden große Fortschritte erzielt. Diese umfassen sowohl die Entwicklung von methodischen Vorgehensweisen als auch das Vorantreiben von technischen Lösungen. Es wurde ein umfangreicher Datenbestand aufgebaut, der mit knapp 740 Fahrzeugen sowohl reine BEV als auch PHEV umfasst und zahlreiche Fahrzeugsegmente und Einsatzkontexte abdeckt. Auf dieser Basis wurden Kernaspekte wie z.B. die Fahrleistung und der Energieverbrauch näher betrachtet. Durch die gleichzeitige Erhebung von Ladedaten konnte der Einsatz von Elektromobilität noch weiter evaluiert und beispielsweise die wichtige Größe der Ladeverluste weiter untersucht werden.

Durch die Verknüpfung der Nutzungsdaten zu entwickelten generischen Ökobilanzmodellen wurden die Umweltprofile realer Nutzungskonzepte der Elektromobilität evaluiert. Auch eine Einordnung der Umweltwirkungen im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen erfolgte sowie die Abbildung von möglichen Zukunfts- und Markthochlaufszszenarien aus ökologischer Perspektive. Dabei standen besonders die Schlüsselfaktoren wie die Energiebereitstellung, die sinnvollerweise aus erneuerbaren Energien erfolgte, ebenso die Batteriekapazität der Fahrzeuge im Mittelpunkt. Letzteres hat durch die verwendeten Hightechmaterialien erheblichen Anteil an den Umweltprofilen der E-Fahrzeuge und sollte daher dem spezifischen Einsatz entsprechend ausgewählt werden.

Publikationsliste

➤ BMVI Fachkonferenz 2015: Graf, R. Fahrzeugbewertung nach Einsatzmuster – Nutzung und Ökobilanz (Präsentation). Offenbach am Main, 2015.

➤ Graf R., et al.: Bewertung der Praxistauglichkeit und Umweltwirkungen von Elektrofahrzeugen – Zwischenbericht. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hrsg.). Berlin, 2015.

➤ Symposium Elektromobilität 2015: Eckert. Einsatz von Elektrofahrzeugen in der Praxis – Nutzungsanalyse und ökologische Bewertung nach Fahrzeugtyp und Einsatzkontext (Präsentation). Esslingen, 2015.

➤ LCA XV: Graf, R. Beyond the Lab – Environmental Performance of Electromobility (Präsentation). Vancouver, 2015.

Ansprechpartner

➤ Dipl.-Ing. Roberta Graf, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung

➤ Dr. Stefan Eckert, thinkstep AG





Hybrid- und Elektroantriebe reduzieren die Emissionen der Bodenverkehrsdienste am Flughafen Frankfurt/Main.



THEMENFELD SICHERHEIT (FOKUS: BATTERIESICHERHEIT)

Die Sicherheit von Batterien in Elektrofahrzeugen (Pkw) ist eine notwendige Voraussetzung für den Erfolg der Elektromobilität. Hierbei ist der gesamte Lebenszyklus der Batterie zu betrachten, von der Herstellung über die Nutzung bis zum Recycling. Auch Themen wie Lagerung, Transport, Service und Unfälle müssen mit einbezogen werden. In vielen Bereichen gibt es bereits solide sicherheitsrelevante Aktivitäten, in anderen Gebieten jedoch teilweise Nachholbedarf, wie z. B. beim Transport, Lagern und Verwerten von Batterien oder beim Bergen von verunfallten Elektrofahrzeugen.

Ziel des Projekts war es in einem ersten Schritt, die potenziellen Risiken von Batterien in Elektrofahrzeugen zu identifizieren und zu bewerten. Dabei wurde geprüft, ob bereits vorhandene Vorschriften ausreichen, um die Sicherheit der Batterie in allen Lebenszyklen zu gewährleisten. Unter Einbeziehung von ausgewiesenen Experten wurden die folgenden Bereiche im Lebenszyklus der Batterie betrachtet: Material und Zelle, Batterie und Batterie im Fahrzeug, Lagerung und Transport, Nutzung, Verwertung. Übergeordnet dazu wurde als weiteres wichtiges Thema die Schadensbekämpfung analysiert. Rahmengebend waren die internationale Zusammenarbeit und der Austausch mit internationalen Experten. Aus der Sichtung vorhandener Dokumente und Vorschriften entstand eine umfangreiche Datenbank, die am Ende des Projekts öffentlich zugänglich gemacht wird.

In einem zweiten Schritt wurden für die Bereiche, für die vorhandene Maßnahmen als nicht ausreichend eingeschätzt wurden, Handlungsempfehlungen erarbeitet. Diese Handlungsempfehlungen sollen dazu beitragen, die Sicherheit der Batterien in Elektrofahrzeugen weiter zu erhöhen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Elektrofahrzeuge sicher sind. Diese Studie zeigt Handlungsempfehlungen auf, um ein bestehendes Restrisiko überwiegend in den Rahmenbedingungen weiter zu reduzieren. Die Entwicklung der Lithium-Ionen-Batterien schreitet ständig fort. Daher steht die Sicherheit auch zukünftig permanent im Fokus der neuen Entwicklungen und ist nach dem Abschluss dieser Studie weiterhin zu gewährleisten.

Die Ergebnisse der Studie sollen eine umfassende Informationsgrundlage für alle Akteure im Bereich der Elektromobilität schaffen. Das Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien (KLiB) engagierte sich gemeinsam mit Vertretern von Ministerien, Industrieunternehmen und relevanten Organisationen (VDA, ZVEI) über den Projektbeirat bei der Steuerung des Projekts.

Ansprechpartner:

➤ **Dr. Alexander Kabza, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)**



THEMENFELD FLOTTENMANAGEMENT

Zusammensetzung der Teilnehmer:

Das Themenfeldnetzwerk umfasst mehr als 200 Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und der öffentlichen Hand. An Themenfeldtreffen und Workshop nahmen jeweils rund 30 unterschiedliche Akteure teil.

Inhaltlicher Fokus/Fragestellungen:

Im Jahr 2015 befasste sich die Begleitforschung im Themenfeld Flottenmanagement mit Fragestellungen rund um (E-)Carsharing. Der Fokus lag dabei auf folgenden Themen:

- Welche Potenziale bietet die Verbindung von Carsharing und Elektromobilität im Hinblick auf eine nachhaltige Mobilität unter verschiedenen Rahmenbedingungen?
- Welche etablierten und welche neuen Formen von (E-)Carsharing-Angeboten gibt es? Nach welchen Kriterien lassen sich diese Angebote charakterisieren?
- Wie müssen (E-)Carsharing-Systeme unter verschiedenen Rahmenbedingungen (z.B. unter unterschiedlichen räumlichen Kontexten) gestaltet sein?
- Welche Erfolgsfaktoren und welche möglichen Hemmnisse beeinflussen den Erfolg eines (E-)Carsharing-Angebots? Welche dieser Erfolgsfaktoren und möglichen Hemmnisse lassen sich anbieterseitig unmittelbar beeinflussen, und welche sind als externe Rahmenbedingungen weitgehend gegeben? Welche Kriterien definieren die Wirtschaftlichkeit von (E-)Carsharing-Angeboten?

Themen/Projekte/Inhalte 2015:

Aus der Abstimmung mit den Projektleitstellen, wissenschaftlichen Begleitforschungsinstituten und dem BMVI wurden die inhaltlichen Schwerpunkte der Begleitforschung abgeleitet. Ein Themenfeldtreffen bildete den Rahmen zum Erfahrungsaustausch und zur Netzwerkbildung von Akteuren aus Wissenschaft und Praxis. Zudem wurden in einem Workshop Potenziale für E-Carsharing ermittelt und eine Systematik zur Charakterisierung von

Carsharing-Angeboten weiterentwickelt. Eine breit angelegte Recherche zu bestehenden (E-)Carsharing-Angeboten ermöglichte die Erstellung einer umfangreichen Datensammlung, auf deren Grundlage verschiedene Auswertungen des Status quo des (E-)Carsharing in Deutschland vorgenommen werden konnten. Daneben wurden 16 Tiefeninterviews mit (E-)Carsharing-Betreibern sowie mit sechs Vertretern verschiedener Kommunen durchgeführt. Darin wurden die Herausforderungen sowie die angewandten Lösungsansätze bei der Einführung und dem Betrieb von Elektrofahrzeugen im Rahmen von Carsharing-Angeboten im Detail betrachtet. Die Ergebnisse der Begleitforschung im Themenfeld Flottenmanagement werden praxisnah in Form einer Broschüre »Elektromobilität im Carsharing – Status quo, Potenziale, Erfolgsfaktoren« aufbereitet. Der Leitfaden wendet sich an alle Stakeholder von Carsharing-Angeboten und bietet detaillierte Informationen zum (E-)Carsharing in Deutschland sowie Hilfestellung bei den wesentlichen Fragen zur Integration von Elektrofahrzeugen in Carsharing-Flotten. Insbesondere sollen mit dem Thema nachhaltiger (Elektro-)Mobilität betraute Akteure in der Verwaltung angesprochen werden sowie Akteure in Organisationen oder Institutionen, die ihr Mobilitätsmanagement neu aufstellen möchten und dabei die Nutzung von (E-)Carsharing planen.

