

UMWELTFORSCHUNG  
MOBILITÄTSKONZEPTE  
NUTZERAKZEPTANZ  
ELEKTROMOBILE STADT  
REALBETRIEB  
LADEINFRASTRUKTUR  
CARSHARING  
VERKEHRSKONZEPTE  
ENERGIEVERSORGUNG  
INDIVIDUALVERKEHR  
DATENANALYSE  
ANSCHLUSSMOBILITÄT  
FLOTTENVERSUCHE

# ERGEBNISBERICHT

DER MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT 2009 – 2011

# ERGEBNISBERICHT

DER MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT 2009 – 2011

# VORWORT ERGEBNISBERICHT MODELLREGIONEN



Die Welt der Mobilität ist in einem steten Wandel. Bestes Beispiel hierfür ist die rasante Entwicklung, die das Automobil in den 125 Jahren seit seiner Patentierung durch Carl Benz genommen hat. Heute treten neue Herausforderungen hinzu, auf die wir Antworten finden müssen. Eine ganz wesentliche Erkenntnis dabei ist, dass unsere Mobilität angesichts des Klimawandels und endlicher Ressourcen deutlich umwelt- und klimafreundlicher werden muss.

Innovationen spielen bei der Lösung wichtiger Zukunftsaufgaben eine entscheidende Rolle - so auch beim Thema Mobilität. Deshalb setzen wir auf neue Technologien wie alternative Antriebe. Insbesondere in der Elektromobilität liegt eine große Chance, die wir nutzen wollen. Ob batterieelektrisch mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben, mit Wasserstoff und Brennstoffzelle oder über eine Kombination der Antriebe: Die Elektromobilität ist eine vielversprechende und klimafreundliche Alternative zum Verbrennungsmotor.

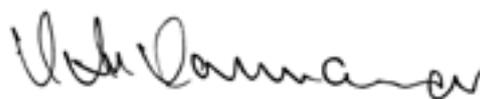
Auch für unsere Wirtschaft ergeben sich hieraus neue Chancen. Unsere Automobilbranche ist bereits Weltmarktführer. Nun gilt es, diese Kompetenzen zu nutzen, um auch im Bereich der neuen Effizienz- und Nachhaltigkeitstechnologien Marktführer zu werden. Basierend auf den Ergebnissen der „Nationalen Plattform Elektromobilität“, in der Industrie, Wissenschaft, Politik, Gewerkschaften und eine Fülle gesellschaftlicher Gruppen ihre Kräfte bündeln, haben wir uns in unserem „Regierungsprogramm Elektromobilität“ das Ziel gesetzt, Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu machen.

Elektromobilität muss alltagstauglich sein. Einer der entscheidenden Hebel ist deshalb das mit 130 Millionen Euro geförderte Programm „Elektromobilität in Modellregionen“, dessen Ergebnisbericht Sie nun in Ihren Händen halten. Im Mittelpunkt unserer Anstrengungen stand dabei, die praktische Umsetzbarkeit von Elektromobilität in einer Fülle von Anwendungen zu prüfen und voranzubringen. In acht Modellregionen wird hierzu noch bis Ende 2011 in enger Kooperation von Politik, Industrie und Wissenschaft ein breites Spektrum von Elektrofahrzeugen getestet. Das Programm umfasst dabei über 200 Einzelprojekte, bei deren Umsetzung Städte, Verwaltungen, lokale Bus- und ÖPNV-Unternehmen, Stadtwerke, Automobilhersteller und eine Vielzahl von Zulieferern einbezogen wurden. Testfahrer haben im Rahmen der Projekte mit über 2.000 Elektrofahrzeugen mehrere Millionen Kilometer zurückgelegt. Ferner wurden die größte Hybridbusflotte und das umfangreichste E-Carsharing-Projekt Europas realisiert. Die Erfahrungen aus all den Projekten zeigen: Auf dem Weg zur Marktvorbereitung der Elektromobilität können wir bereits jetzt wichtige Erfolge verbuchen. In den Modellregionen wurden vor allem dort auch erste wirtschaftlich lohnenswerte Ergebnisse erzielt, wo enge partnerschaftliche Strukturen

zwischen den Beteiligten geschaffen wurden. Und: Es konnte eine erste bedarfsgerechte Infrastruktur aufgebaut werden, die bereits weit über 1.100 Ladestationen mit über 1.935 Ladepunkten umfasst.

Diese geschaffenen Strukturen gilt es jetzt zu verstetigen, unter anderem über das neue Förderprogramm „Schaufenster Elektromobilität“, das in konzentrierter Form auf dem erfolgreichen Ansatz der Modellregionen aufbaut. Die Schaufenster sind in sich geschlossene Elektromobilitätsregionen, in denen die Bereiche Energie, Fahrzeug und Verkehrsmanagement mit ihren innovativen Technologien und Lösungen in ein Gesamtsystem Elektromobilität eingebunden werden.

Ich freue mich über die bisherigen Erfolge unserer Förderprogramme und bin fest davon überzeugt, dass wir gemeinsam mit den Partnern aus Politik, Industrie und Wissenschaft unsere ambitionierten Ziele im Bereich der Elektromobilität erreichen werden!



Dr. Peter Ramsauer  
Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

# INHALT

## ERSTER TEIL

Vorwort von Bundesminister Dr. Peter Ramsauer	4
Vier Fragen an Staatssekretär Rainer Bomba	8
<b>KURZBERICHT</b>	<b>10</b>
>> 1. Die Modellregionen Elektromobilität im Überblick	11
>> 2. Modellregionen Elektromobilität - Die Strategie	13
>> 3. Modellregionen Elektromobilität - Die Ergebnisse	16
>> 4. Fazit	29
>> 5. Ausblick	31
>> 6. Öffentlichkeitsarbeit 2010/2011 - eine Auswahl	34

## ZWEITER TEIL

<b>PLATTFORMEN</b>	<b>44</b>
Beitrag von NOW Geschäftsführer Dr. Klaus Bohnhoff	46
>> 01 Infrastruktur	48
>> 02 Ordnungsrechtlicher Rahmen	56
>> 03 Sozialwissenschaftliche Begleitforschung	62
>> 04 Innovative Antriebe Bus	68
>> 05 Pkw/Transporter: Begleitforschung Umwelt	76
>> 06 Pkw/Transporter: Begleitforschung Sicherheit	86

## DRITTER TEIL

<b>PROJEKTE</b>	<b>94</b>
>> 01 <b>MODELLREGION HAMBURG</b>	<b>96</b>
>> 01/01 Dieselhybridbusse der HOCHBAHN	98
>> 01/02 HH=more	100
>> 01/03 Hamburg PURE	102
>> 01/04 HH=wise	104
>> 02 <b>MODELLREGION BREMEN/OLDENBURG</b>	<b>106</b>
>> 02/01 PMC Modul 1	108
>> 02/02 PMC Modul 2	110
>> 02/03 PMC Modul 3: Flottenversuche - IFAM	112
>> 02/04 PMC Modul 3: Flottenversuche - DFKI	114
>> 02/05 PMC Modul 3: Flottenversuche - EWE	116

>> 02/06	PMC Modul 3: Flottenversuche - swb	118	>> 07 MODELLREGION REGION STUTTGART	198	
>> 02/07	PMC Modul 3: Flottenversuche - BSAG	120	>> 07/01	ELMOTO	200
>> 02/08	PMC Modul 3: Flottenversuche - H2O e-mobile	122	>> 07/02	S-HyBus	202
>> 02/09	PMC Modul 3: Flottenversuche - Move About	124	>> 07/03	EleNa	204
>> 02/10	PMC Modul 4	126	>> 07/04	Elektromobilität vernetzt nachhaltig	206
			>> 07/05	IKONE	209
>> 03 MODELLREGION BERLIN/POTSDAM		128	>> 07/06	Boxster E	211
>> 03/01	BerlinelektroMobil (kurz: BeMobility)	130	>> 07/07	Elektromobile Stadt	213
>> 03/02	AUE-Mobility	132	>> 07/08	e-Call a Bike	215
>> 03/03	E-City-Logistik	134			
>> 03/04	Umweltentlastungseffekte	136	>> 08 MODELLREGION MÜNCHEN		218
			>> 08/01	Hybridbuskonzepte	220
>> 04 MODELLREGION RHEIN-RUHR		140	>> 08/02	Kommunales Elektromobilitätskonzept	222
>> 04/01	colognE-mobil	142	>> 08/03	Drive e-Charged	224
>> 04/02	E-Mobilität im Pendlerverkehr	144	>> 08/04	eFlott	226
>> 04/03	E-Aix	146			
>> 04/04	Hybridbuseinsatz im VRR	148			
>> 04/05	Hybridabfallsammler	150	>> 09 ÜBERGEORDNETE TECHNOLOGIEPROJEKTE		228
>> 04/06	Gelenk-KOM	152	>> 09/01	e-mobility	230
>> 04/07	Technologie RoadMap	154	>> 09/02	ElmoS	232
>> 04/08	E-mobil NRW	157	>> 09/03	ElmoS-Flottentest	233
			>> 09/04	HyMEP	235
>> 05 MODELLREGION SACHSEN		160	>> 09/05	DIWAhybrid	238
>> 05/01	Prozesstechnologie	162	>> 09/06	CROME	240
>> 05/02	SaxHybrid	164	>> 09/07	BMW Elektro Faltrad	242
>> 05/03	SaxMobility	166	>> 09/08	BMW-BEV	243
			>> 09/09	NILS	245
>> 06 MODELLREGION RHEIN-MAIN		168	>> 09/10	E-Golf	248
>> 06/01	UPS	170	>> 09/11	Primove	250
>> 06/02	ABG nova	172	>> 09/12	Hybrid-Schienefahrzeug	252
>> 06/03	Green Move	174	>> 09/13	ELAB	254
>> 06/04	Eso Hybridkommunalfahrzeug	176	>> 09/14	Batterietestzentrum P 10	256
>> 06/05	PILOT	178	>> 09/15	Batteriesicherheitslabor	258
>> 06/06	Elektrotankstelle	180	>> 09/16	EM-INFRA	260
>> 06/07	bike + business 2.0	182	>> 09/17	eTrust	262
>> 06/08	EAD Hybridkommunalfahrzeug	184			
>> 06/09	NEMO	186			
>> 06/10	MOREMA	188	Ansprechpartner		264
>> 06/11	Linie 103	190	Impressum		266
>> 06/12	Sozialwissenschaftliche Begleitforschung	192			
>> 06/13	ZUKUNFTerFAHREN	194			
>> 06/14	Wartungsdiagnose on the Fly	196			

# VIER FRAGEN AN STAATSEKRETÄR RAINER BOMBA

## >>1 WAS IST DAS BESONDERE AM FÖRDER- SCHWERPUNKT „ELEKTROMOBILITÄT IN MODELLREGIONEN“?

Als Alleinstellungsmerkmal des Programms sehe ich klar die Einführung neuer Technologien in den Verkehrs-Alltag. Es geht darum herauszufinden, wo die Vorteile von Elektromobilität bestmöglich - technisch, ökologisch, volkswirtschaftlich und kommerziell - zur Geltung kommen. Unsere Erfahrung ist es, dass die batterieelektrische Mobilität nicht einfach von selbst kommen wird - schlichtweg weil sie die heutigen Kundenbedürfnisse nicht in allen Fällen voll erfüllt. Es wird kein iPhone-Moment für das Elektroauto geben. Dafür ist der konventionelle Verbrennungsmotor eine zu bequeme Lösung - nur eben nicht die beste. Also geht es darum herauszufinden: In welchen Bereichen befriedigt Elektro-

mobilität denn die Kundenbedürfnisse? Und in welchen Bereichen wird sie ebenfalls dem ökologischen Anspruch gerecht, den wir haben, also der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr? Das ist es, worum es bei den Modellregionen geht. Zu testen, wie Energie, Infrastruktur, Fahrzeuge und Kunden zusammenpassen für zukünftig kommerziell tragbare Anwendungen von batterieelektrischer Mobilität.

Ein zweiter Aspekt ist die Vernetzung. Keiner kann diese komplexen Systeme, von denen wir reden, alleine bewältigen oder alleine umsetzen. Die Modellregionen haben zur Vernetzung beigetragen: innerhalb der Fachwelt, sprich Fahrzeugindustrie und Infrastruktur, aber insbesondere auch zwischen Industrie und öffentlicher Hand - hierbei auch in regionalen Strukturen mit Bund, Ländern und Kommunen.

## >> 2 WIE ERKLÄRT SICH DIESER REGIONALE ANSATZ? BESTEHT DABEI NICHT DIE GEFAHR, VIELE SACHEN DOPPELT ZU UNTERSUCHEN?

Das war durchaus eine Kritik zu Anfang, die sich aber nicht bewahrheitet hat. Es hat schlicht damit zu tun, dass es ja nicht nur wenige Keyplayer gibt, die mit einbezogen wurden, sondern eine ganze Landschaft von Industriefirmen, die natürlich auch regionale Bezüge haben. Das heißt, mit dem Programm konnte insgesamt die technologische Vielfalt eingebunden werden, die sich in Deutschland, gerade auch bei KMU, bietet. Darüber hinaus findet die Umsetzung von Elektromobilität ortsgebunden statt. Die Modellregionen haben also durchaus unterschiedliche Erfahrungen mit vermeintlich demselben Ansatz gemacht, weil eben lokal unterschiedliche Voraussetzungen vorhanden sind. Man könnte sagen, dass der dezentrale Ansatz sogar eine Stärke des Programms ist.

## >> 3 WIRD ES BIS 2020 ELEKTROAUTOS IN PRIVATER HAND GEBEN?

Ja, denn die Entwicklung bei den Batteriekosten zeigt, dass Richtung 2020 das kompakte Stadtfahrzeug, Null-Emission, eine Reichweite von real 100-150 Kilometern eine Option für den Privatanutzer sein kann. Immer noch zu gewissen Mehrkosten, aber man darf nicht unterschätzen, dass es auch einen Kundenstamm gibt, der bereit ist solche Mehrkosten zu tragen. Es ist aber klar, dass damit letztlich nur ein Teil des Massenmarktes Pkw-Mobilität in Deutschland abgedeckt werden kann. Wie groß dieser Anteil sein wird, lässt sich schwer sagen, denn der Verkehr in Deutschland, außerhalb bestimmter Ballungsräume, ist geprägt von größeren Strecken, die zu überwinden sind. Die Modellregionen haben aber auch - für uns überraschend - gezeigt, dass die Resonanz in ländlichen Regionen unerwartet hoch ist. Hier reden wir dann vom Einsatz als Pendlerfahrzeug.

## >> 4 WELCHE SZENARIEN HABEN IN DER RÜCKSCHAU DAS GRÖSSTE POTENZIAL FÜR DEN ERSTEN WIRTSCHAFTLICHEN EINSATZ VON ELEKTROMOBILITÄT GEZEIGT?

Die Frage ist ja immer, was heißt „wirtschaftlich“? Was uns eigentlich interessiert, ist die Frage, an welchen Stellen batterieelektrische Mobilität im Massenmarkt relevant sein kann - auch was die ökologischen Ziele angeht. Da zeigen die Erfahrungen, dass Elektrofahrzeuge für die gewerbliche Nutzung schon heute interessant sind. Wir müssen daher insbesondere das Thema Flotten weiter



RAINER BOMBA, STAATSSSEKRETÄR IM BUNDEMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG

forcieren, sei es beim Carsharing oder bei gewerblichen Flotten, bei Unternehmen oder auch in kommunalen Strukturen. Das werden aus meiner Sicht die Einstiegsmärkte für diese Fahrzeuge sein. Wir dürfen dabei aber den Massenmarkt und den Privatkunden nicht aus den Augen verlieren, sondern müssen die dort vorhandenen Potenziale gleichermaßen erschließen. Ein weiterer spannender Bereich umfasst Effizienzsteigerungen und Kraftstoffersparungen im ÖPNV mit hybridisierten Bussen - auch als Brücke in Richtung Null-Emissions-Technologie mit Brennstoffzellen. Hier verbergen sich große Energieeinsparpotenziale, die verhältnismäßig schnell erschlossen werden sollten. Die Elektromobilität besticht nicht zuletzt doch durch ihre vielfältigen Anwendungen. Die Möglichkeiten in Zukunft zu nutzen, darauf freue ich mich.

# KURZBERICHT

Der folgende Kurzbericht ist in fünf aufeinander aufbauende Abschnitte gegliedert (siehe Abbildung 1): Dem kurzen Überblick folgt eine Beschreibung von Konzeption und Strategie des „Förderschwerpunkts Elektromobilität in Modellregionen“; ebenso werden die Ergebnisse aus zwei Jahren Modellregionen vorgestellt, aufgeteilt nach Handlungsfeldern. Die Erkenntnisse aus diesen drei Bereichen führen zu einer Bilanz. Am Ende des Kurzberichtes steht ein Ausblick auf den künftigen Ausbau von Elektromobilität.

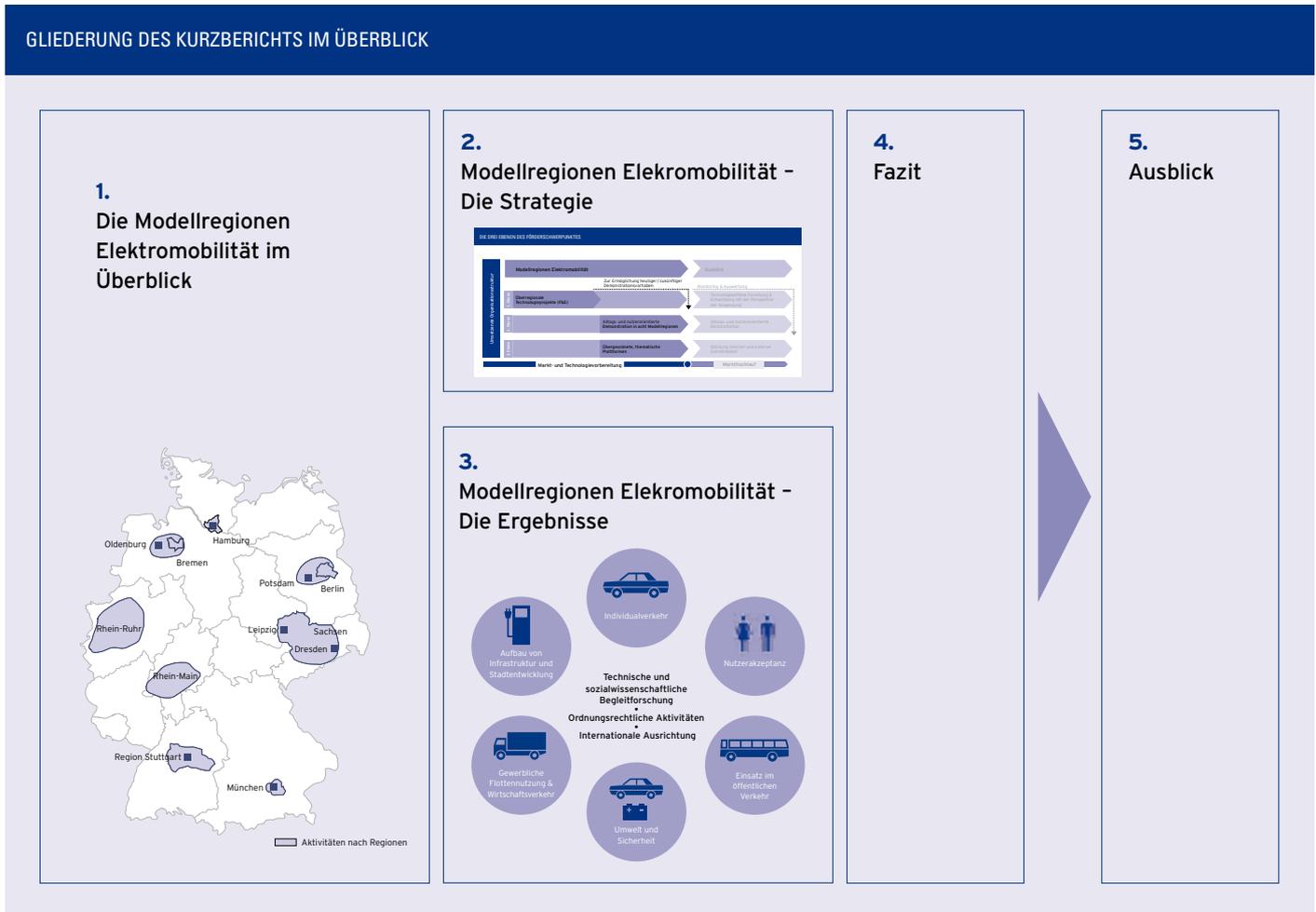


ABBILDUNG 1

## >> 1. DIE MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT IM ÜBERBLICK

Vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels und immer knapper werdender fossiler Ressourcen sind elektrisch betriebene Fahrzeuge – angetrieben durch Strom aus erneuerbaren Energien – eine mögliche Lösung zur nachhaltigen Bereitstellung von Mobilität. Industrieländer wie die USA, Japan oder Frankreich, aber auch China engagieren sich bereits stark in diesem Zukunftsfeld, das ökologische, technologische und nicht zuletzt wirtschaftliche Perspektiven in sich vereint. Für Deutschland, weltweit eine der führenden Nationen im konventionellen Automobilbau, sind Investitionen in die Elektromobilität auch eine Frage der Zukunftsfähigkeit einer der wichtigsten Industrien.

Nach dem Willen der Bundesregierung soll Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität auf- und ausgebaut werden. Eine Million Elektrofahrzeuge sollen bis zum Jahr 2020 auf unseren Straßen fahren. Diese Entwicklung fördert die Bundesregierung durch gezielte Programme. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat in diesem Kontext den Förderschwerpunkt „Elektromobilität in Modellregionen“ aufgelegt. Dieser ergänzt das in 2006 begonnene „Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ (NIP). Zusammen decken diese beiden erfolgreichen Programme die Anwendung der zentralen Entwicklungsfelder der Elektromobilität ab: der Batterie- und der Brennstoffzellentechnologie.

Der Förderschwerpunkt ist aus Mitteln des Konjunkturpakets II zur Zeit der globalen Wirtschaftskrise gestartet worden. Von 2009 bis 2011 wurde die Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland mit insgesamt 500 Millionen Euro gefördert. Der Schwerpunkt „Elektromobilität in Modellregionen“ bildete dabei mit gut 130 Millionen Euro einen zentralen Baustein. In wirtschaftlich schwierigen Zeiten hat das Programm dazu beigetragen, dass die beteiligte Industrie sowie Wissenschaft und Kommunen Innovationen für nachhaltige Mobilität vorantreiben konnten.

### ZIELE DES FÖRDERSCHEWERPUNKTES

„Elektromobilität in Modellregionen“ basiert auf dem Grundgedanken, dass die Einführung der Elektromobilität in einem größeren Kontext betrachtet werden muss. Konkret bedeutet dies den Aufbau eines grundlegend neuen, anders geprägten Mobilitätssystems, in dem Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft langfristig gesichert ist. Elektromobilität wird darin eine zentrale Rolle zur Abdeckung der verschiedenen Mobilitätsbedürfnisse spielen. Um diese bereits angestoßene Entwicklung weiter anzuregen und langfristig zu fördern, verfolgte der Förderschwerpunkt die folgenden grundlegenden Ziele.