Publikationen:

- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): Elektromobilität in Flotten – Handlungsleitfaden, 2015
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): Elektromobilität im Carsharing – Status quo, Potenziale, Erfolgsfaktoren, 2016

Ansprechpartner beim Begleitforschungsinstitut:

- Gerhard Parzinger
Fachhochschule Erfurt





THEMENFELD NUTZERPERSPEKTIVE

Zum Abschluss der Arbeit des Themenfelds »Nutzerperspektive« wurden zwei Broschüren erstellt. Diese stellen vor allem die Ergebnisse der Befragung von 2.304 Nutzerinnen und Nutzern von Elektrofahrzeugen dar. Die bereits erschienene Broschüre zu Elektromobilität in Haushalten und Flotten kommt zu dem Ergebnis, dass für private Nutzer mögliche Einschränkungen der individuellen Unabhängigkeit bei der Autonutzung für die Akzeptanz eine große Rolle spielen, diese mit Blick auf Elektrofahrzeuge aber unterschiedlich bewertet

werden. Für die Akzeptanz gewerblicher Nutzer sind Sicherheit und Zuverlässigkeit der Fahrzeuge von großer Bedeutung. Bei Fahrten, die die Reichweite der Elektrofahrzeuge übersteigen, stehen in gewerblichen Flotten meist konventionelle Ersatzfahrzeuge zur Verfügung, was den kurzfristigen Einsatz von Elektrofahrzeugen erleichtert. Die Ergebnisse für Sharing-Konzepte weisen darauf hin, dass bisher vor allem jüngere Männer mit vergleichsweise geringer Pkw-Affinität die Angebote nutzen.

Publikationen:

➤ BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Hrsg. (2015): Elektromobile Sharing-Angebote: Wer nutzt sie und wie werden sie bewertet?

➤ BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Hrsg. (2015): Elektromobilität in Haushalten und Flotten: Was beeinflusst die Kauf- und Nutzungsbereitschaft?

Ansprechpartnerin:

➤ Dr. Elisabeth Dütschke, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI





THEMENFELD INNOVATIVE ANTRIEBE UND FAHRZEUGE

Bei einer wachsenden Zahl von deutschen Verkehrsunternehmen werden Busse mit umwelt- und klimaschonenden Antrieben in der Praxis erprobt. Um den Erfahrungsaustausch und eine abgestimmte Bewertung der eingesetzten Antriebstechnologien zu ermöglichen, wurde von den Bundesministerien für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) und für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) die Arbeitsgruppe (AG) »Innovative Antriebe Bus« initiiert. Teilnehmer dieser AG sind Verkehrsunternehmen, Vertreter der Industrie (Fahrzeughersteller und Zulieferer), der Verband der Deutschen Verkehrsunternehmen (VDV), Forschungsinstitutionen und Beratungsunternehmen sowie Vertreter der Ministerien. Gemeinsam werden die bisherigen Erfahrungen aus der Praxis und die jeweiligen Konzepte hinsichtlich ihrer technischen Reife und Praxistauglichkeit sowie ihrer erreichbaren Umwelt- und Klimaschutzvorteile bewertet.

Grundsätzlich technologieoffen, liegt der Schwerpunkt der AG auf der Bewertung von Dieselhybrid-, Plug-in-Hybrid und batterieelektrischen Antrieben einschließlich der dazugehörigen Speicher- und Ladetechnologien. Die intensivere Betrachtung weiterer alternativer Antriebe wie z.B. Brennstoffzellen- und Oberleitungsbusse ist für die Fortsetzung vorgesehen.

Der Begleitforschung steht eine Datenbasis von aktuell 22 Millionen Kilometern von 154 Hybrid- und 49 Dieselnbussen zur Verfügung (Daten seit Januar 2013). Mit einer Laufleistung von 210.000 Kilometern ist der Erfahrungsstand bei den 16 batterieelektrischen Bussen gegenwärtig noch begrenzt. Mit der steigenden Zahl an batterieelektrischen Bussen und der fortschreitenden Dauer der Erprobung werden die Voraussetzungen für eine weitergehende Evaluation geschaffen beziehungsweise kontinuierlich verbessert.

Die Verfügbarkeit aller Dieselhybridbustypen hat sich im vergangenen Jahr weiter verbessert und beträgt abhängig von der betrachteten Antriebstechnologie

bis zu 92 %, bei einer mittleren Verfügbarkeit von 83 % über alle Hybridbusse. Die Batteriebusse liegen mit einer Verfügbarkeit von ca. 75 % noch etwas tiefer, zeigen aber bereits für einzelne Fahrzeuge Verfügbarkeiten von deutlich über 80 %.

Die Kraftstoffeinsparungen der Dieselhybridbusse gegenüber vergleichbaren konventionellen Dieselnbussen hängen vom Hybridbustyp und der Routencharakteristik, auf der die Hybridbusse eingesetzt werden, ab. Als wesentliche Einflussgröße ist vor allem die Topografie zu nennen. So zeigen beispielsweise die Hybridsolobusse, dass Kraftstoffstoffsparungen von 20 % und mehr erzielbar sind. Verbesserungspotenziale bestehen nicht nur im Antriebsstrang, sondern auch bei Nebenverbrauchern wie z.B. der Fahrgastraumheizung bei den seriellen Gelenkhybridbussen.

So ist es gerade der Energiebedarf der Fahrgastraumheizung, der wesentlich den Energieverbrauch der batterieelektrischen Bussen bestimmt. Dieser kann in den Wintermonaten vergleichbar mit dem Energiebedarf für den Fahrantrieb sein. Im Falle einer elektrischen Heizung wird damit die Reichweite entsprechend verringert beziehungsweise werden die Ladezeiten erhöht. Diese Abhängigkeit sowie den Einfluss z.B. der Topografie auf den Energieverbrauch gilt es, auf Basis einer breiteren Datenbasis noch näher zu untersuchen.

Die ökologischen Vorteile der innovativen Antriebe zeigen sich z.B. anhand der vermiedenen Treibhausgasemissionen, die sich aus der eingesparten Kraftstoffmenge ergeben: Seit Anfang 2013 wurden von den in der AG Bus betrachteten Bussen ca. 3.000 Tonnen Kohlendioxidäquivalente (beziehungsweise eine Million Liter Dieselnkraftstoff) eingespart. Bei den Batteriebusen veranschaulichen erste beispielhafte Analysen die starke Abhängigkeit der erzielbaren Einsparpotenziale vom Energieverbrauch und der Treibhausgasintensität des verwendeten Stroms. Bei Verwendung von Strom aus erneuerbaren Energien zeichnet sich ein Redukti-

onspotenzial von 80 % und mehr gegenüber Dieselbussen ab. Auch lokale Schadstoff- und Lärmemissionen werden durch Busse mit innovativen Antrieben reduziert. Während batterieelektrische Busse grundsätzlich lokal emissionsfrei und geräuscharm fahren, können Hybridbusse, abhängig vom Antriebskonzept, ebenfalls Teilstrecken rein elektrisch fahren und damit einen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität und zur Senkung der verkehrsbedingten Lärmemissionen leisten. So ist bei einzelnen Hybridbustypen der Motor während mehr als der Hälfte der Betriebszeit aus. Schadstoffemissionen werden bei den Hybridbussen gegenüber konventionellen Dieselbussen ebenfalls nochmals deutlich reduziert. Sowohl bei Euro-V- als auch bei Euro-IV-Fahrzeugen weist der Hybrid bei Stickstoffoxidemissionen eine Reduktion von 40 bis 92 % auf. Messungen der rein elektrischen Haltestellenabfahrt von Hybridbussen belegen eine Verringerung der Lärmemissionen um bis zu zwei Drittel gegenüber einem konventionellen Dieselbus.

Aus ökonomischen Gesichtspunkten führt der Einsatz innovativer Technologie nach wie vor zu Mehrkosten. Am Beispiel der Dieselhybridbusse wurden die konkreten Mehrkosten ermittelt. Eine Berücksichtigung der Umweltkosten reduziert zwar die Mehrkosten, kann die Wirtschaftlichkeitslücke aber nicht vollständig schließen, zumal die vermiedenen Umweltkosten bisher nicht, beispielsweise von der öffentlichen Hand, kompensiert werden.

Für die Fortführung der AG Bus und der Bewertung alternativer Antriebe im Stadtbus sind bereits weitere zu betrachtende Fragestellungen identifiziert worden. So sind das z.B. bei den batterieelektrischen Bussen u.a. konzeptionelle Fragen zur Energieversorgung auf der Strecke beziehungsweise dem Betriebshof, der Übertragbarkeit der Erfahrungen von einzelnen Pilotlinien auf Linienbündel oder das Gesamtnetz sowie die eventuellen Auswirkungen des Einsatzes von E-Bussen auf die betriebliche Produktivität und die Flexibilität. Damit

werden die Voraussetzungen für die Wahl des für die jeweiligen Linien- bzw. Netzanforderungen optimalen Konzepts und die Bemessungen der daraus resultierenden wirtschaftlichen und betrieblichen Folgen deutlich verbessert.

Ansprechpartner:

- Dr. Michael Faltenbacher, thinkstep AG
- Heinrich Klingenberg, hySOLUTIONS

G = Gelenk
S = Solo
M = Mini-/Midi-
Suffix E = Elektro
Suffix BZ = Brennstoffzelle
Suffix P = Plug-In-Hybrid

31 Projekte/34 Betreiber
179 Dieselhybridbusse
» 97 Solobusse
» 82 Gelenkbusse
25 Elektrobusse
12 BZ-Busse

FÖRDERUNG:

BMVI
BMUB
BMWi
BMBF

STAND: 27. NOVEMBER 2014

Hybridbusse in Hannover
üstra (10 G)

Emissionsfreier Nahverkehr
für Hannover
üstra (3 SE)

Hub Osnabrück
Stadtwerke Osnabrück AG (2 ME)

EMIL
Braunschweiger
Verkehrs-AG (1 SE, 4 GE)

EFBEL
Verkehrsverbund Rhein Ruhr
» Krefeld – SWK Mobil (4 G)
» Hagener Straßenbahn (2 S, 2 G)
» Dortmund – TRD Reisen (2 S)
» Bochum – Bogestra (5 G)
RVK
H₂ Busse (2 S BZ, 2 G BZ)

Hybridbusse für einen
umweltfreundlichen ÖPNV
Stadtverkehr Lübeck (5 S, 5 G)

VB Hamburg-Holstein (10 S)
eBTO
Hamburger Hochbahn (5 G)
ErPaD
Hamburger Hochbahn (5 S, 15 G)
Held
Hamburger Hochbahn (3 SP, 3 SE)
SaHyb
Jasper (24 S), SüdElbe Bus (10 S)
NaBuZ demo
Hamburger Hochbahn (4 S BZ,
2 G BZ)

RegioHybrid
» Regiobus Mittelsachsen (10 S)
» Dresden – DVB (3 S, 3 G)
» Leipzig – LVB (3 G)
» 5 weitere Betreiber (11 S)
Sax Hybrid
» Dresden – DVB (10 G)
» Leipzig – LVB (10 G)
Sax Hybrid Plus
FhG IVI (1 PG)
SEB-Edda-Bus
FhG IVI (1 SE)
Linie 79
Dresden – DVB (1 SE)
Pilotlinie 64
Dresden – DVB (1 G)
eBus Batterfly
Leipzig – LVB (2 SE)
eBus Skorpion
Leipzig – LVB

Hybridbuserprobung
Münchener Verkehrsgesellschaft
(MVG) (1 S, 2 G)

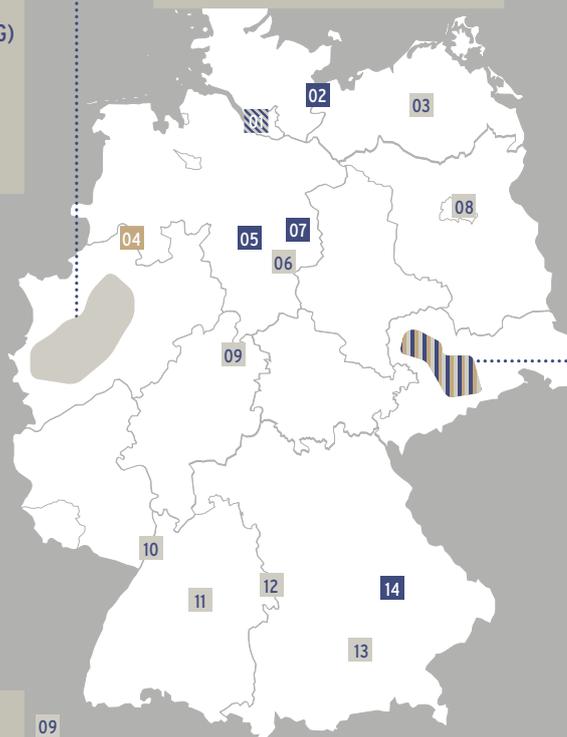
Inmod
Mecklenburg-Vorpommern
GBB/Nahbus (1 ME), BBW (1 S),
AVG (1 S)

Hybridbus Wolfsburg
Wolfsburger Verkehrsgesellschaft
(3 S)

E-bus Berlin
BVG (4 SE)

Hybridbusse für Ingolstadt
Stadtbus Ingolstadt (3 S)

Elvo Drive
Voith AG (1 S)



Free
Kassel – Regionalmanagement
Nordhessen (1 ME)

Primove Mannheim
Mannheim – RNV GmbH (2 SE)

Hyline S
Stuttgart – SSB (5 G + 5 GP)
S presso
Stuttgart – SSB (4 S BZ)

13

03

07

08

14

12



DB



In Kooperation mit
Alcatel-Lucent HaCon
inno RU Schneider Electric

Zukunftsbahnhof
Berlin Südkreuz





V / 01

**» NO LIMITS: NEUE ÖKONOMISCHE ENTWICKLUNGEN VON MODELLEN
FÜR INNOVATIVE INTELLIGENTE VERKEHRSSYSTEME «**

Wesentliche Zielsetzung von No LimITS ist es, die Situation im Bereich der Elektromobilität durch den Einsatz von Kommunikationstechnologien positiv zu verändern. Damit soll ein wichtiger Beitrag geleistet werden, die energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung im Rahmen der Energiewende zu adressieren. Technisch steht die Entwicklung eines intelligenten Systemverbunds im Fokus, auf dessen Basis bestehende Angebote im Mobilitätsbereich besser miteinander kombiniert werden und sich neue Geschäftsmodelle aufbauen lassen. Die Elektromobilität soll ITS-fähig gemacht werden. No LimITS nimmt eine gemeinsame Betrachtung der ökonomischen und technischen Rollen vor, um adäquate institutionelle Rollen im Elektromobilitätsumfeld zu definieren und diese Aspekte in neue

ITS-Rollenmodelle zu überführen. Die Anwendungsfälle sollen zeigen, dass durch die Bereitstellung eines technologieübergreifenden Systems und die Verknüpfung bestehender und neuer Kommunikationslösungen das Mobilitätsangebot verbessert werden kann. Mit der Verbindung von technologischen und ökonomischen Komponenten soll eine wechselseitige Optimierung der Verkehrssysteme Richtung Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit angestoßen werden. Die Idee ist, dass Infrastrukturlösungen, die sich als erfolgreich bewährt haben, von einer Region auf eine andere übertragen werden können. Die Verbreitung von Elektromobilitätsangeboten soll durch eine bessere Verzahnung mit bestehenden Mobilitätsangeboten gefördert werden.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Siemens AG	974.789	487.394
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH	382.389	344.150
Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes	762.618	762.618
Schulz – Institute for Economic Research and Consulting GmbH	147.482	117.985

FAHRZEUGE: Fahrzeuge mit Elektroantrieb: projektintern und durch Projektpartner zur Verfügung gestellt
INFRASTRUKTUR: Mobilfunk (ETSI ITS-G5), ITS-Roadsidestation, Parkplatz mit Ladeinfrastruktur, Komponenten für Serviceleistungen (z. B. Ladesäulenservice)

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2015
LAUFZEITENDE: 30. Juni 2017

» Mit der Verbindung von technologischen und ökonomischen Komponenten soll eine wechselseitige Optimierung der Verkehrssysteme Richtung Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit angestoßen werden. «

»SYNCFUEL«

Die Elektromobilität wird sich nur dann am Markt durchsetzen, wenn der Ladevorgang komfortabel und zuverlässig erfolgt, an nahezu allen Steckdosen ohne aufwendige Zusatzinstallationen geladen werden kann und benutzerfreundliche Abrechnungssysteme zur Verfügung stehen. Gleichzeitig ist die Kombination von Elektromobilität mit Strom aus regenerativen Energiequellen obligatorisch, da nur so die angestrebte Emissionssenkung im Mobilitätssektor realisiert werden kann. Ein Ladevorgang, bei dem die Einspeisung von PV-Anlagen mit einem Verbrauch an einer entfernten Steckdose synchronisiert wird, bietet die Möglichkeit, die erzeugte erneuerbare Energie im Sinne des Eigenverbrauchs zum Laden des E-Fahrzeugs zu nutzen. Die daraus potenziell resultierende Senkung der Strombezugskosten an der entfernten Steckdose stellt den Hebel zur Refinanzierung von E-Fahrzeug und Ladeinfrastruktur dar. Dies bietet einen Ansatz für Geschäftsmodelle der Elektromobilität in unterschiedlichen Bereichen. Um dies zu untersuchen, soll im Projekt u. a. ein synchronisierter mobiler Smart Meter (SyncMeter) umgesetzt und zum Einsatz gebracht werden, der das technische Vehikel darstellt, um Eigenstromentnahme synchronisiert an entfernter Steckdose erfassen zu können. Gleichzeitig soll damit eine korrekte Abrechnung realisiert werden. Im Projekt werden Anwendungsfälle betrachtet, in denen das

entfernt von der eigenen PV-Anlage ladende E-Fahrzeug (1) über eine Schuko-Steckdose, (2) an einer Wallbox, (3) über öffentliche Ladeinfrastruktur oder (4) in einer umfangreicheren verteilten Ladeinfrastruktur beispielsweise im betrieblichen Umfeld lädt. Ein Feldtest u. a. mit E-Fahrzeugen der kommunalen Flotte der Stadt Dortmund erfolgt an ausgewählten Standorten der Klinikum Westfalen GmbH in Verbindung mit kommunalen Standorten der Stadt Dortmund und ggf. privaten Haushalten. Das Anwendungsgebiet des Feldtests befindet sich so in der Modellregion Elektromobilität Rhein-Ruhr. Zur Abbildung der Fahrzeugladeschnittstelle gemäß Standardisierung wird auf die Technologie- und Prüfplattform für interoperable Elektromobilität, Infrastruktur und Netze an der TU Dortmund zurückgegriffen. Hier werden auch Smart-Home-Infrastrukturen sowie Netztopografien und -situationen abgebildet, die im Feldtest nicht vorliegen, die aber u. a. zur Ableitung übertragbarer Geschäftsmodelle analysiert werden müssen. Neben den wissenschaftlich-technischen Arbeiten im Projekt wird ein hochkarätig besetzter Stakeholderdialog mit Vertreterinnen und Vertretern aus Bundespolitik, Ministerien, Begleitorganisationen und Wirtschaft angestrebt, um tragfähige Handlungsempfehlungen zur Fortentwicklung des regulatorischen Rahmens der Elektromobilität zu generieren.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDSUMME/€:
Technische Universität Dortmund	1.154.499	1.154.499
Klinikum Westfalen GmbH	110.359	44.144
Westfälische Hochschule Gelsenkirchen	276.532	276.532
HSAG Heidelberger Services AG	397.500	198.750
Stadt Dortmund	231.714	185.371

ASSOZIIERTER PARTNER

DEW21 GmbH

FAHRZEUGE: Im Projekt wird für die Entwicklung und den Feldtest auf die Fahrzeugflotte der Stadt Dortmund zurückgegriffen.