#### Ziele des Förderschwerpunktes zur Markt- und Technologievorbereitung von Elektromobilität

- Technologieoffene Forschung und Entwicklung (F&E) bei batterieelektrischen Fahrzeugen
- Alltags- und nutzerorientierte Demonstration
- Integration in die Mobilitäts-, Raum- und Stadtentwicklung
- Lokale Vernetzung der Akteure aus relevanten Industrien, Wissenschaft und öffentlicher Hand
- Ergebnisorientierter Austausch in übergeordneten Plattformen

Elektromobilität entsteht in koordinierten ortsgebundenen Prozessen. Aus diesem Grund sollte die Projektförderung in Form eines regionalen, aber flächendeckenden Clusteransatzes erfolgen. Acht Modellregionen wurden für zwei Jahre als jeweils regionaler Innovationsverbund für einen langfristig angelegten bundesweiten Innovationsprozess zur Markt- und Technologievorbereitung der Elektromobilität.

Elektromobilität wurde hierbei als Teil einer größeren Entwicklung der Mobilität insgesamt verstanden. Aus diesem Grund wurden Anforderungen und Erfahrungen der Einzelprojekte konzeptionell in die Planung der Mobilitäts-, Raum- und Stadtentwicklung eingebracht.

Zentrale Fragestellungen aus allen geförderten Projekten wurden darüber hinaus in sieben übergreifenden Plattformen aufgearbeitet. In diesen Plattformen arbeiteten zahlreiche Unternehmen und Forschungsinstitutionen eng zusammen, ein bislang einzigartiger Ansatz in der Projektförderung. Im Ergebnis konnte eine Vielzahl konkreter Handlungsempfehlungen zur Fortentwicklung der Elektromobilität in verschiedenen Handlungsfeldern festgehalten werden.

## DIE ACHT MODELLREGIONEN DES BMVBS

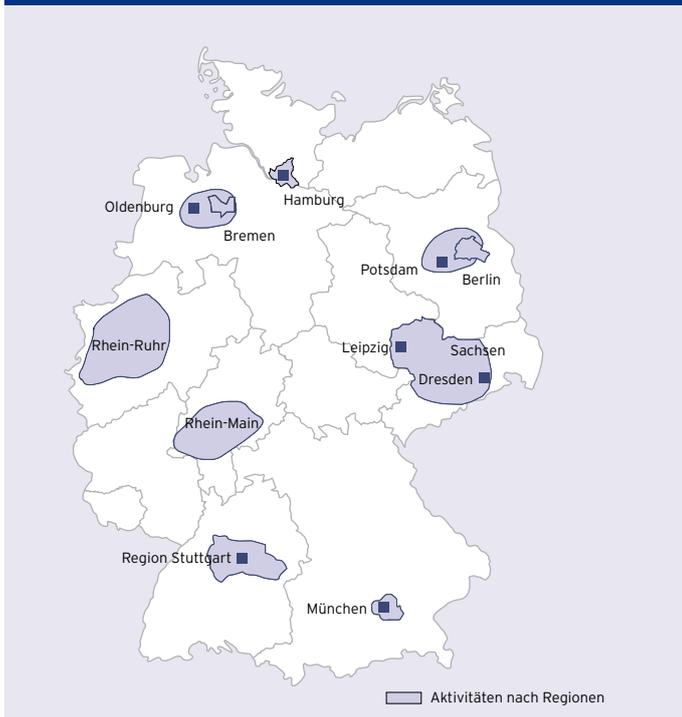


ABBILDUNG 2

## ERFOLGE DES FÖRDERSCHWERPUNKTES: ZAHLEN UND FAKTEN

Bezogen auf die eingesetzten Fahrzeuge, die thematische Breite und die Vielfalt der eingebundenen Partner waren die Modellregionen Elektromobilität das wesentliche deutsche Förderprogramm für batterieelektrische Mobilität im Rahmen des zweiten Konjunkturpakets.

## Modellregionen in Zahlen: das Programm

- Gesamtinvestitionen in Höhe von rund 300 Millionen Euro: Fördersumme des Bundes in Höhe von rund 130 Millionen Euro mit Beteiligung der Privatwirtschaft in mindestens der gleichen Höhe
- 220 eingebundene Projektpartner, davon rund 150 aus den Bereichen Fahrzeughersteller, Komponentenhersteller und -zulieferer, Energieversorger, Logistik und Verkehr
- Schwerpunkt Privatwirtschaft: rund 70% des Fördermitteleinsatzes gingen an private Unternehmen, davon 43% an KMU
- In sechs inhaltlichen Plattformen trafen sich regelmäßig Projektpartner der operativen Umsetzung, um ihre Erfahrungen darzustellen und auszutauschen. Auf diese Weise entstand die größte bislang verfügbare Basis von Daten zum Thema Elektromobilität in Deutschland. Eine siebte Plattform diente der übergreifenden Programm-Kommunikation.

## Modellregionen in Zahlen: Fahrzeuge, Infrastruktur und Nutzer

- Insgesamt waren 2.476 Elektrofahrzeuge in den Modellregionen im Einsatz: 59 Busse, 243 Nutzfahrzeuge, 881 Pkw, 693 Zweiräder & Scooter und 600 Pedelecs wurden systemisch und mit projektspezifischer Fragestellung in den Verkehr integriert. Die von den Elektrofahrzeugen insgesamt zurückgelegte Strecke in allen acht Modellregionen beträgt weit über 2,2 Mio. km.
- Erfahrungen aus dem Realbetrieb der Prototypen und Vorseerienfahrzeuge leisteten einen maßgeblichen Beitrag zur weiteren Markt- und Technologieentwicklung. Erste Serienfahrzeuge deutscher Hersteller kommen 2012.
- Rund 70 Demonstrationsprojekte mit unterschiedlichen Fahrzeugflotten verteilten sich auf die Bereiche Individualverkehr, Wirtschaftsverkehr und öffentlicher Verkehr.
- Eine Ladeinfrastruktur wurde aufgebaut. Diese umfasst weit über 1.100 Ladestationen mit 1.935 Ladepunkten im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Bereich.
- Energieeffizienz: Mit den eingesetzten hybridisierten Bussen konnten im Projektzeitraum mehr als 90.000 Liter Diesel eingespart werden. Dies entspricht ca. 270 Tonnen des Treibhausgases CO<sub>2</sub>.
- Einsatz erneuerbarer Energien: Beim Einsatz von Ladestrom aus erneuerbaren Energien traten je nach Fahrzeugklasse CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 16 und 29 gCO<sub>2</sub>/km innerhalb der Modellregionen auf.
- Sicherheit: Innerhalb der Sicherheitsdokumentation der eingesetzten Elektrofahrzeuge konnten während des Betriebs keine Fehler oder Mängel beobachtet werden, die eine Gefahr für Nutzer darstellten. 90% aller identifizierten Fehler hatten technisch-mechanische Ursachen, die bereits während des Programms von den Herstellern behoben werden konnten. Rund 30% davon waren nicht elektrofahrzeugspezifisch.
- Mehr als 20 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen haben im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung mit einem einheitlichen Datenset gemeinsame Daten zur Nutzerakzeptanz in allen Modellregionen erhoben.
- Rund 2.300 Nutzerbefragungen sind durchgeführt worden zu Themen wie Erwartungshaltung (rund 800 Befragungen), erstem Eindruck (rund 1.000 Befragungen) und Erfahrungen mit Elektromobilität (rund 500 Befragungen).

## >> 2. MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT – DIE STRATEGIE

Der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität ist mittlerweile weitestgehend veraltet. **Abbildung 3** gibt einen Überblick über die strukturbildenden Elemente der Programmstrategie. Das Strategiekonzept gliedert sich in drei Ebenen: die Ebene der überregionale Technologieförderung, die Ebene der Demonstration in acht Modellregionen und die Ebene der übergeordneten thematischen Plattformen. Diese drei Ebenen des Programms werden durch eine umfassende Organisationsstruktur aus lokalen und zentralen Elementen umgesetzt.

### ÜBERREGIONALE TECHNOLOGIEPROJEKTE

Zum Start des Förderschwerpunktes standen nur wenige Elektrofahrzeuge zur Verfügung. Es wurde früh erkannt, dass insbesondere die anspruchsvolle Fahrzeugtechnik weiterer Entwicklung und Investitionen bedurfte. Um die Technologieentwicklung weiter voranzutreiben und Engpässe im Demonstrationseinsatz zu vermeiden, wurden überregionale Projekte im Bereich der technologieoffenen Forschung und Entwicklung gefördert. Diese Projekte widmeten sich folgenden Themenfeldern:

- Hybridisierung im Schwerlastverkehr sowie für Schienenverkehrsanwendungen und den ÖPNV,
- Technologieentwicklung und Erprobung von Zweirädern,
- Flottentests mit Fahrzeugen,
- Realisierung von neuartigen Fahrzeugkonzepten mit Elektromobilität,
- Entwicklung und Erprobung elektrifizierter Sportwagen,
- Aufbau von Batterietestzentren sowie
- neuartige induktive Energieversorgungssysteme im öffentlichen Verkehr auf Straße und Schiene.

### ACHT MODELLREGIONEN

Um den Markthochlauf optimal vorzubereiten, sollte die alltags- und nutzerorientierte Demonstration in Modellregionen durchgeführt werden. Dafür wurde ein deutschlandweiter Wettbewerb ausgeschrieben, im Ergebnis wurden aus 130 Bewerbungen acht Modellregionen ausgewählt. Die Entscheidung fiel auf folgende Metropol- und Flächenregionen:

- Hamburg
- Bremen / Oldenburg
- Berlin / Potsdam
- Rhein-Ruhr
- Sachsen
- Rhein-Main
- Region Stuttgart
- München

Auf die lokalen Gegebenheiten zugeschnitten, konnte in diesen Modellregionen die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung optimal eingebunden werden. Dies geschah innerhalb der Regionen mit jeweils verschiedenen Schwerpunkten und einer Vielzahl unterschiedlicher Akteure.

Zur Markt- und Technologievorbereitung wurden alle für den späteren Markterfolg entscheidenden lokalen und regionalen Akteure sowie Technologien zusammengebracht. Auch vorhandene Netzwerke und Kooperationen konnten so wirksam genutzt werden.

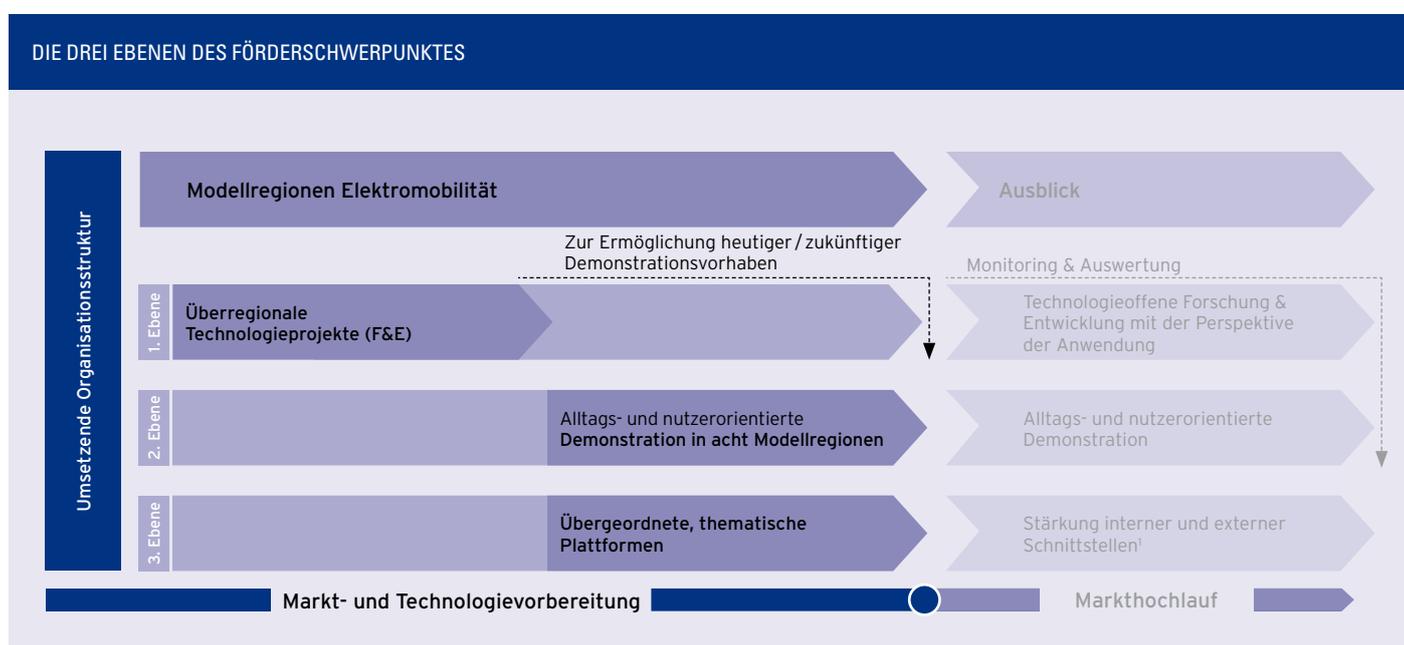


ABBILDUNG 3

### Typische Zusammensetzung der Projektkonsortien

- **Akteure:** Fahrzeughersteller, Entwickler von Komponenten, überregionale Energieversorgungsunternehmen (EVU) und regionale Stadtwerke als Errichter und Betreiber von Ladeinfrastruktur, Dienstleister, öffentliche Hand
- **Verkehrsträger:** Bus- und Schienenanwendungen, Pkw, Nutzfahrzeuge inkl. Schwerlastanwendungen, Zweiräder

### Ganz unterschiedliche Zielstellungen charakterisierten die einzelnen Projekte, etwa:

- Aufbau und Entwicklung von Infrastruktur unter Berücksichtigung eines offenen, diskriminierungsfreien Zugangs
- Untersuchung des regional unterschiedlichen (Elektro-)Mobilitätsverhaltens unter Alltagsbedingungen
- Vernetzung der unterschiedlichen Anwendungen und Nutzer: Integration von Elektrofahrzeugen in intermodale Verkehre (z.B. Vernetzung von Schiene und Straße) und Mobilitätsdienstleistungen (z.B. Carsharing), in private und dienstliche Mobilitätsmuster sowie in den Wirtschafts- und Lieferverkehr
- Berücksichtigung von spezifischen stadtplanerischen und städtebaulichen Aspekten, damit übergreifende Verkehrskonzepte initiiert werden können
- Entwicklung und Analyse von Geschäftsmodellen der regionalen Unternehmen und Organisationen, z.B. Zusammenarbeit des örtlichen Energieversorgers mit ÖPNV-Unternehmen und Flottenbetreibern

### THEMATISCHE PLATTFORMEN

Von den erwähnten sieben Plattformen dienten sechs der Bearbeitung inhaltlicher Fragestellungen. Die siebte Plattform konzentrierte sich auf die übergreifende Programm-Kommunikation. Aufgabe aller Plattformen war die Beantwortung übergreifender Fragestellung und die Gewährleistung eines Informationsaustausches zwischen den Modellregionen, um gute Beispiele zu identifizieren und Doppelarbeiten zu vermeiden. Eine zentrale Maßnahme hierfür war einerseits der direkte Erfahrungsaustausch zwischen den Projektpartnern innerhalb der acht Modellregionen und dem BMVBS. Andererseits wurde gleichzeitig die langfristige Vernetzung aller Beteiligten initiiert. Die Plattformen konnten auf unterschiedlichste Daten aus allen Modellregionen zurückgreifen, von der Nutzerbefragung bis zu einzelnen Messdaten aus den Fahrzeugen. Diese Daten wurden zumeist von den beteiligten Partnern, Unternehmen und Forschungseinrichtungen, bereitgestellt und aufbereitet.

### PARTNERSTRUKTUR DER PLATTFORMEN

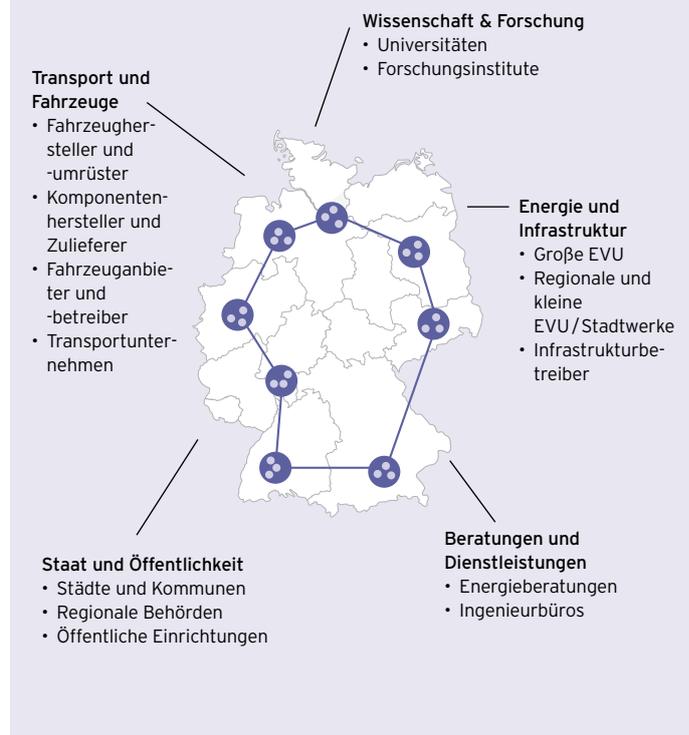


ABBILDUNG 4

Der Teilnehmerkreis der Plattformen in [Abbildung 4](#) spiegelt die Struktur der Projektverbände in den Modellregionen wider. Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung sowie der öffentlichen Hand befassten sich gemeinsam mit derzeitigen und zukünftigen Herausforderungen der Elektromobilität.

[Abbildung 5](#) stellt die Vernetzung der thematischen Plattformen dar. Die Plattformen waren gegliedert in drei Schwerpunktthemen: innovative Antriebe Bus, innovative Antriebe Pkw und Transporter sowie Infrastruktur. Ergänzt wurden diese durch folgende Querschnittsthemen: ordnungsrechtlicher Rahmen, sozialwissenschaftliche Begleitforschung, Begleitforschung Umwelt und Begleitforschung Sicherheit. An diesen Themen wurde in unterschiedlichen Konstellationen gearbeitet: einzeln oder plattformübergreifend, im regelmäßigen Austausch oder in vertiefenden Arbeitsgruppen.

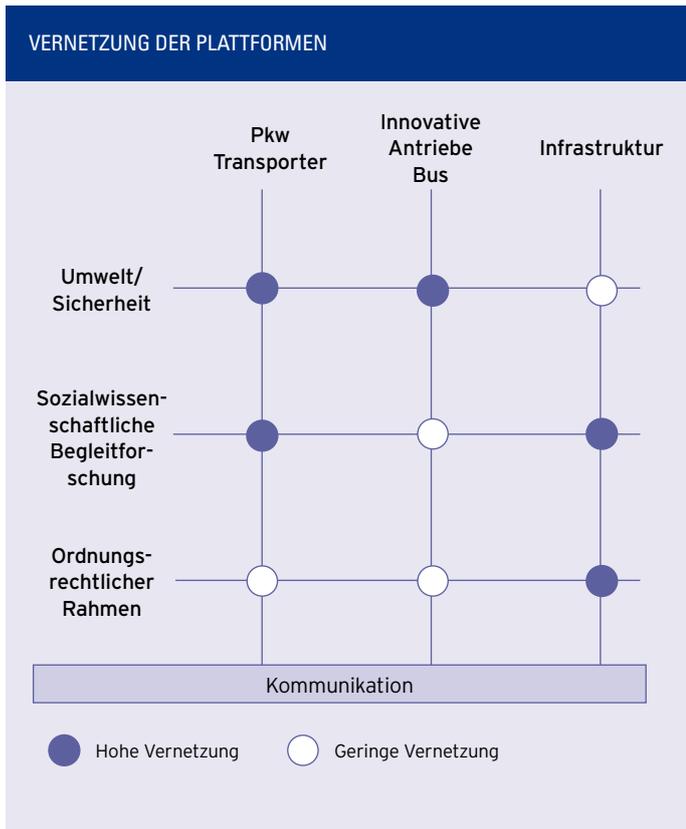


ABBILDUNG 5

### UMSETZENDE ORGANISATIONSSTRUKTUR

Zur Umsetzung des Förderschwerpunkts mit seinen drei Programmebenen (s. Abbildung 3) wurden bestehende Organisationseinheiten in eine Struktur integriert sowie andere neu entwickelt (s. Abbildung 6).

Das BMVBS entwickelte und verantwortete den Förderschwerpunkt insgesamt und sorgte für die inhaltliche Koordination mit anderen Aktivitäten der Bundesregierung und die Verankerung in den politischen Kontext. Das Bundesministerium zeichnete dabei verantwortlich für die inhaltliche Schwerpunktbestimmung im Bereich Elektromobilität und bildete die Schnittstelle zur Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE).

Das Programmmanagement und die Gesamtkoordination der Modellregionen erfolgten durch die NOW GmbH Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW). Dies umfasste die inhaltliche Vorbereitung der Projektauswahl anhand der vom BMVBS erarbeiteten Schwerpunkte und die daraus folgende Konkretisierung von Projektskizzen aus Industrie, Wissenschaft und Kommunen mit den regionalen Projektleitstellen. Darüberhinaus initiierte und koordinierte die NOW die sieben übergeordneten Plattformen und begleitete die Einzelprojekte und Verbundvorhaben bei der Umsetzung.

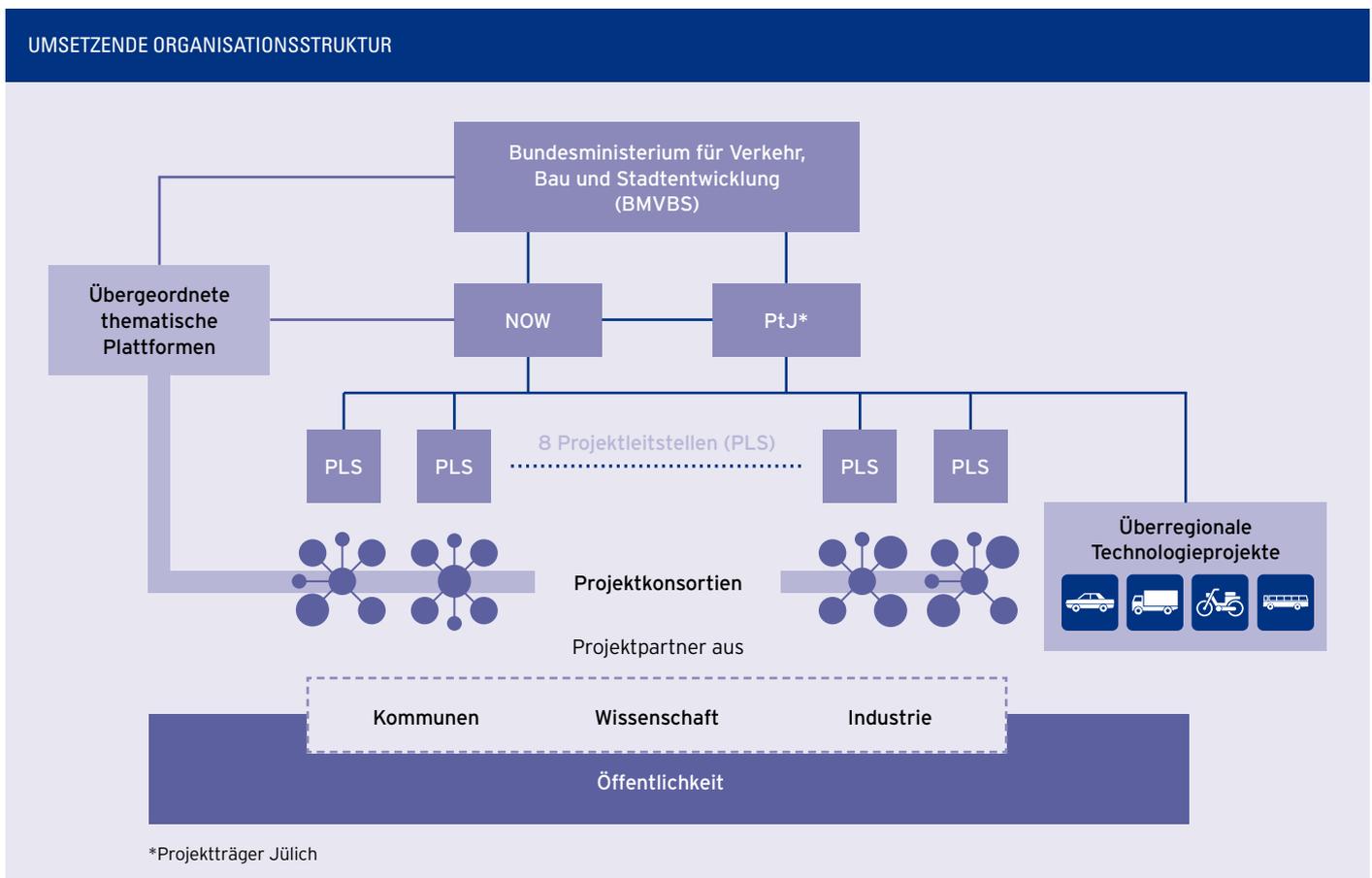


ABBILDUNG 6

Nach Projektauswahl und -übergabe durch das BMVBS und die NOW betreute der Projektträger Jülich (PtJ) die Projektpartner administrativ in der Antragstellung und erteilte die unverbindlichen Inaussichtstellungen (UIA) sowie im weiteren Verlauf die Förderbescheide. Der Projektträger verwaltete außerdem die Fördermittel, unterstützte in der Projektabwicklung und war für die Abrechnung zum Ende der jeweiligen Laufzeit verantwortlich.

Die Organisation und Durchführung der Projekte innerhalb der acht Modellregionen erfolgte über regionale Projektleitstellen (PLS), die ebenfalls durch das Programm gefördert wurden. Die PLS wurden von regional verankerten Akteuren aus den Bereichen Wirtschaftsförderung, Stadtwerke, Energieagenturen und aus sonstigen öffentlich-privaten Partnerschaften aufgebaut. Auf diese Weise konnten die lokale und regionale Partizipation schnell gewährleistet und die regionale Verantwortung für die Programmumsetzung gestärkt werden. Schnell bauten die regionalen Leitstellen Kompetenzen darin auf, regional Akteure miteinander in Kontakt zu bringen und Projektkonsortien zusammenzuführen.

### >> 3. MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT – DIE ERGEBNISSE

Bezogen auf die wirtschaftliche Bedeutung, die effektive Umsetzungsstruktur, die Anzahl der eingesetzten Fahrzeuge, die aufgebaute Infrastruktur, die thematische Breite und die Vielfalt der eingebundenen Partner sind die Modellregionen Elektromobilität Ende 2011 das umfangreichste deutsche Förderprogramm für batterieelektrische Mobilität. In den letzten zwei Jahren konnten dadurch wertvolle Erkenntnisse zur Fortentwicklung der Elektromobilität gewonnen werden.

#### WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG

Der Förderschwerpunkt „Elektromobilität in Modellregionen“ des BMVBS ist aus Mitteln des Konjunkturpakets II zur Zeit der globalen Wirtschaftskrise 2008/09 gestartet worden. In wirtschaftlich unsicherer Lage konnten Partner zur Umsetzung gewonnen werden. Auch darüber hinaus hat das Programm positive gesamtwirtschaftliche Impulse ausgelöst, u. a. bei der Unterstützung der deutschen Hersteller hinsichtlich der Entwicklung der Fahrzeuge, die teilweise schon für 2012 angekündigt sind.

Es ist gelungen, auf dem langfristigen Weg zum Markthochlauf und Volumenmarkt (s. [Abbildung 7](#)) bereits in den letzten zwei Jahren eine Vielzahl positiver wirtschaftlicher Effekte durch den Förderschwerpunkt zu erreichen:

- Die Innovationskette wurde bei den beteiligten Unternehmen unterstützt, indem ein Ausgleich für Einschnitte in Forschungs- und Entwicklungsbudgets im Jahr 2009 geschaffen wurde.
- Durch die Überbrückung von Finanzierungslücken in frühen Produktzyklusphasen wurde ein wichtiger Beitrag zur Marktvorbereitung geleistet, etwa bei neuen Produkten oder Mobilitätslösungen mit hohem gesellschaftlichen Nutzen und zugleich hohem finanziellen Risiko für Hersteller und Betreiber.
- Die Nachfrage für Flottenanwendungen der Elektromobilität wurde gestärkt, indem eine große Anzahl und Vielfalt von industriellen Partnern zu einer Beteiligung motiviert wurden (ca. 150 privatwirtschaftliche Unternehmen verschiedener Wertschöpfungsstufen und Größen, von insgesamt 220 eingebundenen Partnern).
- Im Zukunftsfeld Elektromobilität wurden entscheidende Kompetenzen (z.B. bei Anbietern von Leistungskomponenten und -systemen) bei unterschiedlichen Partnern aufgebaut.
- Durch den Aufbau regionaler Netzwerke wurden tragfähige Strukturen für zukünftige Kooperationen geschaffen.
- Erste Geschäftsmodelle wurden entwickelt und erprobt.
- Durch Erfahrungen im Alltagseinsatz und die Bereitstellung von zielgruppenspezifischen Informationen für Nutzer und Betreiber wurde eine Grundlage für zukünftige Investitionsentscheidungen geschaffen und erstes Kaufinteresse für (Test-) Fahrzeuge nicht nur bei Innovatoren geweckt.

#### UMSETZUNGSVERLAUF

Die organisatorische Umsetzung des Förderschwerpunktes wurde von den Teilnehmern als erfolgreich und zielführend bewertet. Das ergab unter anderem eine unabhängige Evaluation des Programms. Nach leichten Verzögerungen zu Beginn der Umsetzung, u. a. hervorgerufen durch die Komplexität der aufzubauenen Strukturen, haben sich die zentralen und regionalen Organisationsstrukturen bewährt.

Die Projekt- und Fördermittelvergabe im Förderschwerpunkt „Elektromobilität in Modellregionen“ erfolgte in vier Etappen ([vergleiche Abbildung 8](#)). Dem Aufruf zur Interessenbekundung, Einreichung von Projektskizzen und Konkretisierung sowie Ausarbeitung von Projektvorschlägen im Jahr 2009 folgte die formale Antragstellung im nächsten Jahr. Auf Grundlage einer unverbindlichen Inaussichtstellung (UIA) konnten die Projekte schnell ihre Arbeit aufnehmen. Hierdurch wurde gewährleistet, dass die Projektpartner eine vorgezogene Absicherung für die anstehenden F&E-Investitionen bekamen. Parallel zu diesem Prozess erfolgte die Erstellung und Übermittlung der Förderbescheide planmäßig über das Jahr 2010 und damit die Bindung der Fördermittel an die eingereichten Projekte. Dieser Prozess wurde planmäßig zum Jahresende abgeschlossen. Der Mittelbindung folgte seit Mitte 2010 der Mittelabfluss gemäß der ursprüng-

INNOVATIONSKETTE BIS ZUM VOLUMENMARKT

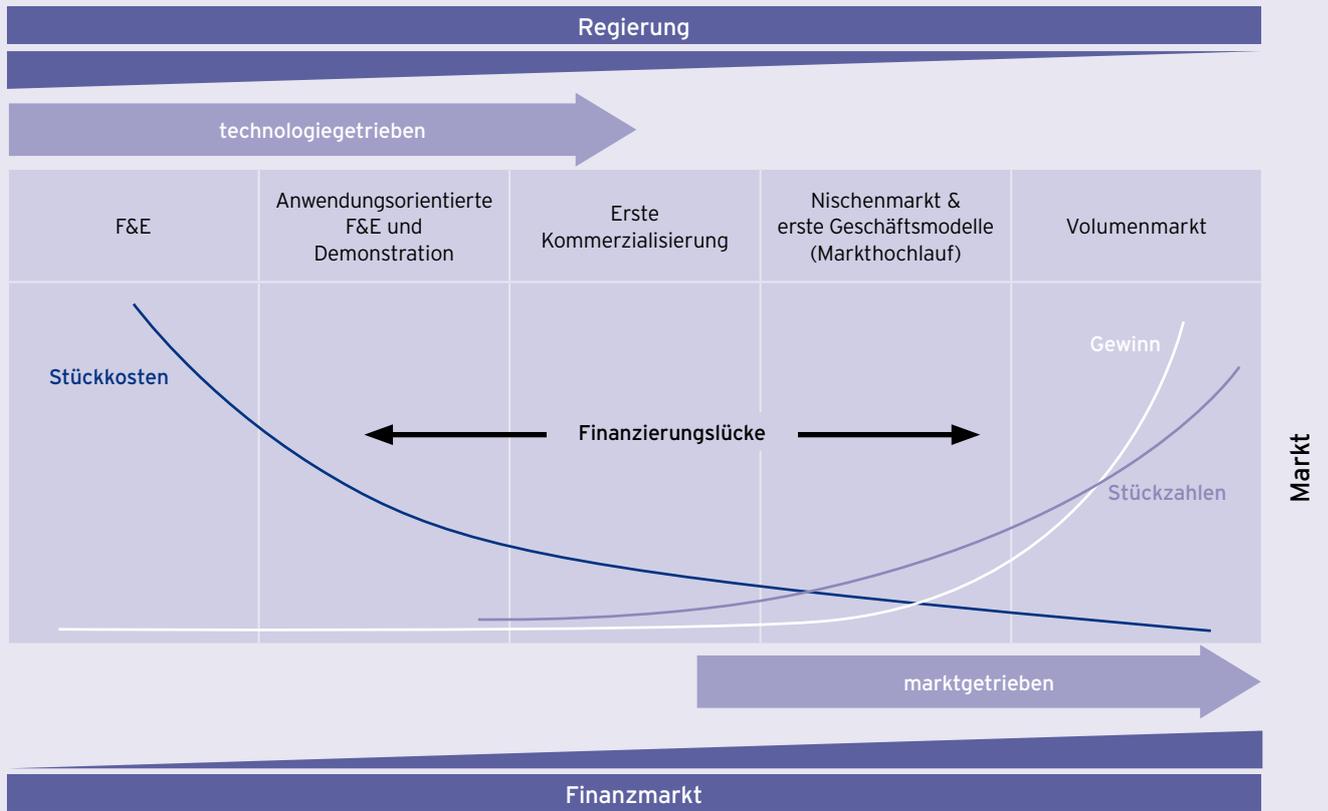


ABBILDUNG 7

FÖRDERBESCHIED E UND MITTELABRUF

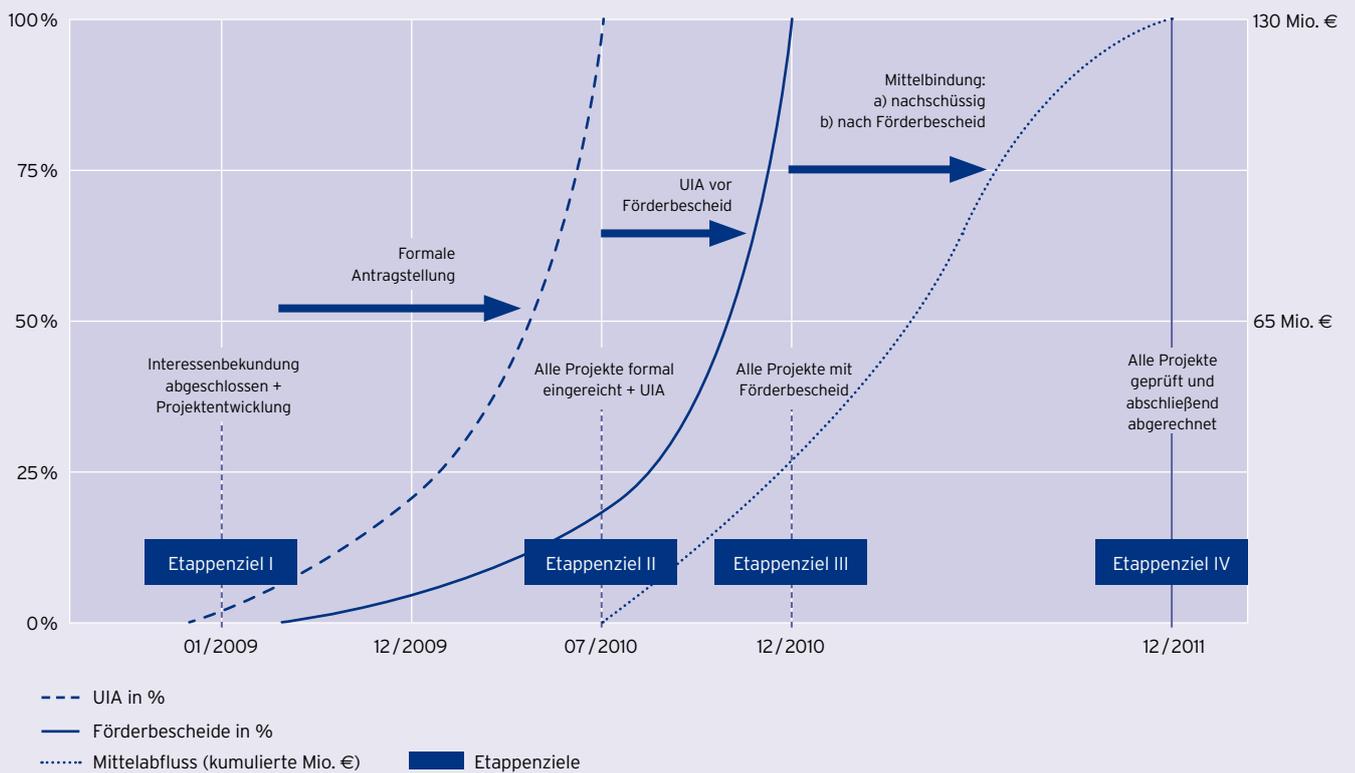


ABBILDUNG 8

lichen Planung. Der Zielwert für das Jahr 2010 wurde mit ca. 50 Mio. Euro Mittelbindung zum Jahresende sogar übertroffen. Der Mittelabruf wurde bis Ende 2011 planmäßig umgesetzt.

**FAHRZEUGEINSATZ UND INFRASTRUKTURAUFBAU**

Die Kernbestandteile der nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder waren die in Betrieb gebrachten Fahrzeuge und der aufgebaute Ladeinfrastruktur. Die folgende Übersicht gibt Auskunft über beide Kategorien. Innerhalb der Projekte konnten 2.476 Fahrzeuge aus fünf Fahrzeugsegmenten in unterschiedlichen Einsatzgebieten vielfältig und alltagsnah erprobt werden. Einbezogen waren Hybrid- und vollelektrische Fahrzeuge. Ergänzend dazu wurden 1.935 Ladepunkte aufgebaut. Es wurde hierbei nach öffentlich zugänglichen, halböffentlich zugänglichen und privaten Ladepunkten unterschieden.

Die positiven Einsatzerfahrungen zeigen die grundsätzlich richtige Stoßrichtung der Maßnahmen. Zwar gab es im Technologieeinsatz Einzelfälle, in denen die Technik Probleme bereitete (u. a. in den Bereichen Infrastruktur und Fahrzeugtechnik), diese wurden aber mehrheitlich erkannt und teilweise während der Projektlaufzeiten abgestellt. Dennoch kann die Erprobung unter Alltagsbedingungen noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Der Bedarf für die Weiteruntersuchung und Optimierung ist vielfältig. So zeigen die getesteten Fahrzeuge technischen Anpassungsbedarf, zum Beispiel im Winterbetrieb, bei den Reichweiten,

der Effizienzsteigerung, der Verbesserung der Fahrzeugqualität und im Bereich Wartung und Service.

Die Demonstrationsprojekte haben auch gezeigt, dass es nicht genügt, konventionelle Fahrzeuge durch Elektrofahrzeuge auszutauschen, um der aktuellen Verkehrsentwicklung zu begegnen. Vielmehr werden in Zukunft verstärkt langfristige Lösungen zu erarbeiten und zeitnah anzugehen sein: Förderung des ÖPNV, stärkere Vernetzung von Individualverkehr, ÖPNV und Schienenverkehr für längere Strecken sowie verschiedene Formen des Carsharing.

**ZWISCHENFAZIT: MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT – EIN MODELL FÜR DIE ZUKUNFT**

Insgesamt kann der Förderschwerpunkt Elektromobilität des BMVBS als Erfolg bewertet werden. Neben den bedeutenden Zahlen zum Fahrzeugeinsatz und Ladeinfrastrukturaufbau hat die Arbeit in den Modellregionen bei allen Akteuren zu verwertbarem und nachhaltigem Wissen auf Grundlage einer breiten Erfahrungsbasis geführt. Der offene Technologieansatz und die laufende, moderierte Vernetzung aller Akteure untereinander, durch PLS regional und durch Plattformen übergeordnet, sind dabei als besonders erfolgreich zu bewerten. Die räumliche Nähe und Zusammengehörigkeit der Akteure machte es zudem einfacher, eine große Aufmerksamkeit von Medien und Öffentlichkeit zu generieren und zu bedienen.

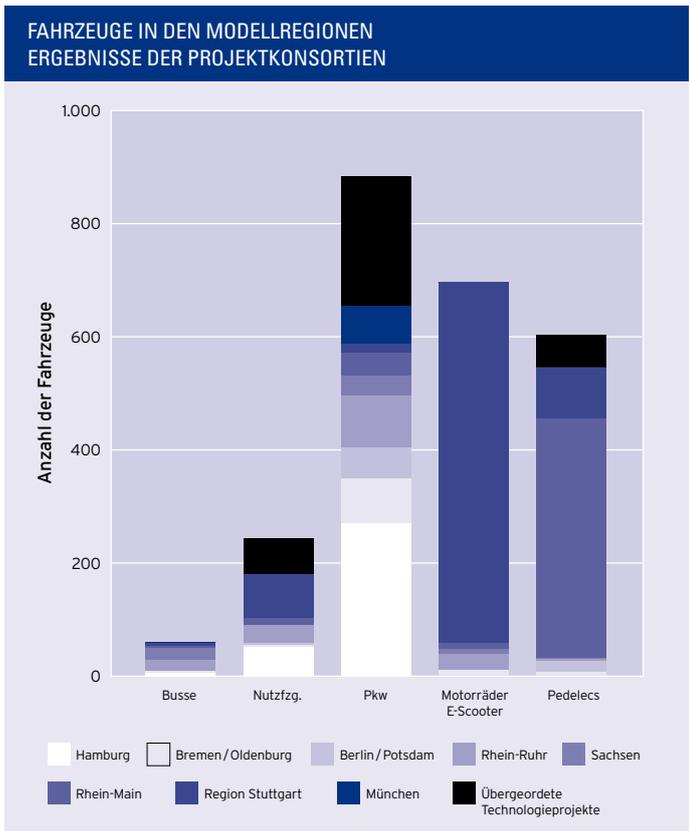


ABBILDUNG 9 A

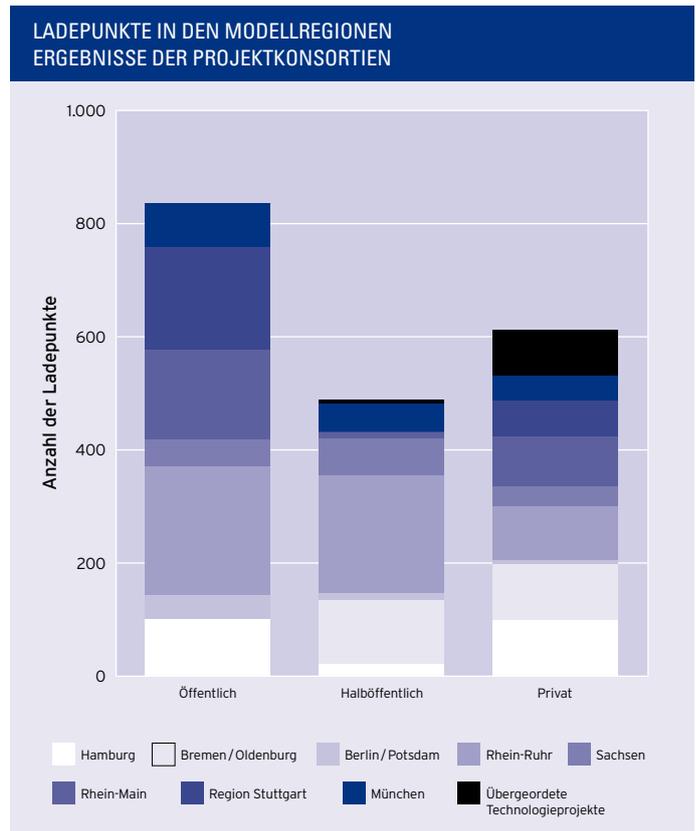


ABBILDUNG 9 B

### ERGEBNISSE NACH HANDLUNGSFELDERN

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse des Programms nach sechs Handlungsfeldern angeordnet.



#### Elektromobilität im Individualverkehr

Im Bereich Individualverkehr wurden im Zusammenspiel von Herstellern, Betreibern und Infrastrukturpartnern eine Vielzahl von Fahrzeugen und entsprechende Infrastrukturen eingesetzt. Insgesamt waren in den Modellregionen 881 Pkw unterwegs. Ziel war hier vornehmlich, Batteriefahrzeuge im täglichen Personenverkehr zu erproben.

Daneben war die Erprobung von Zweirädern (Motorräder bzw. E-Scooter) und elektrifizierten Fahrrädern ein weiterer Bestandteil der Demonstrationseinsätze. Aufgrund der fortgeschrittenen Marktreife dieser Fahrzeuge ging es dabei hauptsächlich darum, verschiedene neue Verwendungsmöglichkeiten für die Fahrzeuge zu testen und so ihr Potenzial in der Mobilitätsgestaltung auszuloten. Beispiele dafür waren die Integration von Pedelecs und E-Scootern in das Angebot von Carsharing-Flotten und ihre Nutzung als günstige Pendlerfahrzeuge auf mittleren Strecken zwischen 5 und 15 km, die mit dem Fahrrad nicht für jeden zu bewältigen sind. Zur Untersuchung wurden im Rahmen der Modellregionen beispielsweise kommunale Einrichtungen und Wirtschaftsunternehmen gefunden, die Pedelecs für einen Demonstrationszeitraum als Dienstfahrzeuge einsetzten oder als Pendlerfahrzeuge für den Arbeitsweg bereitstellten.