INFRASTRUKTUR: Die für den Projektansatz benötigten Infrastrukturen (Ladestationen und Mobile-Metering-Geräte mit synchronisierter Eigenverbrauchssteuerung sowie IKT und Abrechnungssystem) werden im Forschungsprojekt konzeptioniert und im Feldtest erprobt.

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2015

LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2017

V / 03

» HEVYBAT «

Das geplante Entwicklungsvorhaben HevyBat (heavy duty battery for vehicle hybridization) beinhaltet die konkrete Zielsetzung, einen Beitrag zur Emissionsreduzierung und zur Ressourcenschonung zu leisten. Das Ziel ist die Entwicklung von kostengünstigen, elektrochemischen Energiespeichersystemen und deren Nutzung für Hybridantriebe der Verkehrsträger Schiene, Straße und Binnenschiff.

Schwerpunkt des Vorhabens ist die Entwicklung eines neuartigen elektrochemischen Speichers für die Hybridisierung hin zu brennstoffzellenelektrischen Antrieben mit Wasserstoff und rein batterieelektrischen Antriebstechnologien für den Schwerlastverkehr. Die Entwicklung der Kernkomponente Batterie auf Basis neuartiger LTO-Technologie erfolgt bis zum Test- und Funktionsmuster mit anschließendem Transfer der Entwicklungsergebnisse zur Evaluierung im Hinblick auf die Praxistauglichkeit der Elektromobilität in Referenzprojekten wie RiverCell2 und Ecotrain. Ziel ist es, die Ausweitung der E-Fahrzeugflotten im Bereich des Schwerlast- und Güterverkehrs mit Fokus batterieelektrischer Mobilität (inklusive Hybridanwendungen) zu erreichen.

Ein Schwerpunkt des Projekts ist die Materialauswahl für den elektrochemischen Speicher. Wie bereits beschrieben, soll dieser anodisch, titanatbasiert sein, was mit den vielen Vorteilen einer Nichtausbildung einer Solid-Electrolyte-Interphase begründet wird. Durch Kombination verschiedener Titanatanoden mit unterschiedlichen Kathodenmaterialien und Elektrolyten soll innerhalb des Projekts eine der Heavy-duty-Applikation angepasste Zelllösung gefunden werden. Dazu soll eine Studie durchgeführt und deren Ergebnis mit den besten Varianten von Modellzellen gebaut und getestet werden. Das sich daraus ergebene Know-how soll bei der Selektion von am Markt vorhandener Titanatzellen angewendet werden. Darüber hinaus soll die von HOPPECKE entwickelte Zellchemie durch eine Auftragsfertigung von Prototypenzellen mit höherer Kapazität von fünf bis 20 Amperestunden verifiziert werden.

Die im Rahmen des Projekts gewonnenen Ergebnisse im Bereich der Zellchemieentwicklung sollen in neuartige Laborzellen einfließen und validiert werden. Durch eine zukünftige Auftragsfertigung durch einen selektierten Zellproduzenten soll die Verfügbarkeit von diesen weiterentwickelten Zellen sichergestellt werden.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
HOPPECKE Advanced Battery Technology GmbH	4.267.933	1.740.463

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2015
LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2017

» Ziel ist es, die Ausweitung der E-Fahrzeugflotten im Bereich des Schwerlast- und Güterverkehrs mit Fokus auf batterieelektrischer Mobilität (inklusive Hybridanwendungen) zu erreichen. «

»PRIMOVE MANNHEIM«



Mannheim interpretiert Elektromobilität im öffentlichen Personennahverkehr neu: Im Zuge des Forschungsprojekts PRIMOVE werden Elektrobusse während des Fahrgastwechsels im Bereich regulärer Haltestellen nachgeladen und somit für den alltäglichen Fahrbetrieb auch über lange Relationen einsatztauglich. In enger Abstimmung zwischen dem kommunalen Verkehrsunternehmen Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (RNV), der Stadt Mannheim, Bombardier Transportation GmbH sowie dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wurde der Einsatz zweier induktiv geladener Elektrobusse über einen Zeitraum von zwölf Monaten auf den regulären Umläufen der RNV-Buslinie 63 sowie eines Elektro-Servicefahrzeugs im Verkehrsgebiet

der RNV GmbH geplant. Ziel des Projekts ist der Nachweis der Praktikabilität eines Technologietransfers im Interesse der weiteren Optimierung eines emissionsarmen öffentlichen Verkehrs. Dabei steht auch die Ermittlung von Kostensenkungspotenzialen in Abhängigkeit der ermittelten Rahmenbedingungen für einen zuverlässigen Alltagsbetrieb im Fokus. Die im Rahmen des Projekts PRIMOVE Mannheim attestierten Erfahrungen hinsichtlich Technik, öffentlicher Resonanz und Wirtschaftlichkeit werden dazu dienen, den Einsatz der PRIMOVE Technologie künftig für das gesamte Verkehrsgebiet der RNV vorzubereiten und zur Anwendung zu bringen.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Rhein-Neckar-Verkehr GmbH*	4.601.089	2.254.533
Stadt Mannheim	101.025	50.512
Bombardier Transportation GmbH	1.554.120	699.354
Karlsruher Institut für Technologie* (KIT)	361.210	361.210
FAHRZEUGE: Zwei vollelektrische 12-Meter-Busse; ein Elektro-Lieferfahrzeug		LAUFZEITBEGINN: 01. Oktober 2012
INFRASTRUKTUR: Induktionsladung mittels PRIMOVE Technologie		LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2015/* 30. Juni 2016

»Ziel des Projekts ist der Nachweis der Praktikabilität eines Technologietransfers im Interesse der weiteren Optimierung eines emissionsarmen öffentlichen Verkehrs.«

V / 05

» SOZIALWISSENSCHAFTLICHE UND ÖKOLOGISCHE BEGLEITFORSCHUNG IN
DER MODELLREGION ELEKTROMOBILITÄT RHEIN-MAIN (SÖB) «



Die Ergebnisse der SÖB machen deutlich, dass im Bereich der E-Mobilität bereits einige Erfolge erzielt werden konnten, aber auch noch vielfältige Herausforderungen auf dem Weg zur Etablierung liegen. Es können bereits heute sinnvolle Einsatzfelder und Zielgruppen identifiziert werden. Unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Perspektiven bieten insbesondere Sharing-Systeme und Flotten große Potenziale für den Einsatz von Elektrofahrzeugen und die Sichtbarmachung dieser in der Bevölkerung. Wichtig für eine nachhaltige Einführung und den problemlosen Betrieb von elektromobilen Flotten sind jedoch zielführende Betreiber- und Nutzungsmodelle.

Verschiedene Befragungen, Fokusgruppen, Workshops und Interviews zeigten, dass aus Nutzerperspektive E-Mobilität bei vielen schon in der Wahrnehmung angekommen ist und überwiegend positiv bewertet wird, vor allem von

denjenigen, die schon ein elektrisch angetriebenes oder unterstütztes Verkehrsmittel ausprobiert haben. Um weiterhin bestehende Vorurteile (z. B. Reichweite, Anschaffungspreise, öffentliche Ladeinfrastruktur) abzubauen, können Kommunen Anreize schaffen und durch die Aufnahme der E-Mobilität in Handlungsstrategien und Regelwerke frühzeitig die Weichen für eine nachhaltigere Mobilität stellen.

Deutlich wurde jedoch auch, dass E-Mobilität nur unter bestimmten Vorzeichen als umweltfreundliche Verkehrsalternative angesehen werden kann. Entscheidend bei der ökologischen Betrachtung sind die Umweltfaktoren im gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge. Zudem sollte nicht nur das Elektroauto Betrachtung finden, denn gerade Elektrofahrräder und andere Fahrzeugtypen bergen große ökologische und ökonomische Chancen.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Frankfurt University of Applied Sciences	431.697	431.697
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main	450.434	450.434
e-hoch-3 GbR	213.010	170.408

LAUFZEITBEGINN: 01. Mai 2012

LAUFZEITENDE: 31. Juli 2015

» Unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Perspektiven bieten insbesondere Sharing-Systeme und Flotten große Potenziale für den Einsatz von Elektrofahrzeugen und der Sichtbarmachung dieser in der Bevölkerung. «

» AMPERE: ALLGEMEINER PRAXISTEST FÜR ELEKTROFAHRZEUGE MIT VERLÄNGERTER REICHWEITE



Elektromobilität ist auf dem Vormarsch in städtischen Mobilitätskonzepten. Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojekts der Adam Opel AG, der Vattenfall Europe Innovation GmbH und des Fachgebiets Fahrerverhaltensbeobachtung für energetische Optimierung und Unfallvermeidung der Technischen Universität Berlin wurden 1.721 Fahrer von Elektrofahrzeugen mit verlängerter Reichweite befragt und 56 Fahrzeuge messtechnisch erfasst.

Der eingesetzte Opel Ampera bietet hierfür die perfekten Voraussetzungen. Er hat eine elektrische Reichweite von 40 bis 80 Kilometern und kann für längere Fahrstrecken den an Bord befindlichen Verbrennungsmotor als Generator einsetzen.

Das Projekt Ampere ist das erste Projekt, das Daten von Fahrzeugen mit Range Extender privater Kunden erfasst. Vorangegangene Studien basierten vorwiegend auf Daten von Probanden, die die Fahrzeuge für einen begrenzten Zeitraum zur Verfügung gestellt bekamen.

Der Schwerpunkt dieses Projekts lag darauf, das Fahrverhalten realer Kunden über einen längeren Zeitraum zu be-

obachten und zu verstehen. Es wurden die Unterschiede zwischen Kundeneinschätzung und real gemessener Fahrdaten erarbeitet.

In diesem Zusammenhang wurden über einen Zeitraum von zwölf Monaten mehr als 62.000 Einzelfahrten erfasst. Dies entspricht einer Gesamtstrecke von über 700.000 Kilometern.