Rund 250 Fahrerinnen und Fahrer nutzten die Fahrzeuge privat und/oder beruflich auf ihren täglichen Strecken. Zahlreiche Personen konnten überdies auf Probefahrten einen ersten Eindruck von Elektromobilität gewinnen. Zur Auswertung wurde auch im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung eine zentrale Datenplattform bereitgestellt, auf die alle relevanten Nutzerdaten übermittelt wurden. Parallel wurde zudem die Alltagstauglichkeit der Elektrofahrzeuge in Firmenflotten getestet.

Die Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung belegen, dass sich Elektrofahrzeuge für den privaten Einsatz erst mittelfristig in größerem Umfang durchsetzen werden. Perspektivisch bietet sich - aufgrund der momentan noch geringen Reichweiten und hohen Ladezeiten - die Verwendung von Elektrofahrzeugen im Privatbereich für Stadtfahrten oder Berufspendler an. Ein überraschendes Ergebnis in diesem Kontext war die positive Resonanz der Elektromobilität in ländlichen Gegenden. Gründe dafür sind die zumeist vorhandene private Stellfläche mit privatem Stromanschluss und die gute Planbarkeit der Pendlerstrecken, die zudem in der Regel innerhalb der Reichweite eines Ladezyklus liegen.

Eine Hürde sind die vorerst noch hohen Anschaffungskosten. Verschiedene Formen des Carsharing, zum Beispiel nachbarschaftlich organisiert, können helfen, diese schneller zu aufzufangen.

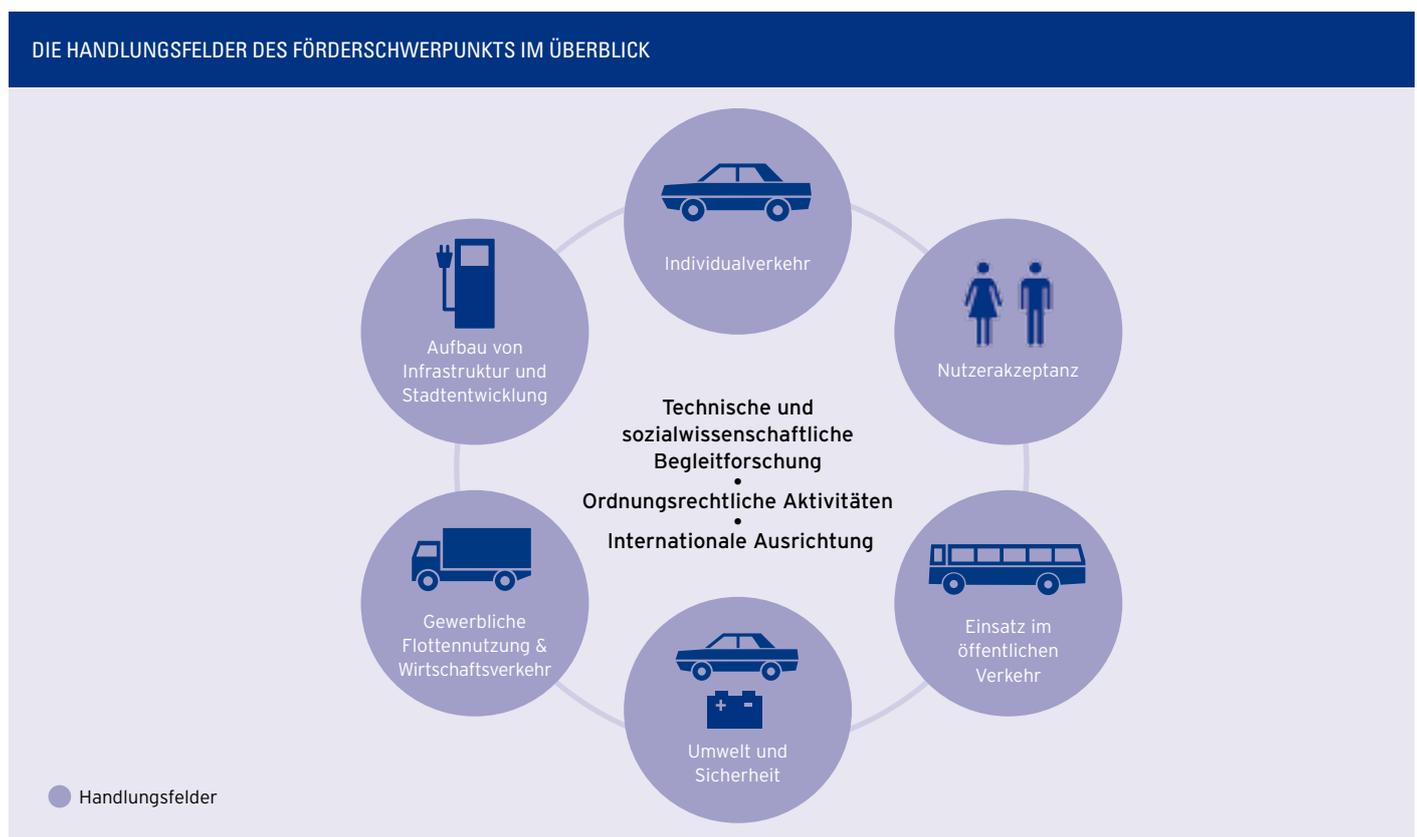


ABBILDUNG 10

Besondere Aufmerksamkeit verdient ein weiteres Ergebnis der Nutzerbefragung, das sich für die Entwicklung eines batterieelektrischen Individualverkehrs als richtungweisend herausstellen könnte: Als besonders zukunftsstrahrend beurteilen die Befragungsteilnehmer die Integration von elektrischen Fahrzeugen in breitere Mobilitätskonzepte, zum Beispiel in der Kombination mit ÖPNV, als Teil von Carsharing oder in intermodalen Ansätzen. Das Elektroauto wird also nicht nur als Weiterentwicklung für den konventionellen Privatwagen, sondern auch als Teil einer nachhaltigen Mobilitätskette gesehen und akzeptiert.

Elektrische Zweiräder sind größtenteils marktreif und kommen, vor allem wegen der generell niedrigeren Kosten, für viele Nutzer schon in Frage. Dies belegen die Befragungen zur Nutzerakzeptanz, die im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung durchgeführt wurden. Von Elektrofahrzeugen erwarten die Nutzer im Wesentlichen Fahrvergnügen, Umweltfreundlichkeit, Alltagsnutzen und einfache Handhabung. Dies gilt nach den vorliegenden Daten für Zweiräder noch viel mehr als für Pkw oder Nutzfahrzeuge.



#### Einsatz im öffentlichen Verkehr

Die Projektkonsortien in diesem Bereich befassten sich hauptsächlich mit dem Einsatz von Hybridbussen im Stadtverkehr. Insgesamt waren 59 Hybrid-

busse mit innovativen Antrieben im Rahmen der Modellregionen in Betrieb. Dabei wurde eine Fahrleistung von knapp einer Million Kilometern bei insgesamt mehr als 50.000 Einsatzstunden erbracht. Die durchschnittliche tägliche Fahrleistung der Hybridbusse lag bei rund 200 Kilometern und erreicht damit annähernd die konventioneller Busse. Dies gilt auch für die durchschnittliche tägliche Einsatzdauer von 14 Stunden, die nur unwesentlich unter dem üblichen Wert für Dieselbusse liegt. Eine umfassende Betrachtung dieses Demonstrationseinsatzes hat die überregionale Plattform „Innovative Antriebe Bus“ vorgelegt. Die im Rahmen dieser Plattform gemeinsam ermittelten Erkenntnisse erlauben es erstmalig, systematisch die Praxistauglichkeit und die Klimaschutzvorteile von Hybridbussen zu bewerten.

Der Einsatz der Hybridbusse im Stadtverkehr wird grundsätzlich sehr positiv gesehen. Nach einer Einführungsphase näherte sich ihre Verfügbarkeit mit 70–80 % in den Demonstrationsprojekten der von konventionellen Bussen (ca. 95 %) an. Die Busse zeigten dabei deutliche Energieeinsparungen (bis zu 19%) und damit verbundene Umweltvorteile. Die Technologie stößt auf wachsende Akzeptanz bei den Verkehrsbetrieben. Erste Programme für Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter wurden erstellt und umgesetzt. Auch die ersten Werkstätten für die spezifischen Anforderungen von Hybridbussen konnten realisiert und in den Alltagsbetrieb überführt werden.

Noch liegen diese Energieeinsparungen hinter den theoretischen Einsparpotenzialen zurück. Nach dem bisherigen Stand der Analyse resultiert dies aus unterschiedlichen Faktoren wie zum Beispiel Betriebsmanagement, Klimatisierung, Routencharakteristik und einer eingeschränkten Vergleichbarkeit der Fahrzeuge. Die Hersteller haben diese Themen erkannt und nehmen sie in ihre Optimierungen mit auf. Zudem helfen die Ergebnisse bei der Durchführung verbesserter Messungen.

Dennoch: Aufgrund der erreichten Verringerungen des Dieselverbrauchs im Vergleich zu nicht hybridisierten Bussen konnten im Projektzeitraum in den Modellregionen Elektromobilität der Ausstoß von 270 Tonnen des Treibhausgases CO<sub>2</sub> vermieden werden. Das entspricht ca. 90.000 Litern Diesel. Ergänzend zu den Analysen und Bewertungen der Fahrzeugtechnik und des Betriebsverhaltens wurden im Rahmen der Plattform auch Erhebungen zur Akzeptanz und Wahrnehmung der Hybridtechnologie durchgeführt. Befragt wurden dabei sowohl die Busfahrer der beteiligten Verkehrsbetriebe als auch Fahrgäste und Passanten. Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Hybridbusse überwiegend positiv bewertet wurden.

Größere Potenziale hinsichtlich ihrer Umwelteffekte können voll-elektrischen Bussen zugesprochen werden. Für diese besteht allerdings noch erheblicher Entwicklungsbedarf. Derzeit sind Busse eher in der Größenordnung von Midibussen verfügbar. Erste Modelle für Linienbusse sind angekündigt. Wann und in welchem Umfang kommerzielle Linienbusse durch reine Elektrobusse ersetzt werden können, ist noch zu erforschen.

Ein Beispiel für technologische Innovationen im Bereich des öffentlichen Verkehrs sind neue induktive Energieversorgungssysteme für Busse und Bahnen, die keine aufwendigen Oberleitungen mehr benötigen und bei denen die Energieübertragung berührungslos erfolgt. Erste Projekte dazu wurden im Rahmen der Modellregionen gestartet. Weitere Informationen dazu sind im dritten Berichtsteil zu finden.

Im Bereich der Schienenverkehrs Anwendungen wurde die nachträgliche Hybridisierung von Dieselbetriebswagen erprobt. Einsatzgebiete sind nicht elektrifizierte Strecken. Diese Technologie verspricht deutliche Energieeinsparungen, und Effizienzsteigerung eröffnet der Industrie Vermarktungsperspektiven insbesondere in Ländern, in denen der Großteil des Schienenverkehrs noch nicht elektrisch erfolgt.



### Gewerbliche Flottenutzung und Wirtschaftsverkehr

Der innerstädtische gewerbliche Flottenbetrieb erscheint nach den vorliegenden Ergebnissen als ein wichtiges Einsatzgebiet für Elektrofahrzeuge. Für Flottenbetreiber rechnet sich der Einsatz von Elektrofahrzeugen früher als für den Privatkunden. Dieses Handlungsfeld könnte die weitere Entwicklung der Elektromobilität deutlich beschleunigen. Das liegt zum einen an der Planbarkeit und Kontinuität betrieblicher Fahrten. Diese ermöglichen es, den regelmäßigen Fahrt- und Ladebetrieb mit der Reichweite des Fahrzeuges abzustimmen. Geringe Reichweiten fallen so weniger ins Gewicht. Außerdem benötigen Flottenbetreiber aus diesem Grund nur in Ausnahmefällen öffentliche Ladepunkte, wie die Demonstrationseinsätze gezeigt haben. Ein weiterer Grund: Im Flottenbetrieb können spezialisierte Fahrzeuge weit effizienter eingesetzt werden als im privaten Gebrauch. So könnten Elektrofahrzeuge für den innerstädtischen Kurzstreckenverkehr und ergänzend konventionelle Fahrzeuge im Langstreckenverkehr eingesetzt werden. An anderer Stelle bringen Batteriefahrzeuge ihre Stärken schon heute gewinnbringend ein. So legen beispielsweise Paketverteilerdienste in Großstädten zwischen 80 und 120 km am Tag zurück – je nach Routenwahl auch nur 40 km. Dabei verzeichnen sie bis zu 100 Start-Stopp-Vorgänge. Elektrofahrzeuge können hierbei ihr Einsparpotenzial voll ausspielen, weil sie ohne Verluste starten und überdies bei jedem Bremsvorgang Bewegungsenergie zurückgewinnen.

In den Demonstrationsvorhaben zur gewerblichen Nutzung kamen die unterschiedlichsten Fahrzeugtypen zum Einsatz. Je nach Unternehmen waren dies kleinere und mittlere Pkw, aber auch Zweiräder, insbesondere Pedelecs. Die Fahrzeuge wurden zum Beispiel im Kundendienst eingesetzt oder waren im Auftrag der Kommunen unterwegs. Auch wenn es zumeist einer Kennenlernphase bedurfte, um Berührungängste abzubauen und die Begeisterung bei den potenziellen Fahrern zu wecken, war die Resonanz der Nutzer und der Flottenbetreiber auf breiter Basis positiv.

Auch größere Nutzfahrzeuge waren in den Modellregionen unterwegs. Der Einsatz von hybridisierten oder vollelektrischen Nutzfahrzeugen hat sich für gewerbliche Anbieter sogar als besonders interessant erwiesen. Im Bereich Transporter wurden Nutzer aus Handel, Handwerk und Kurierdiensten angesprochen. Erprobt wurden der Marktsituation entsprechend Umrüstfahrzeuge und Vor- oder Kleinserienmodelle. Der Schwerpunkt lag auf mittelschweren Lkw mit Hybridantrieb sowie im batterieelektrischen Bereich auf kleinen und mittleren Transportern wie dem Renault Kangoo oder dem Vito E-CELL von Mercedes-Benz. Insgesamt wurden 243 Nutzfahrzeuge eingesetzt, darunter auch spezielle Fahrzeuge wie etwa Abfallsammler mit Hybridantrieb, die auch unter Alltagsbedingungen erprobt wurden. Bei diesen

Fahrzeugen, die im ständigen Start-Stopp-Betrieb viel Kraftstoff benötigen, konnte der Verbrauch im Versuch um ein Drittel reduziert werden. Außerdem wurden die Lärmemissionen um 15 dB(A) verringert.

Analog zu den Ergebnissen im Bereich Pkw und Zweiräder sind die batterieelektrischen Nutzfahrzeuge bereits heute effizient einsetzbar. Zwar stellen hohe Investitionskosten derzeit noch ein Hindernis auf dem Weg zum wirtschaftlichen Betrieb dar, doch neben den bereits erwähnten Vorteilen kommen in diesem Bereich weitere Stärken von Elektromobilität zum Tragen, die zum Teil bereits wirtschaftlich kalkulierbar sind. Dazu zählt beispielsweise die Möglichkeit, auch zu Tagesrandzeiten oder in lärmberuhigten Wohngebieten Waren zu liefern. Schon die Ausweitung dieses Nutzungsfensters kann wirtschaftlich den Einsatz der neuen Technologie rechtfertigen. Dies gilt ebenso für mögliche Einfahrbeschränkungen in Innenstädten („Umweltzonen“).

Gerade im betrieblichen Einsatz ist die Wirtschaftlichkeit ein entscheidendes Kriterium. Anhand der weiteren Entwicklung wird sich konkretisieren, in welchen betrieblichen Einsatzfeldern Elektrofahrzeuge ihre Vorzüge am besten und zum wirtschaftlichen Vorteil einbringen können, gerade bei kleineren Unternehmen mit wenig Investitionsspielraum. Es ist daher notwendig, Einführungsstrategien sehr spezifisch an das jeweilige Unternehmen und die eingesetzten Fahrzeuge anzupassen. Das „Handbuch für Flottenbetreiber“, das im Rahmen der Plattformaktivitäten als ein zentrales Ergebnis in diesem Bereich gelten darf, skizziert die praktische Herangehensweise, um Elektromobilität in betriebliche Flotten von bis zu 100 Fahrzeugen wirkungsvoll zu integrieren. Vorgestellt wird ein fünfstufiges Verfahren, das für geschlossene Fuhrparks von Unternehmen und Kommunen sowie offene Flotten im Carsharing oder von Mietwagenanbietern gleichermaßen gelten kann. Die Stufen des Verfahrens sind:

1. Analyse des Fuhrparks
2. Elektromobilitätsszenarien für den Fuhrpark
3. Testphase mit Elektrofahrzeugen
4. Beschaffungsmanagement
5. Schulung der Mitarbeiter und Implementierung

Insbesondere die Schulung der Mitarbeiter hat sich in den durchgeführten Flottenversuchen als wichtig herauskristallisiert. Es ist grundsätzlich sinnvoll und zielführend, alle Mitarbeiter – neben den vorgeschriebenen sicherheitstechnischen Einweisungen und Schulungen – auch über die Elektromobilität im Allgemeinen, ihren Nutzen und ihre Stärken zu informieren sowie die angeschafften Fahrzeuge mit ihren besonderen Eigenschaften vorzustellen. Die Nutzerbefragungen haben auch gezeigt, dass die Resonanz der Fahrer, sind sie einmal auf ein Elektrofahrzeug umgestiegen, überwiegend sehr positiv ist und bei längerer Nutzung auch bleibt.



**Aufbau von Infrastruktur und Stadtentwicklung**

Neben technischen Aspekten der verschiedenen Ladeeinheiten für den öffentlichen, halböffentlichen und privaten Bereich standen Themen wie

Infrastrukturaufbau, Standortbestimmung, rechtliche Betriebsaspekte und Zugangs- und Abrechnungsmodalitäten im Vordergrund der einzelnen Vorhaben.

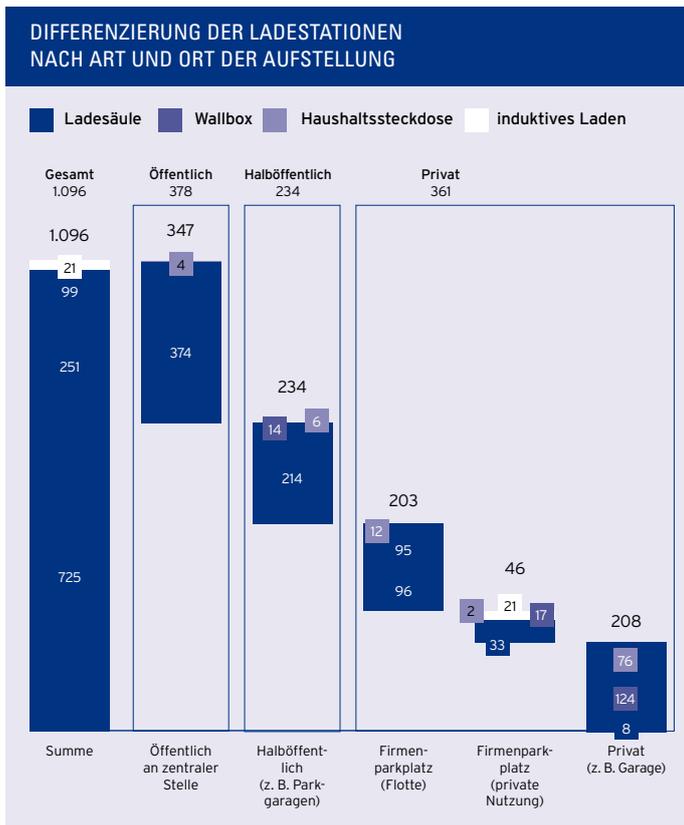


ABBILDUNG 11

Insgesamt wurden in den Modellregionen 1.096 Ladestationen geplant und errichtet; davon sind 378 öffentliche, 234 halböffentliche und 484 private Ladestationen (siehe Abbildung 11). Ebenfalls darunter sind über 20 kontaktlose induktive Ladepunkte, die ohne Ladekabel arbeiten. Pro Ladestation wurden in der Regel mehrere Ladepunkte angeboten. In Summe sind deshalb 1.935 Ladepunkte entstanden.

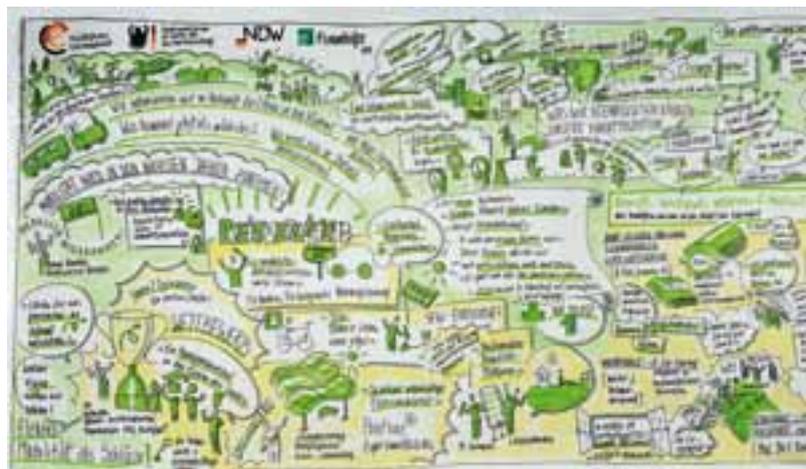
Es ist festzustellen, dass der Aufbau einer öffentlichen Ladestruktur geringer ausgefallen ist als noch 2009 geplant. Neben einer Verlagerung in den halböffentlichen Bereich und einer guten Nutzbarkeit der privaten Ladeinfrastruktur (inklusive Wallboxen) wurden im öffentlichen Bereich Kosten für Aufbau und Wartung von Ladesäulen vor Projektstart unterschätzt sowie die zu erzielenden Erlöse überschätzt. Die Suche nach zukünftigen Geschäftsmodellen hält weiterhin an. Einen Einblick in die

Komplexität des Infrastrukturaufbaus gibt die Publikation „Szenarien zum Infrastrukturaufbau für Elektromobilität - Ergebnisse aus Expertenworkshops der Plattform Infrastruktur“.

Immer wieder kam es bei der Planung öffentlicher Ladestationen auch zu Schwierigkeiten und Verzögerungen im Zusammenspiel von Kommunen und Antragstellern. Für dieses Problemfeld konnten in der überregionalen Plattform Infrastruktur ganz entscheidende Leitlinien und Lösungen erarbeitet werden - in enger Zusammenarbeit von öffentlicher Hand und Privatwirtschaft. Die so entstandene Veröffentlichung „Praxisleitfaden - Aufbau einer öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Genehmigungsbehörden und Antragsteller“ sorgt für mehr Transparenz in den Bereichen Planung, Genehmigung und technische Umsetzung und leistet mit seinen Best-Practice-Beispielen aus den Modellregionsprojekten wertvolle Hilfestellung.

Wenn auch noch keine flächendeckenden Bedarfsanalysen und durchgängigen Analysen zur Nutzungsintensität der vollständigen Infrastruktur vorliegen, hat sich bereits gezeigt, dass während der Demonstrationsprojekte ausreichend Infrastruktur vorhanden war und aufgebaut wurde. Unsicherheit im Bezug auf den bedarfsgerechten Auf- und Ausbau der (öffentlichen) Infrastruktur besteht weiterhin. Hier konnten die Modellregionsprojekte allerdings bereits erste Analysemethoden zur Bedarfs- und Standortbestimmung ausprobieren. Erste Daten zum Ladeverhalten und einem möglichen Abgleich mit der Verfügbarkeit von Strom aus erneuerbaren Energien konnten ermittelt werden, die für die künftige Definition neuer Steuerungs- und Regelsysteme für Energienetze und -speicher genutzt werden können.

Perspektivisch ist eine schnelle technische Standardisierung des Ladevorgangs bzw. der Stecker wünschenswert, um europaweit einheitliches Laden zu ermöglichen und gegenüber dem asiatischen sowie dem amerikanischen Markt nicht benachteiligt zu sein.



Zu den Herausforderungen bei der Errichtung von öffentlichen Ladepunkten gehört auch die Entwicklung tragfähiger Zugangs- und Abrechnungssysteme. Eine Vielzahl davon wurde in den Modellregionen erprobt; verschiedene Technologien kamen hierbei zum Einsatz. Besonders vielschichtig wird das Bild bei den Vertragsformen, der Preisbildung und den Zahlungsoptionen: Zwischen längerfristigen Verträgen mit Rechnungsstellung über die Flatrate bis zu Einmaltransaktionen mit EC-Zahlungsfunktion wurden die unterschiedlichsten Modelle erprobt. Ein gelungenes Beispiel ist die Kombination von „Parken & Laden“, die in der Modellregion Rhein-Main entwickelt wurde.

Wie Elektromobilität die moderne Stadtentwicklung bereichern kann, ist auch ein Thema der Plattform Sozialwissenschaftliche Begleitforschung. Wichtigstes Instrument der Arbeitsgruppe war die Städtebefragung. Zur Entwicklung eines umfassenderen Verständnisses der Anforderungen und Planungen der Städte im Bereich Elektromobilität führte das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO eine schriftliche Befragung sowie ergänzende leitfadengestützte Tiefeninterviews mit Vertretern ausgewählter Städte in den acht Modellregionen durch.

Die Erkenntnisse der Befragung zeigen: Umwelt, Verkehr und Wirtschaft sind die drei zentralen Themenfelder, die ein verstärktes Engagement der Städte im Bereich der Elektromobilität erfordern. Neben den klimapolitischen Zielen steht vor allem im Vordergrund, Emissionen von Luftschadstoffen, aber auch von Lärm lokal zu verringern.

Mit dem Thema Elektromobilität wird ein Aufschwung alternativer Verkehrskonzepte verbunden. Das bedeutet auch: Elektromobilität wird nicht als alleinige Lösung aller Verkehrsprobleme gesehen, sondern differenziert als Technologie mit besonderem Potenzial, den zunehmenden Individualverkehr zu verlagern und zu verringern. Möglichkeiten dazu bieten etwa die Verknüpfung mit dem ÖPNV und verschiedene Carsharing-Modelle. Als Vorteil wird die Steigerung der Standortqualität erwartet, sowohl als

Wirtschafts- als auch als Wohnstandort. Außerdem werden das Image und die Vorbildfunktion von Städten an dieser Stelle genannt.

Für eine funktionierende Ladeinfrastruktur bedarf es des vorrangigen Ausbaus privater und halböffentlicher Ladestationen. Der Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur sollte jedoch stadtintegriert und an wichtigen Knoten- und Verknüpfungspunkten sowie als Ergänzung der privaten und halböffentlichen Ladestationen erfolgen. Hierbei stehen Parkhäuser, P&R-Parkplätze und Umsteigepunkte wie Bahnhöfe im Vordergrund.

Wenn in den Städten bereits erste Elektrofahrzeuge zum Einsatz kommen, geschieht dies überwiegend in Fuhrparkflotten sowie bei touristischen Angeboten. Erste Konzeptentwicklungen zur Einführung der Elektromobilität werden häufig in Verbindung mit bestehenden Entwicklungsplänen wie im Bereich Verkehr oder Umwelt vorangetrieben. Weitere Informationen zur Städtebefragung sind im zweiten Berichtsteil zu finden.

Neue Erkenntnisse lieferten auch der Wettbewerb „Vision - Elektromobile Stadt der Zukunft“ sowie die gleichnamige Konferenz am 7. und 8. September 2011 im BMVBS in Berlin. Im Rahmen von vier Kategorien - Intelligente E-Mobilität, Stadtintegrierte Infrastruktur, Elektromobile Stadtgestaltung und Leben in der Elektromobilen Stadt - stellten Referenten ihre Visionen von heute bis zum Jahr 2050 vor. Während der zweitägigen Konferenz entstand eine beeindruckende Gesamtdarstellung: die Vision „Elektromobile Stadt der Zukunft“ (siehe Abbildung 12).



#### Umwelt

In übergreifenden Forschungsprojekten wurden die eingesetzten Fahrzeuge hinsichtlich ihrer Umweltwirkung untersucht und mit herkömmlichen Fahrzeugen verglichen. Dazu wurden umfassende Messdaten aus dem Fahrzeugbetrieb in allen Modellregionen betrachtet, die von den



ABBILDUNG 12: GRAFISCHES PROTOKOLL DER KONFERENZ „VISION – ELEKTROMOBILE STADT DER ZUKUNFT“

beteiligten Projektpartnern wie Fahrzeugherstellern und -betreibern oder Forschungsinstituten bereitgestellt wurden. Ein zuvor definiertes Minimaldatenset stellte sicher, dass alle wichtigen Projektdaten in einem einheitlichen Format erhoben und zusammengeführt werden konnten. Auf diese Weise konnten Rohdaten von 350 Fahrzeugen mit 155.000 Einzelfahrten (inkl. der Informationen zu Dauer, Strecke und Energieverbrauch der Batterie), 530.000 zurückgelegten Gesamtkilometern und rund 30.000 Ladevorgängen (Ladedauer und Energieabnahme) gesammelt und ausgewertet werden.

Im Mittelpunkt der Betrachtung standen der tatsächliche Energieverbrauch der Fahrzeuge und der Vergleich der Klimaauswirkungen (CO<sub>2</sub>-Emissionen) mit denen konventioneller Fahrzeuge. Dazu wurden die verfügbaren Fahrzeuge zu drei weitestgehend homogenen Gruppen zusammengefasst: Minis/Kleinstwagen und Kleinwagen, Kompakt- und Mittelklasse und leichte Nutzfahrzeuge. Für die Gesamtheit der zugrunde liegenden Fahrten konnte ein Durchschnittsenergieverbrauch von 18,4 kWh/100 km ermittelt werden. Mit Blick auf die Gruppen ließen sich folgenden Durchschnittsverbräuche ermitteln: 17,2 kWh/100 km bei Minis/Kleinstwagen und Kleinwagen, 16,9 kWh/100km bei Kompakt- und Mittelklasse und 30,4 kWh/100 km (1 kWh entspricht 0,102 l Dieseläquivalent (DK<sub>eq</sub>) bzw. 0,112 l Benzinäquivalent (OK<sub>eq</sub>)) bei den leichten Nutzfahrzeugen. Auf der Seite der gewählten Vergleichsfahrzeuge mit Verbrennungskraftmaschine lagen die Verbräuche im Bereich von 3,2 bis 6,7 l/100 km kombiniert bzw. 3,4 bis 8,3 l/100 km im Stadtverkehr. Die erfassten Verbrauchswerte der Elektrofahrzeuge geben den aktuellen technischen Stand wieder und können als Indikator für die nahe Zukunft gewertet werden. Es ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den Elektrofahrzeugen vorrangig um Vorserien- und Umbaufahrzeuge handelt. Im Zuge einer Markteinführung ist mit einer weiteren Optimierung des Verbrauchs zu rechnen. Ferner ist zu erwähnen, dass die vorliegenden Daten nahezu keinen Winterbetrieb mit zusätzlichem Verbrauch von Heizenergie einschließen.

Aus der detaillierten Auswertung der Einzelfahrten in den Modellregionen lassen sich zusammenfassende Aussagen zu Fahrtlängen, täglichen Gesamtfahrstrecken sowie Lademengen und -verhalten ableiten. Jede zweite Fahrt blieb unter 3,6 km und nur jede neunte Fahrt führte über 30 km hinaus. Die durchschnittliche Fahrtstrecke betrug rd. 7,3 km. Dabei waren die Hälfte aller Fahrten bereits nach rund 11 Minuten erledigt und knapp 90 % der Fahrten nach einer halben Stunde. Die durchschnittliche Fahrtdauer lag bei rd. 17 Minuten. Geladen wurden bei der Hälfte aller Ladevorgänge 3,5 kWh oder weniger und in 10 % der Fälle 14,6 kWh oder mehr. Die durchschnittliche Lademenge betrug 5,5 kWh. Die Dauer der Ladevorgänge betrug in der Hälfte der Fälle bis 75 Minuten, dagegen in 10 % der Fälle 3,5 Stunden und mehr. Die durchschnittliche Ladedauer lag bei rd. 2,5 Stunden.



DR. ANDREAS SCHEUER, PARLAMENTARISCHER STAATSEKRETÄR BEIM BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG, BEIM TAG DER OFFENEN TÜR DES BMVBS

Daraus lässt sich auf Grundlage der vorliegenden Datenbasis zusammenfassend ableiten, dass die Reichweite der Fahrzeuge keine Einschränkung für ihre alltägliche Nutzung darstellt.

Für eine entsprechende Beurteilung der Klimaauswirkungen der Fahrzeuge ist eine differenzierte Betrachtung der verursachten Emissionen durch die Stromerzeugung und den Verbrauch der Fahrzeuge selbst notwendig. Dazu wurden die drei Erzeugungspfade regenerativer Strom, Strom entsprechend dem deutschen Stromerzeugungsmix 2010 und Strom aus zusätzlicher Auslastung kohle- und gasbasierter Kapazitäten (sog. „Merit Order“-Strom) gewählt. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Basis von Kohle- und Gasstrom wesentlich schlechter sind als die herkömmlicher Fahrzeuge (etwa 270 bis 485 gCO<sub>2</sub>/km bei Kohlestrom und 106 bis 191 gCO<sub>2</sub>/km bei Gasstrom, jeweils in Abhängigkeit der betrachteten Fahrzeugklasse). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die Elektrofahrzeuge auf Grundlage des heutigen Strommix hervorrufen, sind mit denen der besten herkömmlichen Fahrzeuge in den jeweiligen Segmenten in etwa vergleichbar (131 bis 236 gCO<sub>2</sub>/km nach Strommix 2010 und 104 bis 217 gCO<sub>2</sub>/km innerorts bei herkömmlichen Antrieben, Well-to-Wheel-Betrachtung). Im Vergleich zu den Durchschnittsfahrzeugen

sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Elektrofahrzeuge geringer. Bei einer Zurechnung von regenerativem Strom ist die Klimabilanz der Elektrofahrzeuge, beispielsweise beim Vergleich innerstädtischer Verkehre, wesentlich besser als die herkömmlicher Fahrzeuge, bei Minis/Kleinstwagen und Kleinwagen um den Faktor 6 bis 7 (104 und 16 gCO<sub>2</sub>/km), bei Kompakt- und Mittelklasse um den Faktor 9 (144 und 16 gCO<sub>2</sub>/km) sowie bei leichten Nutzfahrzeugen in etwa um den Faktor 7 (217 und 29 gCO<sub>2</sub>/km).

In der Gesamtbetrachtung bis 2020 sind hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der geringen Anzahl an Elektrofahrzeugen wenig Änderungen zu erwarten. Zudem bleibt regenerativer Strom emissionsarm und der Strommix weist wegen eines kaum veränderten Anteils fossiler Stromerzeugung mäßige Verbesserungen um etwa 10% auf. Der zusätzliche Strom auf Basis fossiler Erzeugung stammt allerdings zunehmend aus Gaskraftwerken. Bei reiner Gasstromerzeugung ergeben sich wiederum relativ höhere Emissionen im Bereich herkömmlicher Fahrzeuge.

Für 2030 und die Folgejahre kann sich das Bild deutlich verändern. Beim Strommix ist eine deutliche Dominanz regenerativer Erzeugung zu erwarten (laut Zielsetzung der Bundesregierung etwa 55% im Jahr 2030). Dadurch wird schrittweise eine CO<sub>2</sub>-Minderung erreicht. Der Strom aus zusätzlicher Erzeugung dürfte weitgehend auf Gaskraftwerken beruhen und zum Teil sogar regenerativ bereitgestellt werden. Im Gegensatz dazu kann sich

bei den herkömmlichen Fahrzeugen ab 2030 eine signifikante Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der fossilen Vorkette der Treibstoffherstellung ergeben, die nur durch eine entsprechend regenerative Bereitstellung des Kraftstoffs gemindert werden kann.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ein positiver Umwelt effekt von Elektrofahrzeugen hauptsächlich im Zuge des Ausbaus erneuerbarer Energien bzw. der Verwendung regenerativen Stroms eintreten wird. Dies wird bei der Versorgung der Elektrofahrzeuge allgemein angestrebt und in den Modellregionen in Zusammenarbeit mit den Energieversorgern und Herstellern durch hohe Anforderungen an die Zertifizierung des Ladestroms gestützt. Neue Technologien, die etwa das gesteuerte Laden bei einem Überangebot von regenerativ erzeugtem Strom ermöglichen, können hier weitere Potenziale erschließen. Dies gilt vor allem im Hinblick auf eine deutlich gewachsene Anzahl von Elektrofahrzeugen nach 2030.

Weitere untersuchte Gesichtspunkte im Rahmen dieser Begleitforschung waren die Auswirkungen von Elektromobilität auf verkehrsbedingte Lärm-, Schadstoff- und Partikelemissionen sowie ökobilanzielle Betrachtungen. Die detaillierte Auswertung kann dem Teil „Begleitforschung Umwelt“ innerhalb der Berichte der Plattformen entnommen werden.





### Sicherheit

Die Sicherheit der in den Modellregionen eingesetzten Elektrofahrzeuge war ebenfalls Gegenstand der Forschungsarbeiten. Ziel war die Gewährleistung der Betriebssicherheit und der Sicherheit des Batterie- und Hochvoltsystems der im Demonstrationsbetrieb eingesetzten Fahrzeuge. Dazu wurden die Ergebnisse aller in den Projekten durchgeführten ergänzenden Sicherheitsuntersuchungen sowie Fahrzeug- und Systemdokumentationen zusammengetragen und ausgewertet sowie Verbesserungspotenziale ermittelt. Außerdem wurden über die Laufzeit Stör- und Ausfälle in den Projekten erfasst und analysiert. Diese Arbeiten und Ergebnisse können einen Beitrag bei der Etablierung von Standards leisten - auch auf internationaler Ebene.

Alle an der Untersuchung beteiligten Hersteller erfüllen die notwendigen Sicherheitsanforderungen und haben eine Sicherheitsdokumentation durchgeführt. Einige Hersteller haben darüber hinaus umfassende mit teilweise aufwendigen und kostenintensiven Tests durchgeführt, obwohl diese aufgrund der geringen Anzahl der in Verkehr gebrachten Fahrzeuge, die vielfach auf Basis von Einzelgutachten zugelassen werden, nicht notwendig wären.

Der technische Standard der in den Modellregionen eingesetzten Fahrzeuge war durchgehend sehr hoch. Das Monitoring der Störfälle hat keine Mängel oder Fehler ergeben, die eine vollständige Stilllegung von Fahrzeugen notwendig gemacht oder gar eine potenzielle Gefahr für den Nutzer dargestellt hätten. In keinem Fall wurden Personen gefährdet. Etwa 30% der dokumentierten Störungen gingen auf Bedienfehler (z.B. Fehler beim Starten des Fahrzeugs) oder allgemeine Fahrzeugfehler zurück, welche nicht mit den Besonderheiten von Elektrofahrzeugen zusammenhängen. Die Bedienfehler sind u. a. auf die wechselnden Nutzer der Fahrzeuge zurückzuführen. Technische Fehler konnten von den Herstellern mitunter schon während des Programms behoben werden. Eine Weiterführung und Ausweitung der Untersuchungen im Rahmen künftiger Demonstrationsprogramme wird empfohlen.



### Nutzerakzeptanz

Im Zuge des Modellregionenprogramms wurden Nutzer aus allen Projekten befragt, welche an der Plattform Sozialwissenschaftliche Begleitforschung teilgenommen haben. Innerhalb der Plattform wurde Anfang 2010 mithilfe von mehr als 20 wissenschaftlichen Instituten sowie Sozialwissenschaftlern der Fahrzeughersteller und Energieversorger ein gemeinsamer Satz von einheitlichen Fragen zu Nutzererwartun-



gen und Nutzerakzeptanz aufgelegt. Dieses Fragenset wurde daraufhin in alle projektspezifischen Befragungen – sofern durchgeführt – integriert. Diese Befragungen fanden (im Idealfall) zu drei definierten Zeitpunkten statt: vor dem Einsatz der Elektrofahrzeuge (Erwartungen an Elektrofahrzeuge und Elektromobilität: T0-Befragung), nach einer Nutzungszeit von bis zu drei Monaten (erster Eindruck von dem Elektrofahrzeug und Elektromobilität: T1-Befragung) und schließlich nach mindestens drei Monaten Nutzung (längerfristige Erfahrungen mit dem Elektrofahrzeug und Elektromobilität: T2-Befragung). Insgesamt wurden so 2.300 valide und identischen Nutzern zuzuordnende Befragungen durchgeführt (T0-Befragung: ca. 800 Teilnehmer, T1-Befragung: ca. 1.000 Teilnehmer, T2-Befragung: ca. 500 Teilnehmer).

Zum besseren Verständnis der so gewonnenen Erkenntnisse sei die Zusammensetzung der Befragungsteilnehmer kurz vorgestellt: Die befragten Personen sind überwiegend männlich (83 % in der T2-Befragung) und weisen ein überdurchschnittliches Bildungsniveau auf. Im Mittel lag das Alter der Teilnehmer bei 40 Jahren. Die Teilnehmer der Flottenversuche nutzten ihre Fahrzeuge häufig: Die Benutzung der Fahrzeuge erfolgte zum überwiegenden Teil mindestens einmal in der Woche, über 30 % der Teilnehmer der T2-Befragung nutzten die Fahrzeuge täglich oder fast täglich.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Teilnehmer mit positiven Erwartungen an Elektromobilität in die Demonstrationsversuche starten: Sie gehen davon aus, dass die Elektrofahrzeuge sie begeistern werden und umweltfreundlich, nützlich im Alltag und einfach zu handhaben sind. Die erwarteten Fahrzeugeigenschaften spiegeln einen realistischen Kenntnisstand der künftigen Nutzer wider. Die positive Umweltbilanz der Elektrofahrzeuge ist den zukünftigen Nutzern wichtig. Kritisch wird jedoch die Verfügbarkeit von Ökostrom eingeschätzt. Die Fahrer von elektrischen Zweirädern haben dabei positivere Erwartungen, etwa hinsichtlich der Einfachheit der Nutzung, der Umweltfreundlichkeit und der Nützlichkeit der Fahrzeuge für die täglichen Aufgaben.

Auch während der Nutzung werden die Fahrzeuge und ihre Eigenschaften insgesamt positiv bewertet. Besonders ihre einfache Handhabung im Verkehr und beim Ladevorgang sowie der Fahrspaß, die Beschleunigung und die leisen Fahrgeräusche werden von den Nutzern geschätzt. Das bedeutet, die Teilnehmer erleben mit ihren Elektrofahrzeugen Fahrspaß, was sich auch in den hohen Zustimmungswerten bei der Frage nach der Begeisterung widerspiegelt. Nachholbedarf sehen die Teilnehmer dagegen im Bereich Ladeinfrastruktur, auf Nachfrage wird ein weiterer Ausbau öffentlicher und halböffentlicher Lademöglichkeiten gewünscht. Die privaten Nutzer zeigten sich mit den derzeitigen Lademöglichkeiten zu Hause zufrieden. Die Wahrnehmung von Elektromobilität als umweltfreundlicher Alternative bleibt über die Nutzungszeit konstant und das hohe Maß an Begeisterung

für die Fahrzeuge ist nach längerer Nutzung sogar noch höher als bei den Vorbefragungen. Mehrheitlich bekunden die Befragungsteilnehmer ein hohes Interesse an Elektromobilität und planen, sich auch künftig über das Thema zu informieren. Die gewerblichen Nutzer schätzen das Image von Elektrofahrzeugen für ihr Unternehmen sehr positiv ein, insofern liegt hier ein bedeutendes Potenzial von Elektromobilität.

Allerdings können sich nur wenige Personen bisher vorstellen, ein herkömmliches Fahrzeug komplett durch ein Elektrofahrzeug zu ersetzen. Die begrenzte Reichweite (Ladedauer, Batteriekapazität) ist und bleibt eine starke Barriere – auch wenn die Fahrzeuge die Alltagsfahrten abdecken können. Auch die Anschaffungskosten für Elektrofahrzeuge werden sehr kritisch gesehen und sind damit aus Nutzersicht ebenfalls ein bedeutender Grund, momentan nicht über den Kauf eines Elektrofahrzeugs nachzudenken.

Die Zahl der Interessenten an Elektrofahrzeugen und Elektromobilität nimmt jedoch mit längerer Nutzungsdauer innerhalb der Projekte leicht zu und es hat sich gezeigt, dass private Nutzer zum Teil ein geringfügig höheres Interesse zeigen als gewerbliche Nutzer. Bezüglich möglicher Finanzierungsmodelle bevorzugen Langzeitnutzer einen einmaligen Anschaffungspreis (Pkw-Nutzer wünschen sich Preise von ca. 20.000 Euro, Zweiradnutzer von ca. 2.000 – 2.500 Euro). Weiche Anreize, im Gegensatz zu monetären Zahlungen oder Zusatznutzen, können die derzeit hohen Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen noch nicht kompensieren. Die Aufgeschlossenheit gegenüber neuen, komplexeren Geschäftsmodellen, wie beispielsweise einer Kostenberechnung nach Zeit und Strecke, ist (noch) gering. Dennoch wird das Zukunftspotenzial von Elektromobilität insgesamt sehr hoch eingeschätzt, vor allem im Rahmen neuer Mobilitätskonzepte. Zukunftspotenzial von Elektrofahrzeugen wird aber auch bezüglich ihrer Integration in Carsharing-Modelle, Mietkonzepte oder den öffentlichen Nahverkehr gesehen.

Einen detaillierten Einblick in die Ergebnisse der Vorbefragungen gibt die Publikation „Was erwarten künftige Nutzer von elektrischen Fahrzeugen? – Erste Zwischenanalyse der Nutzerbefragung aus den Modellregionen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung“. Darüber hinaus wurde aus den Ergebnissen der Nutzerbefragungen im Rahmen eines Expertenworkshops mit Mitgliedern der Plattform sozialwissenschaftliche Begleitforschung die Roadmap „Kundenakzeptanz“ entwickelt, die einen möglichen Weg zur elektromobilen Zukunft mit Fokus auf die Nutzersicht bis 2020 aufzeigt. Hierzu gibt es ebenso eine eigene Veröffentlichung.