Durch die eigens für das Projekt entwickelte Messtechnik konnte eine überregionale Aufzeichnung von Messdaten realisiert werden, sodass Probanden aus ganz Deutschland, aber auch aus Österreich und der Schweiz teilnehmen konnten.

Das Projekt war auf eine Dauer von drei Jahren ausgelegt und startete am 01. Januar 2013. Aufgrund der immensen Datenmenge und der daraus entstehenden Möglichkeiten der Datenauswertung und -verknüpfung wurde das Projekt für die Technische Universität Berlin noch einmal um neun Monate verlängert.

Projekt-Homepage: www.projekt-ampere.de

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Adam Opel AG	521.400	260.700
Vattenfall Europe Innovation GmbH	65.695	32.848
Technische Universität Berlin*	405.559	405.559
FAHRZEUGE: Opel Ampera	LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2013	LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2015/* 30. September 2016

» Das Projekt Ampere ist das erste Projekt, das Daten von Fahrzeugen mit Range Extender privater Kunden erfasst. «



◆ SUMITOMO

0.6/1kV



0.671kV



CHAdeMO
BB-4629-0



CCS
10-PIN-2

V / 07

» ELMO: ELEKTROMOBILE URBANE WIRTSCHAFTSVERKEHRE «



Das Projekt ELMO – Elektromobile Urbane Wirtschaftsverkehre gehört zu den ersten Vorhaben, die Elektromobilität im stadtnahen Wirtschaftsverkehr erforschten. Im Fokus standen u. a. Zuverlässigkeit und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit von E-Nutzfahrzeugen. In Feldtests wurden Daten über mehr als 150.000 Kilometern Fahrstrecke, 100.000 Kilowattstunden Fahrstrom und 13.000 Fahrstunden gesammelt und ausgewertet. Einige der wesentlichen Erkenntnisse:

➤ Ein erstes Haupthemmnis für elektromobile Güterverkehre ist die mangelnde Verfügbarkeit geeigneter E-Lkw. Speziell ab 7,5 Tonnen sind diese nicht als Serienmodelle verfügbar, vereinzelt bieten mittelständische Fahrzeugbauer E-Lkw als umgebaute Dieselfahrzeuge an, die ein Vielfaches teurer sind als die Ursprungsfahrzeuge.

➤ Als zweites Haupthemmnis gilt das Fehlen eines deutschlandweiten Servicenetzes, sodass Reparaturen längere Ausfälle verursachen.

➤ In der gewerblichen Anwendung sind Aufbau und Betrieb der Ladeinfrastruktur oder Akzeptanz durch die Fahrer keine wesentlichen Hindernisse der Elektromobilität.

➤ Sinnvoll eingesetzt können E-Lkw gegenüber Dieselfahrzeugen 60 bis 65 % der Kraftstoffkosten sparen.

➤ Wirtschaftlich sinnvolle Einsätze von E-Lkw existieren aktuell nur in Nischenbereichen.

➤ Aufgrund der lokalen Emissionsfreiheit und Laufruhe könnten E-Lkw im Bereich leiser und nachhaltiger Logistik wirtschaftlich sein. Dafür fehlen aber rechtliche Rahmenbedingungen wie beispielsweise ein Zertifikat »Leise Logistik« ähnlich PIEK (Niederlande).

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik	396.261	356.635
Busch Jaeger Elektro GmbH	105.497	52.749
CWS-boco Deutschland GmbH	765.953	382.977
TEDi Logistik GmbH & Co. KG	758.359	379.180
United Parcel Service Deutschland Inc. & Co. OHG	519.917	259.959
Wirtschaftsförderung Dortmund	92.588	46.294
FAHRZEUGE: 30 Fahrzeuge beschafft/15 Fahrzeuge in Betrieb INFRASTRUKTUR: 1 x Wallbox, 6 x Schuko	LAUFZEITBEGINN: 01. September 2011 LAUFZEITENDE: 30. Juni 2015	

» Aufgrund der lokalen Emissionsfreiheit und Laufruhe könnten E-Lkw im Bereich leiser und nachhaltiger Logistik wirtschaftlich sein. «



E-Fahrzeug von CWS-boco im Einsatz

» COLOGNE-MOBIL II: ELEKTROMOBILITÄTSLÖSUNGEN FÜR NRW «



»Von der Landebahn bis zum Kölner Dom intermodal-elektrisch mobil!«

So lautet die Vision von cologneE-mobil. 13 Partner betrachteten das Thema ganzheitlich und untersuchten die Alltagstauglichkeit von Elektromobilität im Großraum Köln. Neben dem Einsatz von fünf verschiedenen Fahrzeugmodellen in unterschiedlichen Gebieten – vom gewerblichen Einsatz über Carsharing bis hin zum Taxibetrieb – wurden alle Aspekte beleuchtet, die für das System »Elektromobilität« in einem Ballungsraum von Relevanz sind. Hierzu zählten u. a. die Optimierung der Ladeinfrastruktur, eine Analyse des Kunden- und Nutzerverhaltens oder unterschiedlicher (Elektro-)Mobilitäts- und intermodaler Konzepte sowie die Untersuchung von Speicherung erneuerbarer Energie mittels Solar-Carports und deren Nutzung in Elektrofahrzeugen.

Dreh- und Angelpunkt ist die 56 Fahrzeuge umfassende Projektflotte, mit der z. B. die Wirtschaftlichkeit, die Geräuschentwicklung, Umweltauswirkungen sowie eine Großzahl technischer Aspekte analysiert wurden. Geladen wurden die Fahrzeuge mit Strom aus 100 % erneuerbaren Energien an den insgesamt 120 errichteten Ladesäulen oder den drei Solar-Carports.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Untersuchung des Nutzerverhaltens von rein batterieelektrischen gegenüber Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen. Dies erfolgte sowohl über eine Analyse der aufgenommenen Fahrzeugdaten als auch durch Nutzerbefragungen. Anhand von neu entwickelten IT-Systemen wurden Nutzern Informationen an die Hand gegeben, um intermodale Wegeketten zu optimieren oder neue Einsatzmöglichkeiten von Elektrofahrzeugen aufzuzeigen.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
RheinEnergie AG	4.824.069	2.412.034
Ford-Werke GmbH	4.039.038	2.019.519
Universität Duisburg-Essen	1.563.848	1.563.848
Flughafen Köln/Bonn Gesellschaft mbH	363.018	181.509
DB Rent GmbH	573.540	286.770
Energiebau Solarstromsysteme GmbH	292.717	146.358
Regionalverkehr Köln Gesellschaft mbH (RVK)	114.300	57.150
TÜV Rheinland Kraftfahrt GmbH	384.766	192.383
TRC Transportation Research and Consulting GmbH	278.275	166.965
Auto-Strunk GmbH	283.302	141.651

ASSOZIIERTER PARTNER:

Kölner Verkehrsbetriebe AG

FAHRZEUGE: Ford Transit Electric, Ford Transit Connect Electric, Ford Focus Electric, Ford C-MAX Energi und Ford Fusion Energi

INFRASTRUKTUR: 120 Ladestationen mit 207 Ladepunkten an 80 Standorten, vier Solar-Carports mit insgesamt 14 Stellplätzen



colognE-Mobil-Ford C-Max Energi



colognE-Mobil Ford C-Max Energi



colognE-mobil Flotte auf dem Flughafen Köln-Bonn

» EMERGE: WEGE ZUR INTEGRATION VON ENERGIE-, FAHRZEUG- UND VERKEHRSANFORDERUNGEN «



Basierend auf einem ganzheitlichen Ansatz, hat das Projekt eMERGE Nutzungs-, Lade- und Vermarktungsmodelle der Elektromobilität anhand realer Kundendaten aus den Regionen Rhein-Ruhr und Berlin evaluiert und weiterentwickelt. Ziele: Innovationen bei Elektroautos vorantreiben, Akzeptanz für Geschäftsmodelle schaffen und damit den langfristigen Markterfolg von E-Fahrzeugen sichern. Die Datenbasis lieferte eine integrierte Betrachtung aller beteiligten Sektoren hinsichtlich Einflussfaktoren und Wirkungen der vier involvierten Domänen Nutzer, Fahrzeug, Verkehr und Energie. In einem Flottentest mit 146 Fahrzeugen (smart fortwo electric drive) in den beiden Anwendungsfällen Endkunde und Firmenflotte entwickelten die Projektpartner Geschäftsmodelle sowie neue, selbsttragende Geschäftsansätze.

eMERGE untersuchte sowohl die technischen Aspekte von Elektroautos als auch intelligente Ladesysteme zur Verbesserung der Stromnetzauslastung. Zusätzlich kamen im Hinblick auf die Kundenakzeptanz unterschiedliche Preissysteme zum Einsatz, die Rückschlüsse auf das Nutzerverhalten zuließen. Mithilfe von Verkehrsmodellen wurden Anforderungen an die Ladeinfrastruktur ermittelt und der Bedarf an öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur und diesbezüglichen Regulierungsoptionen beurteilt. Aus diesen Ergebnissen wurden dann neue Geschäftsmodelle zur Optimierung der Elektromobilität entwickelt.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Daimler AG	4.050.063	2.025.031
Technische Universität Berlin	270.955	270.955
PTV Planung Transport Verkehr AG	464.520	232.260
Universität Siegen	224.898	224.898
RWE Effizienz GmbH	2.023.994	1.011.997
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.	652.000	586.800
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	198.586	198.586
FAHRZEUGE: 146 smart fortwo electric drive INFRASTRUKTUR: 11 intelligente Wallboxen installiert, 20 Ladesäulen für Plug & Charge umgerüstet	LAUFZEITBEGINN: 01. Juli 2012 LAUFZEITENDE: 30. Juni 2015	

» eMERGE untersuchte sowohl die technischen Aspekte von Elektroautos als auch intelligente Ladesysteme zur Verbesserung der Stromnetzauslastung. «

» PRIM02: ENTWICKLUNG VON MODULAREN, VERTEILTEN ENERGIESPEICHERSYSTEMEN UND KOSTENOPTIMIERTEN HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR DEN EINSATZ IM BEREICH DES ÖPNV «



Das PRIM0 Projekt beinhaltet die Entwicklung innovativer, verteilter Energiespeicherlösungen, die sich hervorragend für eine flexible, anwendungsspezifische Dimensionierung im Bereich ÖPNV einsetzen lassen. Hierbei wurden im Markt verfügbare, prismatische Lithium-Ionen-Zellen, welche im Bereich der Elektromobilität eingesetzt werden, einer elektrochemischen Charakterisierung sowie Untersuchungen zu relevanten Zelleigenschaften unter dem Aspekt der Eignung für die vorliegenden ÖPNV-Anwendungen unterzogen. Die Erarbeitung und Analyse der rechtlichen und normativen Anforderungen wurde als Basis zur Entwicklung und Konstruktion eines Grundmoduls genutzt. Dabei fand insbesondere die Analyse von typischen Fahrprofilen von Bussen zur Festlegung der Zellchemie und der Anforderungen an die elektrischen Komponenten und das Thermomanagement Berücksichtigung.