Die Studie „eTrust - Leitbilder und Zukunftskonzepte der Elektromobilität“, die jüngst im Auftrag der NOW GmbH durchgeführt wurde, zeigt, dass in Zukunft eine stärkere Einbindung potenzieller Nutzer und Käufer schon im Frühstadium der Fahrzeugentwicklung wie auch der Entwicklung zukünftiger Geschäftsmodelle und Mobilitätsstrategien sinnvoll sein wird. Augenscheinlich wird das Elektrofahrzeug intuitiv mit dem bekannten konventionellen Pkw verglichen, der für Reisen, Ausflüge und kürzere Stadtfahrten gleichermaßen und vollkommen flexibel eingesetzt wird. Diesem Vergleich kann das Elektrofahrzeug nach heutigem Stand der Technik noch nicht standhalten. Neben der grundsätzlichen Weiterentwicklung der Technologien führen zwei Wege zu einer gesteigerten Präferenz für die Elektromobilität: Zum einen muss es darum gehen, neue Mobilitätsformen und damit Nutzungsmuster zu erschließen, zum anderen, Elektrofahrzeuge mit eigenen Nutzungsprofilen und auch eigenem Design zu entwickeln.

Als eine Grundlage dafür konnten für den heutigen Zeitpunkt und Entwicklungsstand im Rahmen der Modellregionen verschiedene Nutzerpotenziale für elektrisch betriebene Fahrzeuge in Grundzügen identifiziert werden. Dabei zeigte sich: Es bestehen erhebliche Unterschiede in den Nutzerbewertungen für die verschiedenen Fahrzeugarten und Einsatzgebiete. Unterschiedliche Angebote, die im Rahmen der Modellregionen erprobt wurden, treffen auf eine klar differenzierte Nachfrage.

- Gewerbliche Kunden treiben die Elektromobilität voran, Beispiele sind Lieferfahrzeuge, Serviceverkehr oder Mietflotten.
- Eine weitere Zielgruppe sind Berufspendler mit täglichen Fahrstrecken um die 100 Kilometer und privater Lademöglichkeit.
- Potenzial für kollektive Nutzung ist vorhanden; die Frage des Lademanagements ist noch eine Herausforderung, ebenso Fragen der Wirtschaftlichkeit und des Schutzes vor Vandalismus.
- Elektrofahrzeuge zeigten sich prinzipiell gut integrierbar in klassisches Carsharing; eine realistische Alltagsnutzung in diesem Rahmen bedarf aber noch weiterer Demonstrationsvorhaben.

#### INTERNATIONALE AUSRICHTUNG DES PROGRAMMS

Die internationale Zusammenarbeit, die im Vorfeld nicht als Schwerpunktthema vorgesehen war, gewann im Verlauf des Programms zunehmend an Bedeutung. Hintergrund dafür ist u.a. die große Bedeutung der Elektromobilität auf internationaler Ebene, speziell in Märkten wie Asien und den USA. Vergleichbar mit den Aktivitäten in Deutschland existieren auch dort unterschiedliche Förderprogramme. Auf europäischer Ebene gibt es Bedarf nach Austausch zwischen den in der Elektromobilität aktiven Ländern (u.a. Frankreich, Österreich). Aus diesem Grund wurden im ersten Schritt zwei Schwerpunkte des internationalen und europäischen Austauschs definiert, die in weiterführenden Programmen um Themenfelder und Kooperationen erweitert werden können.



DR. PETER RAMSAUER, BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG, MdB, UND WAN GANG, CHINESISCHER MINISTER FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE

**Internationale Kooperation:** Auf internationaler Ebene liegt der derzeitige Fokus auf dem Austausch mit China. Aufbauend auf einer gemeinsamen Erklärung zur verstärkten Zusammenarbeit zwischen dem Bundesminister Dr. Peter Ramsauer und dem chinesischen Minister für Wissenschaft und Technologie (MOST) Wan Gang in den Bereichen Energieeffizienz und Zukunftstechnologien wurden die deutsch-chinesischen Kooperationen verstärkt. Zentraler Bestandteil dieser Erklärung ist die Zusammenarbeit im Bereich Elektromobilität auf Basis von Brennstoffzelle und Batterie innerhalb eines breit angelegten Austausches zwischen drei deutsch-chinesischen Modellstädten und Regionen. Dies sind auf deutscher Seite die Modellregionen Hamburg, Bremen/Oldenburg und Rhein-Ruhr und auf chinesischer Seite Wuhan/Zentralchina, Dalian/Nordchina und Shenzhen/Südchina. Die jeweiligen Kooperationen werden im Rahmen von Einzelabkommen zwischen den Regionen konkretisiert.

Innerhalb der Kooperation, zum Beispiel zwischen den Modellregionen Rhein-Ruhr und Wuhan, konnten im Rahmen des Förderschwerpunkts erste Erfolge erzielt werden. Diese Kooperation baut auf bereits bestehende Zusammenarbeiten im Rahmen des „German-Chinese Sustainable Fuel Partnership - GCSFP“ auf und soll die langfristige Zusammenarbeit sichern. Konkret vereinbart wurde ein intensiver Informations- und Erfahrungsaus-

tausch zu Konzepten der Elektromobilität sowie Demonstrations- und Pilotprojekten. Die Handlungsfelder im Einzelnen sind der Austausch zu Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen im Testbetrieb, zu Konzepten für Ladeinfrastruktur, zu Fahrzeug- und Batteriesicherheit und zu Verkehrs- und Mobilitätskonzepten. Durch Kooperationstreffen und Fachworkshops in Deutschland und China konnte die bestehende Zusammenarbeit weiter ausgebaut werden.

**Grenzüberschreitender Verkehr:** Die Modellregion Stuttgart ist aktiv in den deutsch-französischen Flottenversuch eingebunden, der die Untersuchung von grenzüberschreitender Elektromobilität zum Ziel hat. Dieses Projekt „CROME - CROss-border Mobility for EVs“ findet im Rahmen der deutsch-französischen Arbeitsgruppe Elektromobilität aufgrund eines Beschlusses des deutsch-französischen Ministerrats statt. Gefördert vom BMVBS sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) werden eine Fahrzeugflotte für grenzüberschreitende Fahrten und der Aufbau einer gegenseitig kompatiblen Ladeinfrastruktur grenznah auf deutscher und französischer Seite gefördert. Ziel ist es, Herausforderungen aus unterschiedlichen Anforderungen beidseits der Grenze, wie Ladestecker oder -protokolle und Abrechnungssysteme, zu identifizieren. Daraus folgt die Entwicklung gemeinsamer Lösungen, die Nutzern den grenzüberschreitenden elektromobilen Verkehr ermöglichen. Geförderte Partner im Projekt auf deutscher Seite sind die Unternehmen Daimler, Porsche, EnBW, Bosch und Siemens sowie das Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Diese Unternehmen wenden dabei die Erfahrungen an, die sie unter anderem aus ihren Aktivitäten in der Modellregion Stuttgart gewinnen konnten. Darüber hinaus ist vorgesehen, Fahrzeuge der Modellregion künftig auch in diesem Projekt einzusetzen. Auf französischer Seite wird das Projekt durch das Ministerium für Umwelt, Nachhaltigkeit, Verkehr und Wohnungsbau, das Ministerium für Wirtschaft, Finanzen und Industrie, das Ministerium für Bildung und Forschung sowie die Agentur für Umwelt und Energie und im Rahmen des Förderprogramms „investissements d’avenir“ (Zukunftsinvestitionen) gefördert. Beteiligte Unternehmen auf französischer Seite sind EDF, Schneider Electric, PSA Peugeot Citroën und Renault.

## >> 4. FAZIT

Die integrierten Aktivitäten der acht Modellregionen haben sich als das maßgebliche Förderprogramm der Bundesregierung für alltags- und nutzerorientierte Demonstration im Bereich batterieelektrischer Mobilität profilieren können. Alle fünf übergeordneten Ziele des Förderschwerpunktes „Elektromobilität in Modellregionen“ wurden erreicht:

- Technologieoffene Forschung und Entwicklung (F&E) bei batterieelektrischen Fahrzeugen
- Alltags- und nutzerorientierte Demonstration
- Integration in die Mobilitäts-, Raum- und Stadtentwicklung
- Lokale Vernetzung der Akteure aus relevanten Industrien, Wissenschaft und öffentlicher Hand
- Ergebnisorientierter Austausch in übergeordneten Plattformen

Die Strategie des Modellregionsansatzes mit seinen drei Ebenen hat sich angesichts der detailreichen wie aussagekräftigen Ergebnisse bewährt. Die übergeordneten thematischen Technologieprojekte lieferten neue Fahrzeugentwicklungen mit entsprechendem Nachweis der Anwendbarkeit. In den zahlreichen regionalen Demonstrationsversuchen kam es zur Vernetzung von wichtigen Akteuren und zum nachhaltigen Erkenntnisaufbau. Insgesamt engagierten sich ca. 220 Partner in ca. 70 Projektkonsortien. In den übergeordneten Plattformen wurden die dezentral gewonnenen Ergebnisse dargestellt und gebündelt sowie Praxisempfehlungen erstellt – ein bislang einzigartiger Ansatz. Die dafür verwendeten Daten wurden für die meisten Betrachtungen in allen Modellregionen erhoben und durch renommierte Forschungspartner systematisch zusammengeführt. Das Programm wurde erfolgreich koordiniert durch das BMVBS als verantwortliches Bundesressort, NOW als Gesellschaft für das Programmmanagement, PtJ für die administrative Umsetzung des Programms und als Berater bei förderrechtlichen Fragen und die Projektleitstellen zur regionalen Koordinierung des Programms.

Über 2.400 eingesetzte Fahrzeuge und knapp 2.000 Ladepunkte (an über 1.000 Ladestationen) machten das Programm in der Öffentlichkeit sichtbar und sorgten für große Aufmerksamkeit. Insgesamt ist die Akzeptanz von Elektromobilität dadurch in allen Modellregionen stark gestiegen.

Der technische Standard der in den Modellregionen eingesetzten Fahrzeuge war durchgehend sehr hoch. Fahrzeugausfälle beschränkten sich vorrangig auf Bedienfehler oder technische Fehler, die durch Hersteller bereits während des Programms beseitigt werden konnten. Detailanalysen der eingesetzten Fahrzeuge zeigen, dass diese in der Regel keinen Einschränkungen in der alltäglichen Nutzung unterliegen. Die Verbrauchswerte im Realbetrieb in den Regionen lagen im Mittel bei 18,4 kWh/100 km. Abhängig von der jeweils zugrunde gelegten Fahrzeugklasse (Minis/Kleinstwagen und Kleinwagen, Kompakt- und Mittelklasse und leichte Nutzfahrzeuge) ergaben sich Verbrauchswerte zwischen 16,9 und 30,4 kWh/100 km (1 kWh entspricht 0,102 l Dieseläquivalent ( $DK_{eq}$ ) bzw. 0,112 l Benzinäquivalent ( $OK_{eq}$ )).

Ob und wie sehr Elektrofahrzeuge das Klima entlasten können, ist erwartungsgemäß davon abhängig, wie der verwendete Strom erzeugt wird. Die Klimabilanz variiert stark, und zwar zu Ungunsten der Elektrofahrzeuge, wenn man kohle- und gasbasierten Strom zugrunde legt. Auf Grundlage des aktuellen Strommix 2010 wird sie vergleichbar mit der konventioneller Fahrzeuge. Mit regenerativ erzeugtem Strom verbessert sich die Klimabilanz - abhängig von Fahrzeugklasse und Einsatzprofil - demgegenüber um den Faktor 6 bis 9. Für die Zukunft kann man von einer zunehmenden Entlastung des Klimas durch Elektrofahrzeuge ausgehen. Maßgebliche Faktoren dabei sind die Anzahl der Fahrzeuge und die Anteile erneuerbarer Energien im deutschen Strommix.

Wichtige Erkenntnisse konnten in allen Handlungsfeldern (Individualverkehr, öffentlicher Verkehr, Wirtschaftsverkehr, Infrastruktur und Stadtentwicklung, Umwelt und Sicherheit und Nutzerakzeptanz) gewonnen werden.

Der Wirtschaftsverkehr hat sich als das erste potenziell gewinnbringende Einsatzfeld von Elektromobilität herauskristallisiert. Dieses Handlungsfeld kann ein bedeutender Katalysator für die Entwicklung von Elektromobilität sein.

Für den privaten Einsatz werden sich Elektrofahrzeuge erst mittelfristig in größerem Umfang durchsetzen. Ein erstes Anwendungsfeld im Privatbereich sind Stadt- und Pendelverkehre. Überraschend positiv war die Resonanz der Elektromobilität in ländlich geprägten Regionen. Hier werden sich mittelfristig

unterschiedliche Zugänge zur neuen Mobilitätskultur entwickeln. Der Einsatz von hybridisierten Bussen im ÖPNV hat sich als erfolgreich erwiesen. Die Betreiber bewerten die Feldversuche grundsätzlich positiv. Die eingesetzten Fahrzeuge konnten durch kontinuierlich steigende Verfügbarkeiten (gegen Ende 70 bis 80%), deutliche Energieeinsparungen (bis zu 19 %) und Umweltvorteile überzeugen. Erste Programme für die Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern wurden erstellt und umgesetzt.

Für die Laufzeit des Programms hat sich herausgestellt, dass genügend Infrastruktur aufgebaut wurde. Unsicherheit zum bedarfsgerechten Auf- und Ausbau der (öffentlichen) Infrastruktur besteht sowohl auf kommunaler als auch auf privatwirtschaftlicher Seite. Hierzu gab es im Programm erste Lösungsansätze. Neben dem Aufbau von öffentlicher Infrastruktur erhielt die halböffentliche Infrastruktur in der Programmlaufzeit große Beachtung, da sie die Vorteile der öffentlichen und der privaten Ladeinfrastruktur in sich vereinen kann. Die private Infrastruktur differenziert sich nach Ladeart (Ladesäule, Wallbox oder Steckdose) und stark nach der Nutzungsart (Flottenmanagement oder privater Parkplatz). Weiterentwicklungen in den Bereichen Normladen, Schnellladung und induktives Laden wurden intensiv diskutiert. Erste Daten zum Ladeverhalten und einem möglichen Abgleich mit der Verfügbarkeit von Strom aus erneuerbaren Energien konnten ermittelt werden.

Im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung wurde eine profunde Datenbasis zum Thema Elektromobilität geschaffen. Die Nutzer haben sehr realistische Erwartungen an Elektro-



DR. KLAUS BONHOFF, NOW-GESCHÄFTSFÜHRER, UND DR. VEIT STEINLE, ABTEILUNGSLEITER FÜR UMWELTPOLITIK, INFRASTRUKTUR UND GRUNDSATZFRAGEN IM BMVBS



mobilität und auch nach längerer Nutzung werden die Fahrzeuge und ihre Eigenschaften positiv bewertet. Als ein zusätzlicher Treiber für die Anschaffung eines Elektrofahrzeugs - aus Sicht eines gewerblichen Nutzers - wird der Imagegewinn bewertet.

Die „Roadmap Kundenakzeptanz“ aus der übergeordneten Plattform Sozialwissenschaftliche Begleitforschung zeigt einen möglichen Weg zur elektromobilen Zukunft mit Fokus auf die Nutzer-sicht bis 2020 auf.

## >> 5. AUSBLICK

Mit dem gemeinsamen Förderprogramm „Schaufenster Elektromobilität“ der Bundesregierung (BMW, BMVBS, BMBF und BMU) werden die Erfahrungen aus den Modellregionen aufgegriffen. Schaufenster sind in sich geschlossene Elektromobilitätsregionen, in denen die berührten Bereiche „Energie, Fahrzeug und Verkehr“ mit ihren innovativen Technologien und Lösungen in ein Gesamtsystem Elektromobilität eingebunden und angewendet werden. Bis zum Frühjahr 2012 sollen 3 bis 5 Schaufenster in einem Wettbewerbsverfahren ausgewählt werden. Für die Einzelheiten wird auf die Förderrichtlinie zum Schaufensterprogramm vom 28.10.2011 verwiesen.

Neben den Schaufenstern bestehen weiterhin die Ressortforschungsprogramme. Der Schwerpunkt des BMVBS liegt im Bereich der Alltagstauglichkeit und Anwenderfreundlichkeit von Elektromobilität. Aufgrund der im Kurzbericht beschriebenen Erfolge wird dieses Thema vom BMVBS fortgeführt, hierzu wurde im Juli 2011 vom BMVBS die Förderrichtlinie Elektromobilität veröffentlicht. Innerhalb des Jahres 2011 konnten die ersten darauf basierenden neuen Förderkonsortien ihre Arbeit aufnehmen.

Die alltags- und nutzerorientierte Demonstration mit flächendeckendem Clusteransatz wird damit in den „Schaufenstern Elektromobilität“ sowie komplementär mit den Fördermaßnahmen des BMVBS fortgesetzt. Weiterhin wird die Bildung von Konsortien mit hoher Industriebeteiligung und technologieoffenem Ansatz in gleichen Strukturen fortgesetzt. Die Förderung soll auch künftig (industrielle) Finanzierungslücken bei Forschung und Entwicklung schließen und von konjunkturellen Schwankungen unabhängig machen.

Hierbei wird es zudem wichtig sein, auf die Gestaltung der Projektkonsortien im Einklang mit regionalen Strategien zu achten. Die Entwicklung von Schaufenstern aus den acht Modellregionen heraus soll unterstützt werden.



RAINER BOMBA, STAATSEKRETÄR IM BUNDEMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG

Thematische Plattformen sind ein wesentliches Element zur Darstellung und Bündelung der dezentral gewonnenen Ergebnisse. Mögliche Themen für die übergeordnete Zusammenarbeit sind die Weiterführung der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung, der Ausbau der Internationalisierungsaktivitäten und die Bearbeitung von Fragestellungen zum ordnungsrechtlichen Rahmen, zur Sicherheit, zu Umweltaspekten, zur verstärkten Einbindung der Elektromobilität in den öffentlichen Verkehr, zur Infrastruktur und zu integrierten Mobilitätskonzepten. Es ist erstrebenswert, die Zusammenarbeit zu zentralen Fragestellungen ressortübergreifend auf Seiten der Begleitforschung anzugehen. Maßnahmen, die neue Projektpartner bei der Antragsgestaltung auf die notwendige aktive Mitarbeit in den Plattformen aufmerksam machen, sind bereits in die Wege geleitet.

Die Plattformenergebnisse sollten verstärkt in die NPE eingebracht werden. Die Plattformen können darüber hinaus als wertvolle Schnittstelle zu den zukünftigen Schaufenstern dienen.

Die etablierten Organisationsstrukturen sollen weitergeführt und verstetigt werden. Dies gilt zum einen für die eingespielten Partner BMVBS, NOW, PtJ und regionale PLS und zum anderen auch für die Projektkonsortien mit Projektpartnern aus Industrie, Wissenschaft und öffentlicher Hand.

Die Programmlaufzeit wird an den höheren Zeitbedarf für die Entwicklung von Technologien und Mobilitätskonzepten angepasst werden. Ein begleitendes Monitoring der Projekte soll zukünftig die Qualität der Ergebnisse weiter verbessern; dies gilt ebenso für den regelmäßigen Abgleich mit Meilensteinen, der künftig in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern durchgeführt werden soll.

Das zentrale Datenmonitoring der Fahrzeugeinsätze sowie des Auf- und Ausbaus der Infrastruktur über alle Modellregionsprojekte hinweg soll intensiviert werden. Hierbei sollen auch weitere Daten integriert werden – zum Beispiel zu Nutzerakzeptanz oder Umweltdaten aus dem Realbetrieb. Die Ergebnisse können dann mit den gesetzten Programmmeilensteinen und den Berichten der Bundesregierung und der NPE betrachtet werden. Nachfolgende Projekte können auf dieser Basis gegebenenfalls neu ausgerichtet werden.

## EMPFEHLUNGEN AUS DEN HANDLUNGSFELDERN ZU DREI WESENTLICHEN BESTANDTEILEN DES PROGRAMMS

### Fahrzeuge, Infrastruktur, Nutzer

Im Bereich Fahrzeuge wird es notwendig sein, die Fahrzeugzahlen im Sinne des Leitmarktes Deutschland auszubauen. Zudem bedarf es der klaren Herausarbeitung der Potenziale der Elektromobilität in integrierten Verkehrskonzepten. Speziell die Verknüpfung von öffentlichem und individuellem Verkehr sollte dabei im Fokus stehen.

### Weitere Maßnahmen im Bereich Fahrzeuganwendungen:

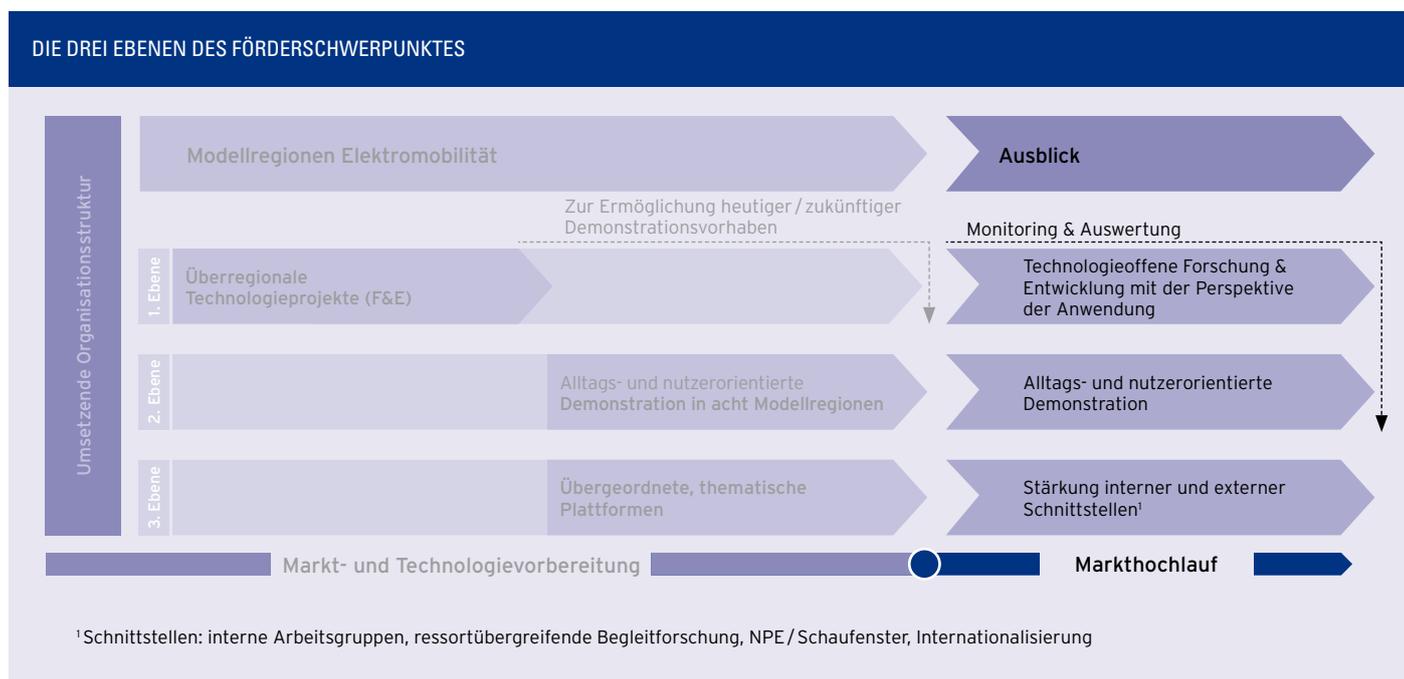
- Pkw: Aktive Diskussion von Markteinführungsinstrumenten, so z. B. der kommunalen Beschaffungsinitiative
- Innovative Antriebe Bus: Einbindung weiterer Hersteller, Sicherung der Erfahrungen, Langzeittests der bisher eingesetzten Fahrzeuge, Unterstützung technischer Entwicklungsumfänge, Untersuchung reiner Elektrobusse und innovativer Energieübertragungssysteme
- Schwerlastanwendungen: Einbindung weiterer Hersteller, Sicherung der Erfahrungen, Unterstützung technischer Entwicklungsumfänge
- Nutzfahrzeuge und City-Logistik: Ausbau von Transporteranwendungen, nach Möglichkeit Integration in City-Logistik
- Schienenanwendungen: Ausbau des Schwerpunktes und Vorbereitung kommerzieller Anwendungen, Einbindung weiterer Hersteller und Akteure

Im Bereich Infrastruktur wird zukünftig der bedarfsabhängige und -gerechte Aufbau von Ladeinfrastruktur in den Vordergrund rücken, einhergehend mit der Frage nach der bestmöglichen Finanzierung. Bei der Energieversorgung wird ein zentrales Handlungsfeld die intelligente Einbindung erneuerbarer Energiequellen sein. Die Betrachtung der Alltagstauglichkeit des gesteuerten Ladens sollte dabei miteinbezogen werden.