Ein weiteres Arbeitspaket beinhaltet die Entwicklung neuartiger Ladestrategien für diese verteilten Energiespeichersysteme und den Aufbau von innovativer Ladetechnologie. Neben der Entwicklung dieser verteilten, modularen Energiespeichersysteme erfolgt die Entwicklung neuartiger, innovativer Produktions- und Prozesstechnologien zum Nachweis einer wirtschaftlichen Herstellbarkeit. Die geplante Entwicklung ist sehr stark mit dem in der Modellregion Sachsen durchgeführten Projekt »SaxHybrid – Serielle Hybridbusse mit partiell rein elektrischem Fahrbetrieb« verlinkt, welches die Voraussetzung für extern nachladbare Hybridfahrzeuge in unterschiedlichen verkehrlichen und topografischen Einsatzgebieten untersucht sowie mit konkreten Kundenanforderungen für schienengebundene ÖPNV-Fahrzeuge auftritt.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
HOPPECKE Advanced Battery Technology GmbH	6.345.204	3.172.602

LAUFZEITBEGINN: 01. Januar 2012
LAUFZEITENDE: 31. Oktober 2015

» Neben der Entwicklung dieser verteilten, modularen Energiespeichersysteme erfolgt die Entwicklung neuartiger, innovativer Produktions- und Prozesstechnologien zum Nachweis einer wirtschaftlichen Herstellbarkeit. «

» ELENA II: ELEKTROANRIEBNACHRÜSTSÄTZE FÜR DIESEL-LIEFERWAGEN «



Im Projekt EleNa II wird ein nachrüstbarer Elektroantrieb für Diesel-Lieferfahrzeuge in die Kleinserienfertigung überführt. Der Nachrüstsatz soll vor allem kleinen und mittelständischen Betrieben einen schnellen und kostengünstigen Einstieg in die Elektromobilität ermöglichen.

In der ersten Projektphase wurde ein fahrtüchtiges Versuchsfahrzeug entwickelt und getestet. In der zweiten Projektphase wurde der Nachrüstsatz weiterentwickelt und sechs Fahrzeuge für eine breitere Erprobung aufgebaut. Auf dieser Basis wurden nun die Kleinserienzulassung sowie eine weitere Senkung der Kosten zur Vorbereitung des Markteintritts erreicht.

Die sechs nachgerüsteten Mercedes-Benz Sprinter kommen in einem ausgiebigen Probetrieb zum Einsatz. Fahrerinnen und Fahrern stehen dabei vier Betriebsmodi zur Wahl, bei denen Verbrennungs- und Elektromotor

entweder einzeln oder gleichzeitig auf den Antriebsstrang wirken. Während im Verbrennermodus der Elektromotor abgekoppelt ist, kann im Hybrid-Modus der Elektromotor zugeschaltet werden. Im reinen Elektromodus erreichen der 40-Kilowatt-Elektromotor (80 Kilowatt Peak) und die verbauten 16,8 Kilowattstunden Akkukapazität eine Höchstgeschwindigkeit von 90 Stundenkilometern und eine Reichweite von etwa 50 Kilometern. Im Lademodus schließlich läuft der Elektromotor als Generator und speist Energie in die Fahrzeugbatterien zurück. Die Nachrüstkomponenten sind so konzipiert, dass sie komplett rückbaubar sind und ein Einsatz auch in Leasingfahrzeugen denkbar ist. Für die Entwicklung und Erprobung der Nachrüstlösung hat sich ein Kooperationsverbund aus mittelständischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zusammengetan.

mail: info@elena-phev.com

web: www.elena-phev.com

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDSUMME/€:
Hochschule Esslingen	577.657	577.657
ARADEx AG	927.696	463.848
WS Engineering GmbH & Co. KG	68.900	34.450
Lauer & Weiss GmbH	647.916	323.958
Huber Automotive AG	1.739.383	827.599
Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS)	274.043	246.639
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.	302.659	272.393

FAHRZEUGE: Umrüstung von sechs Mercedes-Benz Sprinter zu Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

LAUFZEITBEGINN: 01. März 2013
LAUFZEITENDE: 30. September 2015

» Auf dieser Basis wurden nun die Kleinserienzulassung sowie eine weitere Senkung der Kosten zur Vorbereitung des Markteintritts erreicht. «



EleNA Sprinter – im Projekt wurden sechs Transporter mit dem Nachrüstsatz ausgestattet.



Als Zubringer zu den Bushaltestellen wurden Elektrofahräder in Abstellboxen angeboten

» INMOD: INTERMODALER ÖFFENTLICHER PERSONENNAHVERKEHR IM LÄNDLICHEN RAUM
AUF BASIS VON ELEKTROMOBILITÄTSKOMPONENTEN «



Ziel von inmod war, konkrete und realistische Designs für zukunftsfähige, multimodale ÖPNV-Modelle unter Einbeziehung von Elektromobilität zu entwickeln und zu bewerten.

Im Projekt fahren Elektrobusse schnell und in hohem Takt zwischen Grund- und Mittelzentren. Bisher übliche Stichfahrten in die anliegenden Orte entfielen, dadurch reduzierten sich die Kilometer und die Fahrzeit, was attraktive Taktungen ermöglicht.

Als Zubringer zu den Haltestellen wurden Elektrofahrräder in Abstellboxen angeboten, die damit Teil der ÖPNV-Kette wurden.

Das aus dem Projekt resultierende »inmod Prinzip« definiert Busfahren im ländlichen Raum neu: ÖPNV im strukturschwachen ländlichen Raum ist immer ein multimodales und dezentrales System. Es setzt sich aus einem schnellen Busverkehr und integrierten Zubringern zusammen. Die Bestellung des Busverkehrs erfolgt durch den Landkreis, die Zubringer verantworten die Gemeinden, die dafür zweckgebundene Zuweisungen erhalten.

Das Projekt hat gezeigt, dass das Elektrofahrrad lange Strecken überbrückt, schnell und bequem ist und daher sehr gut geeignet für den Zubringereinsatz im ÖPNV. Probleme machen der hohe Preis sowie die kostenintensiven und unflexiblen Einstell- und Ladeboxen. Elektroräder, die auch ohne Boxen angeboten werden können, stellen hier eine zukunftsfähige Alternative dar.

Touristen nutzten die Elektroräder eher für Ausflugsfahrten statt als Zubringer zum Bus. Eine Verknüpfung von ÖPNV und touristischer Nutzung kann die Auslastung stärken und die Finanzierbarkeit verbessern.

Im Projekt wurden ein Elektrobus und zwei Hybridbusse eingesetzt. Die Busse fahren fast störungsfrei. Der Elektrobus ist für den Einsatz im ländlichen Raum hervorragend geeignet. Die Hybridbusse konnten wenig Bremsenergie zurückgewinnen, weil sie auf Überlandstrecken kaum bremsen müssen. Damit fahren sie nicht besonders effizient, eine Amortisation der Zusatzinvestition ist unwahrscheinlich.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Hochschule Wismar	3.402.091	3.402.901
FAHRZEUGE: Ein Elektrobus, zwei Hybridbusse, 270 Elektrofahrräder INFRASTRUKTUR: Abstell- und Ladeboxen für die Räder, Software inmod-Manager zur Nutzeridentifikation und für Handling der Boxen	LAUFZEITBEGINN: 01. November 2009 LAUFZEITENDE: 31. Mai 2015	

» Das Projekt hat gezeigt, dass das Elektrofahrrad lange Strecken überbrückt, schnell und bequem ist und daher sehr gut geeignet für den Zubringereinsatz im ÖPNV. «





Internationale Zusammenarbeit

Um langfristige und nachhaltige Bedingungen für die Entwicklung von Elektromobilität in Europa zu schaffen, wurde die transnationale Förderinitiative Electromobility+ ins Leben gerufen, an der sich öffentliche Förderprogramme aus elf Nationen beteiligen: Frankreich, Deutschland, Niederlande, Österreich, Finnland, Norwegen, Schweden, Dänemark, Polen, Belgien und Italien.

Durch die Öffnung der regionalen und nationalen Förderprogramme für eine transnationale Zusammenarbeit werden ihre Forschungsaktivitäten vernetzt, um so einen europäischen Mehrwert zu erzeugen.

Zusätzlich zu den insgesamt 15 Millionen Euro aus nationalen Mitteln stellt die EU im Rahmen des »ERA-NET Plus«-Programms bis zu 7,3 Millionen Euro für die geförderten Projekte bereit.

Gegenstand der Förderung sind sowohl Forschungsprojekte zu politischen und ordnungsrechtlichen Aspekten von Elektromobilität als auch technologiebasierte und experimentelle Forschungsvorhaben.

Die Projektförderung innerhalb Deutschlands erfolgt durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sowie das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). TÜV Rheinland übernimmt die Gesamtkoordination der transnationalen Initiative Electromobility+.

Zwischen dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und dem chinesischen Ministerium für Wissenschaft und Technologie (MoST) gibt es seit 2011 eine Vereinbarung zur Zusammenarbeit im Bereich der Elektromobilität.

In drei Modellregionen-Partnerschaften zwischen Bremen/Oldenburg und Dalian, Rhein-Ruhr und Wuhan sowie Hamburg und Shenzhen werden in Kooperationsprojekten mit deutschen und chinesischen Partnern verschiedene Aspekte der Elektromobilität untersucht.

» DABREM: INNOVATIVE MOBILITÄTSKONZEPTE FÜR DIE STADT DER ZUKUNFT «



Im Verbundprojekt DaBrEM (Dalian – Bremen Elektromobilität) kooperierten das Robotics Innovation Center des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) und das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) eng mit Bremens chinesischer Partnerstadt Dalian, dem People's Government und der Technischen Universität Dalian, um auf Basis einer umfangreichen Datensammlung innovative Mobilitätskonzepte für den städtischen Raum zu erproben.

Zur Erhebung von Fahrzeugdaten und des Nutzerverhaltens wurde die am DFKI entwickelte intelligente On-Board-Unit (iOBU) und eine Flotte aus bis zu 70 Elektrofahrzeugen genutzt. Die chinesischen Partner untersuchten Elektrobusse, die als Linienbusse in Dalian im Einsatz sind, um vornehmlich technische Daten zu erfassen.

Zur Erprobung innovativer Elektrofahrzeugtechnologien integrierte das DFKI teilautonome Funktionen in mehrere MIA-Elektrofahrzeuge, um das automatische Hintereinanderfahren in sogenannten Roadtrains zu ermöglichen. Auch das hier entwickelte E-Fahrzeug EO smart connecting car 2 diente als Testfahrzeug.

Das Fraunhofer IFAM führte eine umfangreiche Technologieprüfung von Elektrofahrzeugkomponenten durch, die von den chinesischen Partnern u.a. für das DaBrEM-Projekt entwickelt wurden. Anhand der Prüfergebnisse konnte das IFAM Empfehlungen für die europäische Zulassung der Komponenten geben. Zudem unterstützten sie die Partner bei der Planung einer E-Fahrzeug-Ladeinfrastruktur im Stadtgebiet von Dalian.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Deutsches Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI)	1.148.196	1.033.376
Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM)	435.853	392.268
FAHRZEUGE: diverse Fahrzeugtypen (Pkw-Klasse), Forschungsplattform E02	LAUFZEITBEGINN: 01. Juli 2013	LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2015



Das EO smart connecting car 2

V / 14

» NRWMEETS NL «



Ziel des Vorhabens war es, zwischen NRW und den Niederlanden im Bereich Elektromobilität eine langfristige Partnerschaft aufzubauen. Zu diesem Zweck wurde mit den entsprechenden Institutionen in den Niederlanden bei der Durchführung von Demonstrations- und F&E-Projekten zusammengearbeitet.

Als ein erster Schritt in Richtung der gemeinsamen Maßnahmen wurde ein Dialogforum zum Austausch von Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen, zu Konzepten für die Ladeinfrastruktur, zur Fahrzeug- und Batteriesicherheit sowie zu Verkehrs- und Mobilitätskonzepten eingerichtet.

Des Weiteren wurde – basierend auf den Ergebnissen der Vorgespräche – zwischen den Partnern eine Reihe von Fachworkshops konzipiert und organisiert, um zielgerichtete Fragestellungen und Themenfelder von gegenseitigem Interesse aufzuarbeiten und somit die Grundlage für weitere Kooperationsprojekte zu legen.

Ein weiterer Baustein war eine Studie, die sich mit der Realisierung eines grenzüberschreitenden Verkehrs mit Elektrofahrzeugen entlang vier verschiedener Routen von NRW in die Niederlande befasste.

PARTNER:	PROJEKTBUDDGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
ee energy engineers GmbH	755.376	679.839
INFRASTRUKTUR: 4 LP	LAUFZEITBEGINN: 01. November 2012	LAUFZEITENDE: 31. Dezember 2015



Online auf der Abschlussveranstaltung von NRWmeetsNL

» EMAP: UNTERSUCHUNG UND ERMITTLUNG DER MARKTDURCHDRINGUNG VON ELEKTROFAHRZEUGEN «



Der Fokus des Forschungsprojekts eMAP (www.project-emap.eu) lag auf der Untersuchung und Ermittlung der Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen und deren volkswirtschaftlichen Auswirkungen. Für den Zeithorizont bis 2030 wurde mithilfe eines szenariobasierten Marktmodells die Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen in den drei Partnerländern Deutschland, Polen und Finnland sowie auf EU-Ebene abgeschätzt. Um das Potenzial zukünftiger Entwicklungspfade für Elektrofahrzeuge zu untersuchen, wurden drei Szenarien entwickelt: ein Business-as-usual-Szenario (BaU) als Referenzszenario, ein Technologie-Szenario (TeD), welches eine beschleunigte technische Entwicklung von Elektrofahrzeugen unterstellt, sowie Politik-Szenarien (PoD), welche für die drei

Partnerländer und auf EU-Ebene jeweils unterschiedlich definiert worden sind. Für die EU wurde im PoD-Szenario eine strengere CO₂-Regulierung (60 Gramm pro Kilometer statt 75 Gramm pro Kilometer für das Jahr 2030) angenommen, was gegenüber dem BaU-Szenario zu einer Steigerung des Marktanteils an neu verkauften Elektroautos um ca. 38% im Jahr 2030 in der EU führt. Im für Deutschland definierten PoD-Szenario konnte beispielsweise gezeigt werden, dass unter der Berücksichtigung von vier möglichen politischen Fördermaßnahmen (1.500 Euro Kaufprämie, Befreiung des Ladestroms von der EEG-Umlage, höhere Verfügbarkeit an Ladeinfrastruktur und größere Wahrnehmung der Vorteile der Elektromobilität) das Eine-Million-Ziel für Elektrofahrzeuge bis 2020 noch erreicht werden kann.

PARTNER:	PROJEKTBUDEGET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Bundesanstalt für Straßenwesen* (BASt) unterstützt durch KE-Consult und Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas)	458.554	458.554
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	198.927	179.034

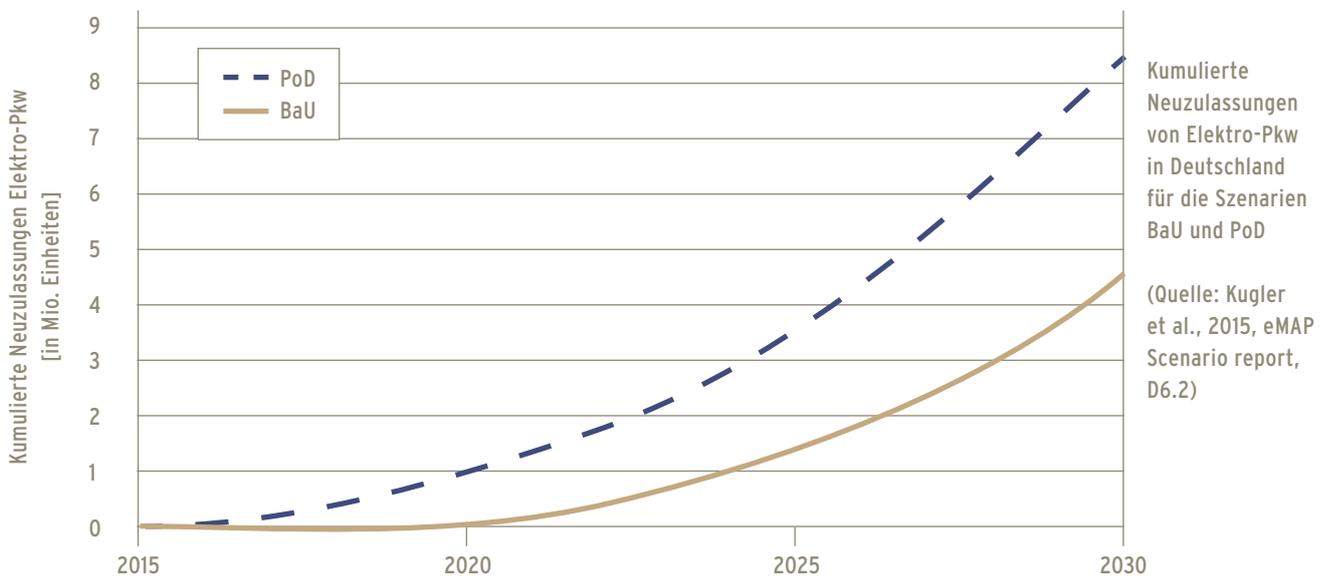
WEITERE PARTNER;

Technical Research Centre of Finland (VTT)
Motor Transport Institute Warszawa (ITS)

LAUFZEITBEGINN: 01. Juni 2012/* 01. Januar 2013
LAUFZEITENDE: 31. Mai 2015

FAHRZEUGE: Im Fokus der Untersuchungen waren Modellrechnungen des Pkw-Marktes, keine tatsächlichen Fahrzeuge im Einsatz.

INFRASTRUKTUR: Im Fokus der Untersuchungen waren Modellrechnungen der Ladeinfrastruktur, keine tatsächliche Infrastruktur wurde untersucht.