Im technischen Bereich wird es neben der Klärung von Sicherheitsfragen um die technologieoffene Weiterentwicklung von diskriminierungsfreier Ladeinfrastruktur gehen, insbesondere um Entwicklungen beim Schnellladen und induktivem Laden.

Zugänge und Abrechnungssysteme sollen harmonisiert sowie Standards für den grenzübergreifenden Verkehr gefunden werden. Auch müssen Fragen der städtebaulichen Integration der Infrastruktur beantwortet werden.

Aus Nutzer- und Betreibersicht ist ein Übergang vom technologiegetriebenen zum marktgetriebenen Programm notwendig. Es fehlt in Teilen noch die stärkere Einbindung der Nutzer und Betreiber in Fahrzeug-, Mobilitäts- und Infrastrukturentwicklungen. Hierzu kann und muss die sozialwissenschaftliche Begleitforschung neue Formen annehmen. Auch Kommunen können mitwirken, Elektromobilität kunden- und betreiberfreundlich zu gestalten, indem sie diese stärker in die zukünftige Stadt- und Verkehrsplanung einbeziehen.



## >> 6. ÖFFENTLICHKEITSARBEIT 2010/2011

### EINE AUSWAHL

04/2010

#### AMI LEIPZIG

**Messestart:** Bundesverkehrsminister Dr. Peter Ramsauer eröffnet die AMI in Leipzig; er reist in einem Citysachs der Modellregion Sachsen an, die vor Ort Förderbescheide in Empfang nimmt.

#### HANNOVER MESSE/DEUTSCH-JAPANISCHES WIRTSCHAFTS-FORUM: NOW SPRICHT FÜR PROGRAMM UND TECHNOLOGIEN

**Elektromobilität in ganzer Breite:** „Elektromobilität ist Batterie und Brennstoffzelle“. Unter diesem Motto präsentiert sich die NOW als Ansprechpartner für Fachwelt und Öffentlichkeit auf der Hannover Messe.

06/2010

#### AUFTAKTVERANSTALTUNG DER MODELLREGION BREMEN/OLDENBURG

**Projektstart:** Die Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg geht offiziell an den Start. Im Personal Mobility Center werden unter anderem Zukunftsszenarien in Bezug auf Fahrzeuge und Mobilitätskonzepte entworfen.



BUNDESMINISTER DR. PETER RAMSAUER IN EINEM ELEKTRISCH BETRIEBENEN HYBRIDBUS DER VERKEHRSBETRIEBE LEIPZIG



ÖFFENTLICHKEITSWIRKSAME VERANSTALTUNG DER MODELLREGION RHEIN-RUHR



ELEKTRONAUTEN BEIM STARTSCHUSS DER MODELLREGION REGION STUTTGART



GEMEINSAMER MESSESTAND ALLER MODELLREGIONEN

07 / 2010

ROLLENDE MODELLREGION

**Pioniere:** Eine Rollerinvasion ereignet sich am 4. Juli in Stuttgart - am Schlossplatz wird die größte deutsche Elektroflotte, bestehend aus rund 500 Elektrorollern, in Anwesenheit von Dr. Steinle an Testkunden übergeben. NOW engagiert sich ebenso wie die Projektleitstelle der Modellregion Region Stuttgart im Rahmen eines großen Bürgerfests.

ELEKTROMOBIL / BEMOBILITY – DIE MODELLREGION BERLIN / POTSDAM

**Feldversuch:** Mit 18 Toyota Prius Plug-in-Hybridfahrzeugen möchte die Deutsche Bahn ihren Kunden den Einstieg in die Elektromobilität erleichtern, sowohl im Carsharing als auch im Flottenbetrieb. Dr. Veit Steinle, Abteilungsleiter im BMVBS, testet persönlich Ladeinfrastruktur sowie Fahrgefühl.

08 / 2010

TAGE DER OFFENEN TÜR BMVBS

**Fahrvergnügen:** Die deutschen Bundesministerien laden Bürger in ihre Häuser ein. Beim Verkehrsministerium werden selbstverständlich auch die umliegenden Straßen eingebunden. NOW bietet zusammen mit der CEP Spritztouren in Brennstoffzellenfahrzeugen an, des Weiteren können interessierte Gäste Elektroroller testen. Die Resonanz ist groß: Die Tage der offenen Tür demonstrieren das große Interesse der Bevölkerung an zukunftsfähigen Mobilitätskonzepten.

STARTSCHUSS MODELLREGION RHEIN-RUHR

**Presse:** Dr. Veit Steinle, BMVBS, steht zusammen mit weiteren Experten interessierten Redakteuren Rede und Antwort dazu, welche elektromobilen Strukturen in der Region etabliert werden.



PRESSEVERTRETER BEI DER ERÖFFNUNG DES PERSONAL-MOBILITY-CENTER DER MODELLREGION BREMEN / OLDENBURG



STAATSEKRETÄR RAINER BOMBA BEIM TAG DER OFFENEN TÜR DES BMVBS

09/2010

**VERKEHRSVERBUND IN DER MODELLREGION RHEIN-RUHR**

**Verkehrsverbund:** Gemeinsam mit zehn Verkehrsunternehmen aus dem Verbundraum präsentiert der Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR) unter Teilnahme von Staatssekretär Rainer Bomba die bislang größte Hybridbusflotte. Der Staatssekretär ordnet das Vorzeigeprojekt an Rhein und Ruhr in den Kontext der Aktivitäten der Bundesregierung ein.

**MINI-E-FLOTTE IN DER MODELLREGION MÜNCHEN**

**Übergabe:** Mini, aber nicht klein - in der Modellregion München freuen sich 40 Testnutzer über einen Mini E. Die BMW Group, Siemens und die Stadtwerke München feiern im Rahmen eines Festaktes auf dem Odeonsplatz im Beisein von PStS Dr. A. Scheuer und politischer Prominenz aus Bund, Land und Stadt.

**NOW-KONFERENZ CLEAN MOBILITY INSIGHTS**

**Gegenwärtige Zukunft:** „Elektromobilität ist Batterie und Brennstoffzelle“ - unter der Schirmherrschaft von Verkehrsminister Dr. Peter Ramsauer stellt NOW zusammen mit Partnern aus dem NIP sowie den Modellregionen die ersten gesamtumfänglichen Statusberichte vor. Das besondere Augenmerk liegt auf den Themen internationaler Wissensaustausch, aktueller Stand der Technik sowie europäischer Erfahrungsaustausch im Hinblick auf Marktvorbereitungs- und Einführungskonzepte. Über alle Bereiche referieren anerkannte Experten. Partner der Konferenz sind das Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking und die European Hydrogen Association. Das zweitägige Programm wird durch ein Conference Dinner sowie Ride- und Drive-Angebote abgerundet. Die mit 230 Teilnehmern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik ausgebuchte Veranstaltung erfreut sich einer hohen öffentlichen Wahrnehmung.



DR. PETER RAMSAUER, BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG, MdB

**CLEAN TECH WORLD, BERLIN**

**Gemeinschaftsstand:** NOW präsentiert sich zusammen mit der CEP und den acht Modellregionen auf der erstmals stattfindenden Messe in Berlin-Tempelhof. Neben Angeboten zum Erleben elektromobiler Vielfalt konzentriert sich die Veranstaltung auf die besten Umwelttechnologien Deutschlands. In dem Rahmen eingebettet wird zum dritten Mal der Clean Tech Media Award verliehen, bei dem Dr. Klaus Bonhoff in der Jury mitwirkt.

11/2010

**MULTIPLIKATORENVERANSTALTUNG  
MODELLREGION RHEIN-MAIN**

**Elektromobile:** Die Modellregion Rhein-Main zeigt bei ihrer Multiplikatorenveranstaltung in Offenbach am Main, welche vielfältigen Anwendungen im Bereich Elektromobilität bereits realisiert werden konnten. Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Fachverbänden setzen neben den Fahrzeugen Akzente. Staatssekretär Rainer Bomba zeigt sich bei dieser Gelegenheit begeistert und bekräftigt ebenso wie Hessens Ministerin für Wissenschaft und Kunst, Eva Kühne-Hörmann, das Ziel der Bundesregierung, bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen vorzufinden.



JAN MÜCKE, PARLAMENTARISCHER STAATSSSEKRETÄR BEIM BUNDESVERKEHRSMINISTER, ERÖFFNET ENTWICKLUNGSZENTRUM FÜR BATTERIEN BEI ZWICKAU.

02/2011

## ÜBERGABE PORSCHE E-BOXSTER MODELLREGION REGION STUTTGART

**Elektromobile Flitzer:** Mit dem Rollout leitet die Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Stuttgart, einen Praxistest im Rahmen des Großversuchs „Modellregion Elektromobilität Stuttgart“ ein. Zusammen mit Stefan Mappus legt Matthias Müller, Vorsitzender des Vorstandes der Porsche AG, die ersten lautlosen Meter mit dem sportlichen Forschungsfahrzeug zurück. Auch Dr. Veit Steinle, Abteilungsleiter im Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), sowie Dr. Klaus Bonhoff, Sprecher und Geschäftsführer der NOW GmbH Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, und Walter Rogg, Geschäftsführer der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS), zeigen sich begeistert.

04/2011

## HANNOVER MESSE/MOBILITEC

**Präsenz:** Nach der positiven Resonanz im letzten Jahr präsentiert sich die NOW sowohl auf dem Gemeinschaftsstand Wasserstoff/Brennstoffzelle als auch erstmalig auf der MobiliTec. Zusammen mit Partnern aus den beiden Programmbereichen Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) und Modellregionen Elektromobilität des BMVBS werden auf insgesamt knapp 170 Quadratmetern Informationen zu umgesetzten Demonstrationsvorhaben und beteiligten Schnittstellen geboten. Mit 13 internationalen Leitmessen bündelt die HANNOVER MESSE 2011 die Schlüsseltechnologien der Industrie. Staatssekretär Rainer Bomba, EU-Kommissar Oettinger sowie viele weitere Gäste besuchen dieses Weltereignis und diskutieren zusammen mit Dr. Klaus Bonhoff Status quo sowie die weiteren Vorhaben.

## HOPPECKE BATTERIETESTZENTRUM

**Eröffnung:** HOPPECKE nimmt zusammen mit dem Parlamentarischen Staatssekretär Jan Mücke das neue Batterie-Forschungs- & Entwicklungszentrum in Betrieb. Es bietet 1.500 Quadratmeter Platz für die Durchführung von Untersuchungen, Prototypenbau und Tests in umfangreich ausgestatteten Laboren und Werkstätten.



POLITISCHER AUSTAUSCH AUF DER MOBILITEC (HANNOVER MESSE)



TEILNEHMERIN BEIM ERSTELLEN DES GRAFISCHEN PROTOKOLLS AUF DER KONFERENZ „VISION – ELEKTROMOBILE STADT DER ZUKUNFT“



RAINER BOMBA, STAATSEKRETÄR IM BUNDEMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG, UND DR. KLAUS BONHOFF, GESCHÄFTSFÜHRER DER NOW, EHREN DIE GEWINNER DES WETTBEWERBS „VISION – ELEKTROMOBILE STADT DER ZUKUNFT“

05 / 2011

**MODELLREGION HAMBURG**

**Elektromobile Umwelthauptstadt:** Der parlamentarische Staatssekretär Enak Ferlemann bilanziert in Hamburg die Förderprojekte in der Modellregion; ein Fahrzeugkonvoi durch die Stadt demonstriert das Spektrum der bereits eingesetzten Elektroflotten (Busse und Pkw) sowie der aufgebauten Ladeinfrastruktur.

06 / 2011

**H2EXPO**

**Internationale Konferenz:** In Hamburg beteiligt sich NOW an der Konferenz und Fachmesse für Wasserstoff, Brennstoffzellen und elektrische Antriebe. Die Modellregion Hamburg ist mit einem eigenen Stand vertreten. Insgesamt wird das Gesamtprogramm durch NOW-Geschäftsführer Dr. Klaus Bonhoff in Panel-Diskussionen und Vorträgen vorgestellt, weiterführende Informationen und Gespräche bietet der Stand auf der Begleitmesse.

07 / 2011

**JOURNALISTENWORKSHOP**

**Austausch:** NOW lädt zusammen mit den acht Modellregionen zu einem gemeinsamen Journalistenworkshop in die Heinrich-Böll-Stiftung nach Berlin ein. Unter dem Titel „Quo vadis, Elektromobilität? - Die Idee der Modellregionen an der Schnittstelle von Technik, Politik und Wirtschaft“ sind im Rahmen des Forums Technikjournalismus in Kooperation mit der F.A.Z. leitende Redakteure von Spiegel, Der Zeit u. v. m. dazu eingeladen, mit dem parlamentarischen Staatssekretär Jan Mücke und Experten wie Dr. Werner Tillmetz über Entwicklungen und Perspektiven zu diskutieren. WWF, die Boston Consulting Group sowie Fraunhofer präsentieren ebenfalls ihre Sicht der Dinge. Probefahrten runden das vielseitige Programm ab.

08 / 2011

**KLAPPE, DIE ZWEITE: TAGE DER OFFENEN TÜR BMVBS**

**Frei(e)Fahrt:** Auch 2011 sind die Modellregionen zusammen mit der Wasserstoffflotte CEP am NOW-Stand im Rahmen der Tage der offenen Tür des Bundesverkehrsministeriums vertreten. Fahrzeuge können von Bürgern dabei selbst getestet werden, ebenso stehen Experten für Gespräche über die Technologien bereit.

09 / 2011

**VORWÄRTS IN DIE ZUKUNFT**

**Vision:** Gemeinsam mit dem Bundesverkehrsministerium sowie dem Fraunhofer IAO lädt NOW im Rahmen der Plattformarbeit zur Konferenz „Vision - Elektromobile Stadt der Zukunft“ ins BMVBS ein. Bei zahlreichen Vorträgen informieren sich die Besucher über verschiedene Entwicklungen und Zukunftsvisionen zum Thema Elektromobilität. Im Vorfeld dazu wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben. Ziel war es, in vier Zukunftsfeldern Visionen darzustellen, in denen heutige Entwicklungen und Trends weitergedacht werden.

**CLEAN TECH MEDIA AWARD**

**Grüner Teppich:** Der Clean Tech Media Award wird in der europäischen Umwelthauptstadt Hamburg verliehen. Dr. Klaus Bonhoff ist als Jurymitglied zum wiederholten Mal als fachkundiger Experte bei der Beurteilung zukunftsweisender Umweltideen präsent. Auf der Begleitausstellung im Hamburger Curiohaus können sich die Gäste aus Politik, Medien und Wirtschaft über das Konzept der Modellregionen informieren; Elektrofahrzeuge stehen als Shuttle-service zur Verfügung.



JOURNALISTENWORKSHOP IN DER HEINRICH-BÖLL-STIFTUNG, BERLIN

11/2011

## ELEKTROMOBILITÄT IN MODELLREGIONEN – ERGEBNISSE UND AUSBLICK

**Ergebniskonferenz:** Das Verkehrsministerium lädt ein, die wertvollen Erkenntnisse des Programms nach rund zwei Jahren konzentrierter Arbeit in den Modellregionen der Öffentlichkeit zu präsentieren. Experten aus allen Ländern und Plattformen engagieren sich bei der zweitägigen Veranstaltung in Berlin. Die aktive Teilnahme der Staatssekretäre Rainer Bomba, Andreas Scheuer sowie Enak Ferlemann demonstriert die politische Relevanz des Themas Elektromobilität.



RAINER BOMBA, STAATSSEKRETÄR IM BUNDEMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG, ERÖFFNETE DIE KONFERENZ.



ENAK FERLEMANN, PARLAMENTARISCHER STAATSSEKRETÄR BEIM BUNDEMINISTER FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG, HIELT DIE ABSCHLUSSREDE DER KONFERENZ.



CORINNA WOHLFEIL, N-TV, MODERIERT GESPRÄCHSRUNDEN U. A. ZU DEN THEMEN INTERNATIONALE KOOPERATION UND ALLTAGS- UND NUTZERORIENTIERTE DEMONSTRATION.



EIN KONVOI MIT ÜBER 30 ELEKTROFAHRZEUGEN – VOM KLEINWAGEN ÜBER SPORTWAGEN UND TRANSPORTER BIS ZUM BUS – FUHR ZUM KONFERENZAUFNAHME, ANGEFÜHRT VON STAATSSSEKRETÄR RAINER BOMBA UND LANDESMINISTERN AUS DEN MODELLREGIONEN, VOM BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG ZUM VERANSTALTUNGSORT AM TIERGARTEN QUER DURCH BERLIN.



DR. ANDREAS SCHEUER, PARLAMENTARISCHER STAATSSSEKRETÄR BEIM BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG, IN DER TALKRUNDE „ROLLE DER REGIONEN“



ÜBER 400 TEILNEHMER INFORMIERTEN SICH AUF DER AUSGEBUCHTEN KONFERENZ „ELEKTROMOBILITÄT IN MODELLREGIONEN – ERGEBNISSE UND AUSBLICK“ IN INSGESAMT ÜBER 30 VORTRÄGEN.



STEFAN SCHMITT (LINKS), LEITER DES REFERATS „INNOVATIONEN FÜR EINE NACHHALTIGE MOBILITÄT, ELEKTROMOBILITÄT“ IN DER TALKRUNDE



IM RAHMEN DER KONFERENZ PRÄSENTIERTEN RAINER BOMBA, STAATSSSEKRETÄR IM BUNDESVERKEHRSMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG, UND DR. KLAUS BONHOFF (LINKS), GESCHÄFTSFÜHRER DER NOW GMBH NATIONALE ORGANISATION WASSERSTOFF- UND BRENNSTOFFZELLENTechnologie, DIE FÜR DIE UMSETZUNG DES PROGRAMMS MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT VERANTWORTLICH WAR, DEN ERGEBNISBERICHT DES PROGRAMMS. HIER MIT (V. L.): HARRY VOIGTSBERGER, MINISTER FÜR WIRTSCHAFT, \_ENERGIE, BAUEN, WOHNEN UND VERKEHR DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, HARTMUT FIEDLER, STAATSSSEKRETÄR IM SÄCHSISCHEN STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND VERKEHR, MICHAEL BODDENBERG, HESSISCHER STAATSMINISTER FÜR BUNDESANGELEGENHEITEN



DIE VORHUT DES KONVOIS DER ELEKTROFAHRZEUGE PASSIERT DIE SIEGESSÄULE.



>> PLATTFORMEN

>> <b>01</b> INFRASTRUKTUR	48
>> <b>02</b> ORDNUNGSRECHTLICHER RAHMEN	56
>> <b>03</b> SOZIALWISSENSCHAFTLICHE BEGLEITFORSCHUNG	62
>> <b>04</b> INNOVATIVE ANTRIEBE BUS	68
>> <b>05</b> PKW/TRANSPORTER: BEGLEITFORSCHUNG UMWELT	76
>> <b>06</b> PKW/TRANSPORTER: BEGLEITFORSCHUNG SICHERHEIT	86

BEITRAG  
VON  
NOW-GESCHÄFTSFÜHRER  
DR. KLAUS  
BONHOFF

## SUKZESSIVER UMBAU DES VERKEHRSSSEKTORS – DER MODELLREGIONENANSATZ HAT SICH BEWÄHRT

Der Verkehrssektor wird sich wandeln. Einerseits ist Mobilität ein Grundbedürfnis moderner Volkswirtschaften, andererseits gilt es energie-, klima- und industriepolitische Herausforderungen zu meistern. Die Elektromobilität – die Elektrifizierung des Antriebstrang mittels Hybridtechnologien sowie vollelektrische Fahrzeuge mit Batterie beziehungsweise Brennstoffzelle – hat in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung. Sie ermöglicht emissionsfreie Fahrzeuge und sie eröffnet die Möglichkeit, den Ausbau erneuerbarer Energien zu unterstützen und diese im Verkehr zu nutzen. Nur wenn die technologische Vielfalt der Elektromobilität in ganzer Breite in den verschiedenen Anwendungsbereichen (Straße, Schiene, Luft, Wasser) in marktfähige Produkte überführt wird, können die langfristigen gesellschaftlichen Ziele erreicht werden. Pkw, Busse, Bahnen sowie weitere Verkehrsträger sind nämlich ohne die Nutzung fossiler Energieträger darstellbar.

Welche Chancen und Potenziale, aber auch welche Herausforderungen batterieelektrische Mobilität bietet, stand 2009 bis 2011 im Fokus des Programms „Elektromobilität in Modellregionen“ des BMVBS. Die alltagsorientierte Demonstration des

Gesamtsystems – Infrastruktur, Fahrzeug und Nutzer – war im Hinblick auf die Technologie- und Marktvorbereitung notwendig. Es ging um Erprobung in Projekten im Einzelnen, insbesondere aber auch um die Vernetzung der handelnden Akteure aus den relevanten Industrien, der Wissenschaft und seitens der öffentlichen Hand. Mit übergeordneten thematischen Plattformen sowie regionalen Projektleitstellen (PLS) in den acht Modellregionen wurde ein ergebnisorientierter Erfahrungsaustausch durch Darstellung und Bündelung von zentralen Ergebnissen gewährleistet. Das Programm konnte darüber hinaus konjunkturelle Effekte entfalten, da Unternehmen mithilfe der Förderung der Bundesregierung Innovationen in wirtschaftlich schweren Zeiten weiter vorantreiben konnten.

Im Einklang mit den Gesamtmaßnahmen der Bundesregierung gilt es die Erkenntnisse und Strukturen des Modellregionenprogramms weiter zu nutzen, um so das gemeinsame Ziel der NPE, Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu machen, zu erreichen. Insbesondere die Plattformen können ihre Ergebnisse der letzten zwei Jahre einbringen und zukünftig als Schnittstelle zu den Schaufenstern dienen.