» SELECT: SUITABLE ELECTROMOBILITY FOR COMMERCIAL TRANSPORT «



Im Rahmen des Projekts SELECT haben Projektpartner aus Wissenschaft und Wirtschaft untersucht, inwieweit Elektrofahrzeuge eine umweltfreundliche Alternative gegenüber konventionellen Fahrzeugen im Wirtschaftsverkehr darstellen können. Im Projekt wurden nationale Verkehrserhebungen analysiert, Nutzeranforderungen und -einstellungen erhoben und Fahrtenmuster von Flotten anhand von GPS-Daten ausgewertet. Das Vorhaben wurde von der Europäischen Kommission sowie nationalen Fördermittelgebern in Österreich, Dänemark und Deutschland im Rahmen der ERA-NET Plus Initiative Electromobility+ gefördert.

Ein hohes Potenzial für eine Elektrifizierung konnte in den Branchen Handel, Transport und Logistik sowie im Gesundheits- und Sozialwesen identifiziert werden. Mehrwöchige Aufzeichnungen von GPS-Daten in Pflegediensten bestätigten das hohe Potenzial für den Einsatz von Elektrofahrzeugen nach heutigem Stand der Technik. Un-

tersuchungen zeigten, dass rund 30 % aller Pflegedienste und Pharmalogistiker bereits heute alle Transporte auf Elektrofahrzeuge umstellen könnten – und dies zu wirtschaftlich vertretbaren Bedingungen. Weiterhin zeigt sich, dass die Flottenbetreiber im Wirtschaftsverkehr zwar ein großes Interesse an Elektromobilität besitzen, jedoch eine große Unsicherheit über die Kosten herrscht. Daher wird empfohlen, Unternehmen die Möglichkeiten zum Kennenlernen von Elektrofahrzeugen zu geben, Informationen zu den Kostenvorteilen von Elektrofahrzeugen bereitzustellen und durch Neuorganisation des Fahrzeugeinsatzes das Potenzial für Elektrofahrzeuge zu erhöhen.

Weitere Informationen in der Broschüre Electromobility+ (2010 – 2015). Zum Download unter:

http://electromobility-plus.eu/wp-content/uploads/E_Brochure2015_low.pdf

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
DLR Institut für Verkehrsforschung	577.339	519.605
Weitere Projektpartner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Mobility Department DTU Technical University of Denmark, Department of Transport Reffcon GmbH, Österreich Consilio Information Management GmbH, Österreich CLEVER A/S, Dänemark	LAUFZEITBEGINN: 01. Juli 2012 LAUFZEITENDE: 30. Juni 2015	

» Untersuchungen zeigten, dass rund 30 % aller Pflegedienste und Pharmalogistiker bereits heute alle Transporte auf Elektrofahrzeuge umstellen könnten – und dies zu wirtschaftlich vertretbaren Bedingungen. «

» SCELECTRA: SCENARIOS FOR THE ELECTRIFICATION OF TRANSPORTS «



Am 30. Juni 2015 endete das Projekt Szenarien für die Elektrifizierung des Verkehrs (engl.: Scenarios for the electrification of transports, SSelecTRA). Ziel des Projekts waren die Identifikation und Analyse von politischen Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität in Europa bis zum Jahr 2030. Dazu wurden verschiedene Politik-szenarien bezüglich ihrer ökonomischen Effizienz (Kosten-Nutzen-Analyse auf der Basis eines europaweiten, länder-spezifischen Optimierungsmodells des Strom- und Transportsektors) und ihrer Umweltverträglichkeit (Ökobilanz sowie Kosten für die Gesellschaft, das heißt sogenannte externe Kosten) analysiert. Als elektromobilitätsrelevante Einflussfaktoren wurden dabei insbesondere Unterschiede im Energiemix europäischer Länder sowie Auswirkungen von politischen Handlungen (unterschiedliche Kohlendioxidreduktionsziele, Abwrackprämien, Brennstoffsteuern und Subventionen) berücksichtigt.

Sowohl die Analyse der privaten als auch der gesamtgesellschaftlichen Kosten ergab, dass die politischen Maßnahmen nur unter bestimmten Voraussetzungen bis zum Jahr 2030 zu einer verstärkten Ausbreitung der Elektromobilität im Pkw-Bereich führen.

Das Projekt, an dem fünf Partner aus Frankreich, Österreich und Deutschland beteiligt waren und das eine Laufzeit von drei Jahren hatte, wurde im Rahmen des ERA NET Plus Electromobility+ Programms gefördert.

Die Projektberichte sind auf folgender Website verfügbar: https://admin-prisme-internet.ifpen.fr/Projet/jcms/xnt_79184/fr/scelectra-publications

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
ElFER Europäisches Institut für Energieforschung	37.347	33.515
WEITERE PROJEKTPARTNER: IFP Energies nouvelles, Frankreich PE CEE Nachhaltigkeitsberatung & Softwarevertriebs GmbH, Österreich Institut Français des Sciences et Technologies des Transports de l'Aménagement et des Réseaux, Frankreich KANLO Consultants SARL, Frankreich	LAUFZEITBEGINN: 01. Juli 2012 LAUFZEITENDE: 30. Juni 2015 FAHRZEUGE: Verschiedene Pkw, darunter Plug-in-Hybrid-elektrische Fahrzeuge und batterieelektrische Fahrzeuge	

» Ziel des Projekts war die Identifikation und Analyse von politischen Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität in Europa bis zum Jahr 2030. «

» CACTUS: MODELLE UND METHODEN FÜR DIE EVALUIERUNG UND DIE OPTIMALE ANWENDUNG VON BATTERIELADE- UND -WECHSELTECHNOLOGIEN FÜR ELEKTROBUSSE «



Im Ergebnis des Projekts CACTUS stehen technische, betriebliche, wirtschaftliche und ökologische Modelle zum Betrieb von vollelektrischen Linienbussen im öffentlichen Personennahverkehr. Die Modelle bilden u. a. die Fahrwege mit Höhen- und Geschwindigkeitsprofil, die Busse mit Masse, Sitz- und Stehplatzangebot sowie ihren elektrischen Verbrauchern, die Energiespeicher, die Ladetechnologien und -strategien (Laden an der Haltestelle, Laden während der Fahrt, Batteriewechsel), die Investitions- und Betriebskosten sowie die Emissionen von Schadstoffen nach. Auf Basis dieser Modelle wurden Methoden zur Beantwortung verschiedener Fragestellungen entwickelt. So kann mithilfe der Simulation für eine gegebene Ladeinfrastruktur geprüft werden, ob der Fahrzeugeinsatz-

plan unter bestimmten Bedingungen (Außentemperatur, Fahrzeugbesetzungsgrad) durchführbar ist oder nicht. Mithilfe der Optimierung kann zu einem gegebenen Fahrzeugeinsatzplan die optimale räumliche Anordnung der Ladeinfrastruktur bei minimalen Kosten ermittelt werden. Alle Modelle und Methoden wurden implementiert, in ein Softwarewerkzeug integriert und mit einer grafischen Benutzeroberfläche versehen. Die Methoden wurden für verschiedene deutsche und ein polnisches Verkehrsunternehmen angewandt. Hierbei wurde zunächst der Energiebedarf auf den Fahrwegen ermittelt und auf dieser Basis dann bei einem gegebenen Fahrzeugeinsatzplan die optimale Infrastruktur für die verschiedenen Ladestrategien berechnet.

PARTNER:	PROJEKTBUDET/€:	FÖRDERSUMME/€:
Institut für Automation und Kommunikation (ifak) e. V. Magdeburg	335.451	301.906
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.	312.453	281.208

Weiterer Partner:

Silesian University of Technology, Polen

LAUFZEITBEGINN: 01. Juni 2012

LAUFZEITENDE: 31. Mai 2015

» Mithilfe der Optimierung kann zu einem gegebenen Fahrzeugeinsatzplan die optimale räumliche Anordnung der Ladeinfrastruktur bei minimalen Kosten ermittelt werden. «



Batteriebetriebener Linienbus im öffentlichen Personennahverkehr

KONTAKT



NOW GmbH
Fasanenstraße 5
10623 Berlin

E-MAIL

kontakt@now-gmbh.de

TELEFON

+49 30 311 6116-00

INTERNET

www.now-gmbh.de



www.facebook.com/NOWGmbH

Gestaltung: Sabine Zentek **Illustration:** Boldfish/Ingo Neumann, Berlin **Druck:** Druckhaus Berlin-Mitte GmbH
Bildnachweis: Seite 010/011/020/021/: CEP; Seite 015: Shell Deutschland Oil GmbH; Seite 016/017: Linde AG; Seite 025: Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR); Seite 026: Reiner Lemoine Institut gGmbH; Seite 027: REHAU AG + Co; Seite 030: OMV Deutschland GmbH; Seite 032: Infraserb GmbH & Co. Höchst KG, Frankfurt am Main; Seite 034: Westfalen AG; Seite 036: Linde Group; Seite 043: Etude; Seite 045: NuCellSys GmbH; Seite 051: BVG; Seite 052: BMW AG; Seite 058/059: Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellenverband (DWV); Seite 064/065: WIND-WASSERSTOFF-projekt GmbH & Co. K; Seite 071: CALLUX; Seite 072: Initiative Brennstoffzelle (IBZ); Seite 074: Viking River Cruises; Seite 076: HPS Home Power Solutions; Seite 080: EWE Vertrieb GmbH; Seite 089: new enerday GmbH; Seite 090: sunfire GmbH; Seite 090/091: H2IntraDrive; Seite 092: SFC Energy AG; Seite 102/103: Projektleitstelle Modellregion Rhein-Main; Seite 123: CWS-boco Deutschland GmbH; Seite 124/125/126: Ford-Werke GmbH; Seite 131: Huber Automotive AG; Seite 132: Hochschule Wismar; Seite 137: DFKI GmbH/Timo Birnschein; Seite 138: Eventfotograf.in; Seite 143: Solaris Bus & Coach S.A.; alle anderen Bilder: NOW GmbH