DR. KLAUS BONHOFF, GESCHÄFTSFÜHRER DER NOW GMBH

## >> 01 INFRASTRUKTUR

### KURZDARSTELLUNG

Die Einführung von Elektromobilität beschränkt sich nicht auf den Einsatz von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb, sondern ist auch stark vom notwendigen Aufbau von Ladeinfrastruktur geprägt. Die Verzahnung zwischen diesen beiden Hauptelementen spiegelt sich in der Zusammensetzung der Projektkonsortien in den Modellregionen wider. So ist der Aufbau von Ladeinfrastruktur in den meisten Konsortien ein fester Projektbestandteil und erfolgt üblicherweise über die Einbindung eines Energieversorgers. Wann immer in einem Projekt Fahrzeuge eingesetzt werden, ist es daher notwendig, Ladeinfrastruktur in mindestens einem der Bereiche öffentlich, halböffentlich und privat aufzubauen.

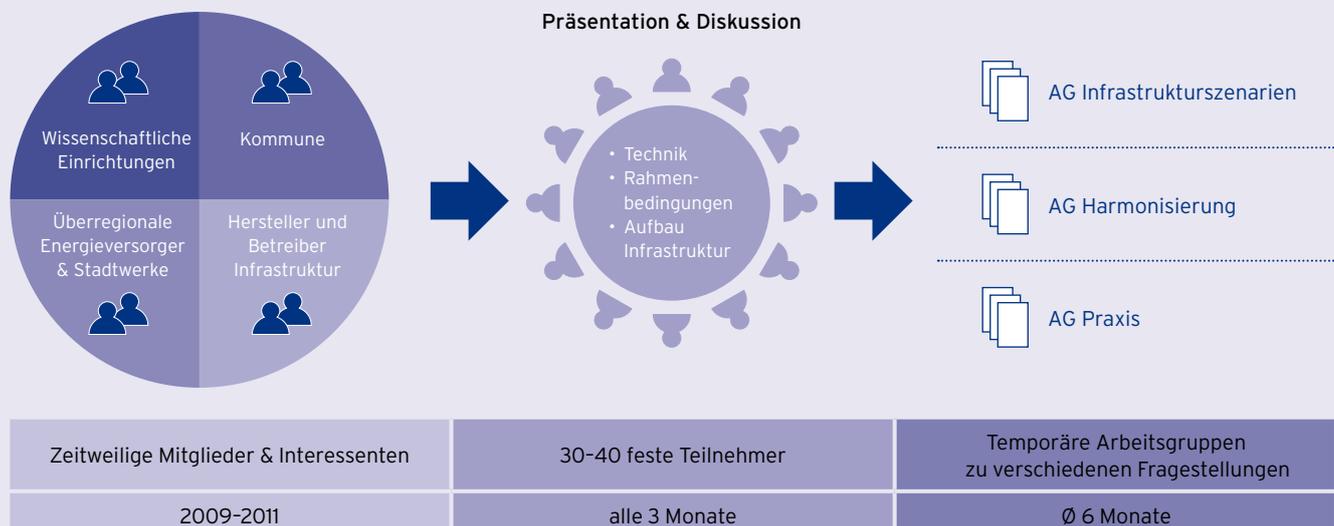
Die Plattform Infrastruktur dient den Projektpartnern als gemeinsames Gremium für den Austausch über die unterschiedlichen Erfahrungen, um so eine gute Grundlage für den weiteren Auf- und Ausbau der Infrastruktur zu schaffen und Doppelarbeit zu vermeiden.

Die Plattform Infrastruktur wird seit ihrer Gründung Ende 2009 von der NOW GmbH koordiniert. Aus einer großen Menge von zeitweiligen Mitgliedern und Interessenten hat sich ein enger Kreis von ca. 30-40 festen Teilnehmern entwickelt. Diese diskutieren bei regelmäßigen Terminen jeweils bestimmte thematische Schwerpunkte und werden dabei häufig von Gastreferenten unterstützt. Die Teilnehmer sind im Wesentlichen Ver-

treter der Projektpartner aus den Modellregionen, zu denen Kommunen, wissenschaftliche Einrichtungen, Stadtwerke, überregionale Energieversorgungsunternehmen (EVU) und Hersteller und Betreiber von Ladeinfrastruktur gehören. Die Projektpartner stellen in Statusberichten technische Entwicklungen vor, die dann gemeinsam diskutiert werden. Während der Jahre 2010 und 2011 wurde zudem ein quantitatives und qualitatives Monitoring des Aufbaus der Ladeinfrastruktur in den Modellregionsprojekten durchgeführt, dessen Ergebnisse regelmäßig präsentiert und besprochen wurden.

Auf den Plattfortmtreffen wurden zudem Arbeitsgruppen (AGs) gebildet, um spezielle Fragestellungen zu vertiefen und gemeinsame Endprodukte zu erarbeiten. Zu diesen AGs zählen die AG Infrastrukturszenarien, die AG Harmonisierung und die AG Praxis. Die AG Infrastrukturszenarien entwickelte Szenarien für den zukünftigen Auf- und Ausbau von Ladeinfrastruktur. Die AG Harmonisierung erstellte einen Bericht zur Infrastrukturlösung bzw. dem Geschäftsmodell „Parken & Laden“. Ein Grundsatzpapier zum diskriminierungsfreien Zugang zur öffentlichen Ladeinfrastruktur ist derzeit noch in Arbeit. In der dritten Arbeitsgruppe, der AG Praxis, entstand ein Praxisleitfaden zum Aufbau einer öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Genehmigungsbehörden und Antragsteller. Nach Fertigstellung des Praxisleitfadens wird diese Gruppe ein Konzept zur einheitlichen (Online-)Darstellung der Ladeinfrastruktur entwickeln, um zu mehr Übersichtlichkeit und damit Benutzerfreundlichkeit zu gelangen.

### STRUKTUR DER PLATTFORM INFRASTRUKTUR



Die Plattform Infrastruktur ist durch gemeinsame Fragestellungen eng mit der Plattform Ordnungsrechtlicher Rahmen verbunden, weshalb diese beiden Plattformen seit Januar 2011 gemeinsame Sitzungen veranstalten. Zu den erörterten Aspekten gehörten unter anderem die Bereitstellung geeigneter Park- und Lademöglichkeiten in Innenstädten mit expliziter Beschilderung, die Anpassung von Stadtplanungsrecht an veränderte Mobilität sowie ordnungsrechtliche Bedingungen für öffentliche und private Ladeinfrastruktur.

## MEILENSTEINE

Im Zeitraum 2009-2011 fanden acht Tagungen der Plattform Infrastruktur statt (11/2009, 03/2010, 05/2010, 07/2010, 01/2011, 03/2011, 06/2011, 09/2011), davon waren vier gemeinsame Termine mit der Plattform Ordnungsrechtlicher Rahmen.

Im Rahmen der Tagungen wurden mehr als 30 Vorträge mit folgenden Schwerpunkten gehalten:

- Projekt-Statusberichte zu individuellen Themen
- Austausch mit den Projekten anderer Ressorts, z. B. BMWi und BMBF
- Erkenntnisaustausch Erfahrungen mit Hardware und Software für Ladeinfrastruktur
- Anforderungen an die Ladeinfrastruktur
- Schnellladung und Induktionsladung

### Infrastruktur-Monitoring

#### Aktivität

- 03/2010 – 09/2011 Halbjährliche Abfragen zum Monitoring des Infrastrukturaufbaus

#### Inhalte

- Präsentation der Ergebnisse während der Plattfortagungen und in Programmberichten

### Infrastrukturszenarien

#### Aktivität

- 03/2010 – 04/2011 Erarbeitung von Infrastrukturszenarien innerhalb einer Gruppe von 34 Teilnehmern in drei Workshops inklusive Verschriftlichung über ein Redaktionsteam

#### Inhalte

- Drei Szenarien mit folgenden Ausrichtungen: verschärfte CO<sub>2</sub>-Standards, regulierte Infrastruktur und mehrkostenfreie Elektromobilität

### Geschäftsmodell „Parken & Laden“

#### Aktivität

- 02-03/2011 Bewertung der Erfahrungen mit dem Geschäftsmodell „Parken & Laden“ innerhalb einer Gruppe von 7 Teilnehmern

#### Inhalte

- Erfahrungen aus verschiedenen Projekten in vier Modellregionen

### Handbuch für Flottenbetreiber und Flottenmanagement

#### Aktivität

- 03/2011 – 02/2012 Sammlung von Beiträgen zum „Handbuch für Flottenbetreiber und Flottenmanagement“ innerhalb einer Gruppe von 10 Teilnehmern

#### Inhalte

- Erfahrungen zum Bereich Infrastruktur und Laden aus verschiedenen Projekten mit Flotteneinsatz in allen acht Modellregionen

### Grundsatzpapier Diskriminierungsfreier Zugang

#### Aktivität

- 03/2011 – 11/2011 Entwicklung des Grundsatzpapiers
- Diskussion und Austausch innerhalb einer Gruppe von 17 Teilnehmern

#### Inhalte

- Modelle zur Veranschaulichung verschiedener Arten des Zugangs zur Ladeinfrastruktur inklusive der Bewertung nach acht verschiedenen Dimensionen

### Praxisleitfaden

#### Aktivität

- 03-11/2011 Zusammenführung von Textbeiträgen innerhalb einer Gruppe von 20 Teilnehmern mit anschließender Verschriftlichung durch ein Redaktionsteam

#### Inhalte

- Entwicklung eines Praxisleitfadens als Hilfestellung für den Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur unter Zuhilfenahme von Best-Practice-Beispielen aus den Modellregionenprojekten

## ERGEBNISSE

### INFRASTRUKTUR-MONITORING

Die regelmäßige Datenabfrage zu mehr als 30 Projekten mit Infrastrukturaufbau und -einsatz im Rahmen des Programms lieferte Erkenntnisse über Entwicklungen in den Modellregionen. Das Infrastruktur-Monitoring wurde zwischen 2010 und 2011 vier Mal durchgeführt. Die jüngste Datenabfrage fand im September 2011 in enger Zusammenarbeit mit Energieversorgern (EWE, RWE) und Beratern (TU Berlin, KEMA) statt. Die Projekte erhielten eine Abfrage mit diversen Attributen zu Infrastruktur (je Ladestation) und Fahrzeugen. Insgesamt wurden 941 Ladestationen und 1.711 Ladepunkte erfasst. Dabei wurde jeweils nach öffentlicher, halböffentlicher und privater Ladeinfrastruktur unterschieden, analog zu den Kategorien der Nationalen Plattform Elektromobilität (siehe Abbildung 3). Im Programm beträgt das Verhältnis zwischen öffentlichen, halb-öffentlichen und privaten Ladestationen ungefähr 40:20:40, was allerdings nicht die tatsächliche Nutzungshäufigkeit widerspiegelt.

## DIFFERENZIERUNG DER LADESTATIONEN NACH ART UND ORT DER AUFSTELLUNG

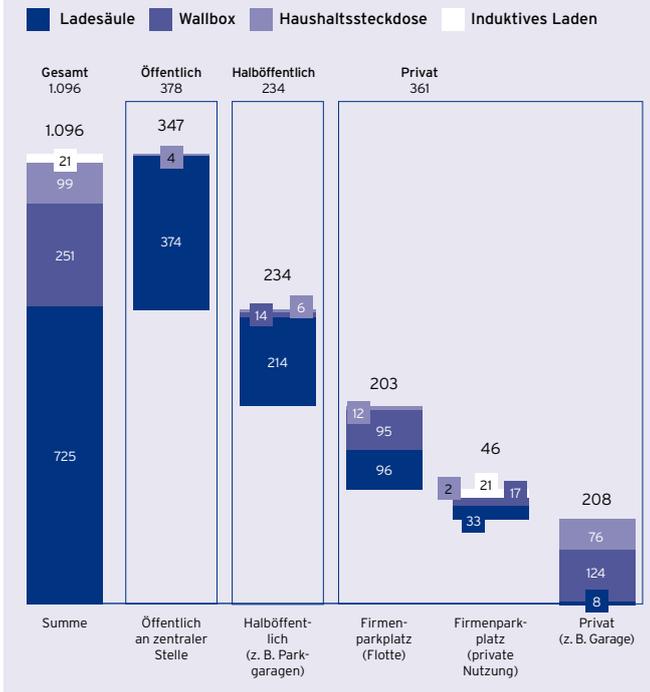


ABBILDUNG 2

Innerhalb dieser Bereiche wurde nach der Art der Ladestation differenziert. Die öffentliche Infrastruktur in den Projekten wird überwiegend in Form von Ladesäulen gebaut. Im Hinblick auf den durchschnittlichen Anteil von ca. 30% konventioneller Haushaltssteckdosen bzw. Wallboxen ist festzustellen, dass der Wert je nach örtlicher Kategorie stark schwankt. Während an zentralen, öffentlichen und halböffentlichen Stellen die konventionelle Steckdose oder Wallbox nahezu keine Rolle spielt, verhält es sich im Bereich der privaten Stellplätze (Garagen) umgekehrt. Interessant ist, dass in den Modellregionsprojekten im privaten Bereich ungefähr die Hälfte aller Flottenbetreiber private Ladesäulen einsetzen, wohingegen der Wert der privat genutzten Firmenparkplätze sinkt. Insgesamt hat die Wallbox-Lösung die größere Bedeutung bei den gewerblich und betrieblich genutzten Fahrzeugen, während die privaten Nutzer auf die Haushaltssteckdose setzen.

Es ist festzuhalten, dass innerhalb der Projektlaufzeit weniger öffentliche Infrastruktur aufgebaut wurde, als im Jahr 2009 geplant worden war. Die Gründe dafür sind vielfältig. Zunächst konnte anstelle neuer öffentlicher Ladeinfrastruktur aufgrund des Konzepts „Parken & Laden“ die bereits vorhandene Infrastruktur genutzt werden. Außerdem wurde deutlich, dass die Nutzung privater Ladeinfrastruktur bzw. entsprechender Wallboxen anwendungsseitig ausreichend und einfach ist. Nicht zuletzt wurde der öffentliche Infrastrukturaufbau dadurch gebremst, dass weiterhin Unklarheit bezüglich passender

Geschäftsmodelle besteht, denn die wirtschaftlich operierenden Betreiber mussten auch im Rahmen des Programms die Ladeinfrastruktur mindestens zur Hälfte gegenfinanzieren. Ebenso existieren nach wie vor kommunale Planungsunsicherheiten, die den öffentlichen Infrastrukturaufbau verlangsamen. Um die Entwicklung voranzutreiben, sind deshalb vor allem Best Practices vonnöten, in denen die Standortwahl und -analyse für die Stadt- und Verkehrsplanung, Genehmigungsverfahren und entsprechende Ansprechpartner, das spätere Aussehen, Sicherheitsfragen sowie die Finanzierung detailliert dargestellt werden und die als Hilfestellung für den Infrastrukturauf- und -ausbau dienen können.

## TECHNISCHE AUSSTATTUNG DER LADESTATIONEN

**Anzahl Ladepunkte (\*):**  
 1 LP (475)  
 2-3 LP (536)  
 4 LP (78)  
 > 4 LP (7)

**Spannungsart (\*):**  
 AC (1-phasig) (184)  
 AC (3-phasig) (803)  
 DC (24)  
 Keine Angaben (85)

**Steckdosentypen (\*\*):**  
 IEC 6219 Typ 2 (750)  
 Schuko (645)  
 CEE (160)  
 Keine Angaben (309)

**Ladegeschwindigkeit (\*):**  
 Normalladung (bis 16 A) (576)  
 Normalladung (16-31 A) (356)  
 Schnellladung (ab 32 A) (57)  
 Keine Angaben (107)

(\* Nennungen Anzahl Ladestationen (Summe: 1.096)

(\*\*) Nennungen Anzahl Ladepunkte (Summe: 1.935)

ABBILDUNG 3

Die Ladestationen in den verschiedenen Modellregionen sind technisch unterschiedlich ausgestattet. Sie unterscheiden sich beispielsweise in der Anzahl von Ladepunkten, den Steckdosentypen, den Spannungsarten und den Ladegeschwindigkeiten (siehe Abbildung 3).

## VERSCHIEDENE ZUGANGS- UND ABRECHNUNGSSYSTEME IN DEN MODELLREGIONEN

**Zugangsform (\*)(\*\*)**

RFID (591), Powerline (156), Schlüssel (127), Mobilfunk (93), PIN (11), Sonstiges (188), keine Angabe (65)

**Vertragsform (\*)**

längerfristiger Vertrag (467), noch in der Entwicklung (273), einmalige Transaktion (39), keine Angabe (317)

**Bepreisung (\*)**

noch in der Entwicklung (326), Flatrate (177), mengenbezogener einstufiger Preis (128), zeitbezogener einstufiger Preis (34), keine Angabe (431)

**Zahlungsoption (\*)(\*\*\*)**

noch in der Entwicklung (240), Überweisung nach Rechnungstellung (164), Bankeinzug (154), Cash (17), EC-Karte (9), Sonstiges (22), keine Angabe (546)

(\*) Nennungen Anzahl Ladestationen

(\*\*) 135 Ladestationen weisen zwei unterschiedliche Zugangsformen auf.

(\*\*\*) 56 Ladestationen weisen zwei unterschiedliche Zahlungsoptionen auf.

ABBILDUNG 4

In den Modellregionen wird eine Vielzahl von Zugangs- und Abrechnungssystemen erprobt, von denen sich viele noch in der Entwicklung befinden (siehe Abbildung 4). Der Zugang zur Ladesäule wurde in der Laufzeit der Projekte eindeutig festgelegt. Ferner zeichnet sich auch eine Tendenz zu längerfristigen Verträgen ab. In Bezug auf Vertragsformen und Preisfestsetzungs- sowie Zahlungsoptionen besteht jedoch noch weiterer Handlungs- und Entwicklungsbedarf.

HERSTELLER UND BETREIBER VON INFRASTRUKTUR IM PROGRAMM

Hersteller (*):	Betreiber (*):
Mennekes (206)	RWE (161)
RWE (161)	Vattenfall (104)
Langmatz (133)	EnBW (89)
Siemens (77)	SWM (73)
EBG Lünen (76)	Stadtwerke Düsseldorf
Bosch	Stadtwerke Leipzig
Schletter	E.ON
Keba	EWE
NKT Cables	Hamburg Energie
Bosecker	DREWAG
Walther	SWB
diverse weitere Hersteller	diverse weitere Stadtwerke und andere Betreiber

(\* Nennungen Anzahl Ladestationen)

ABBILDUNG 5

Eine Vielzahl von unterschiedlichen Herstellern und Betreibern engagiert sich im Programm Infrastrukturaufbau. Die Hauptakteure sind in Abbildung 5 absteigend nach Anzahl der Ladestationen aufgelistet.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Erkenntnisgewinn im Aufbau und Betrieb von allen drei Bereichen der Ladeinfrastruktur in den Modellregionen besonders groß und positiv war.

TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN

Zu Beginn des Programms und somit auch der Plattform stand der Aufbau einer öffentlichen und halböffentlichen Ladeinfrastruktur in Form von Ladesäulen im Vordergrund. Im Laufe der Zeit wurde immer deutlicher, dass sich viele verschiedene Ladesysteme entwickeln, da die Ansprüche an eine schnelle und unkomplizierte Aufladung des Fahrzeugs sehr unterschiedlich erfüllt werden können. Bereits heute stehen zum Aufbau der Ladeinfrastruktur verschiedenartige Ladesysteme zur Auswahl, die über die **Normalladung** (Wechselstrom-Ladesysteme) hinausgehen. **Schnellladung** und zukünftige **Induktionsladung** werden immer interessanter. Im Rah-

men der Infrastrukturplanung muss daher genau geprüft werden, welche Technologie an welchem Standort eingesetzt werden kann. Über die technischen Entwicklungen tauschten sich die Teilnehmer der Plattform im Rahmen regelmäßiger Statuspräsentationen aus, wobei mitunter durchaus kontrovers diskutiert wurde.

In den Modellregionsprojekten wurden als Ladeinfrastruktur schwerpunktmäßig im öffentlichen und halböffentlichen Bereich Ladestationen mit einer Ladeleistung von 3,7-22 kW errichtet. Somit wird die Betankung der Elektrofahrzeuge zu über drei Vierteln über Normalladung durchgeführt. Im privaten Bereich wurden die Fahrzeuge ebenfalls überwiegend über Normalladung betankt. Hier wurde neben der Nutzung der handelsüblichen Steckdosen Ladeinfrastruktur in Form von Wallboxen aufgerüstet oder zusätzlich aufgebaut. Eine wichtige Erkenntnis hieraus ist, dass die Aufladung von Elektrofahrzeugen über die heimische Steckdose bei einer unsachgemäßen Nutzung allerdings eine Gefahr für die Nutzer darstellen kann. Aus diesem Grund entwickeln sich erste Dienstleistungen, um vor Erstnutzung eines Elektrofahrzeuges den Sicherheitscheck der bestehenden elektrischen Infrastruktur bei Nutzern und Betreibern durchzuführen.

Normalladung

Für die Normalladung können in den Modellregionen unterschiedliche Steckertypen verwendet werden (siehe Abbildung 3). Die am häufigsten verwendeten Stecker sind der Schuko-Stecker und der IEC 6219 Typ 2 Stecker (auch „Mennekes-Stecker“ genannt). Zusätzlich findet auch der CEE-Stecker Verwendung. Insgesamt ist festzustellen, dass der Stecker IEC 6219 Typ 2 sowie der Schuko-Stecker am häufigsten aufgebaut wurden. Der Stecker IEC 6219 Typ 2 ist ein speziell auf die neuen Anforderungen in der Elektromobilität angepasster und weiterentwickelter Steckertyp. Dieser gewinnt zunehmend an Bedeutung. So haben sich auch die deutschen Hersteller im Laufe der Zeit auf den Stecker IEC 6219 Typ 2 als einheitlichen Standard für Ladesysteme geeinigt und stimmen damit mit dem europäischen Herstellerverband ACEA überein. Nur auf internationaler Ebene muss noch eine Einigung erzielt werden.

Schnellladung

Die Grenze zwischen Normalladung und Schnellladung ist fließend. Von Schnellladung kann schon ab einer Ladeleistung von 32 A gesprochen werden. Bei der Schnellladung wird zusätzlich hinsichtlich der Spannungsart zwischen AC- und DC-Laden unterschieden, wobei die Übertragung mit heutigem Stand der Technik und unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften ausschließlich induktiv erfolgt. In der weiteren Entwicklung wird auch die Standardisierung der Steckertypen eine wichtige

Rolle spielen. Für die DC-Schnellladung wird überwiegend der CHAdeMo-Stecker und für die AC-Schnellladung der Stecker IEC 6219 Typ 2 verwendet. CHAdeMo ist ein in Japan entwickeltes Ladesystem, das auf Gleichspannung basiert. In Deutschland wird ein weiterer Stecker für die Schnellladung, der Combo-Stecker, entwickelt. Dieser stellt eine Weiterentwicklung des IEC 6219 Typ 2 dar. Der Vorteil der Schnellladung liegt hauptsächlich in der Reduzierung der Ladedauer, aber auch in der Gewichtsreduzierung des Fahrzeugs, da sich das Ladegerät außerhalb des Fahrzeuges befindet. In den Modellregionen wird nur ein geringer Teil der Ladeinfrastruktur über Schnelllademöglichkeiten aufgebaut. Diese wird in acht Projekten in fünf Modellregionen getestet.

### Induktionsladung

Nach Untersuchungen des TÜV Süd stellt „für die Versorgung der E-Autos im öffentlichen städtischen Bereich [...] induktives Laden eine zukünftige Alternative dar“. Vorteile induktiver gegenüber konduktiven Ladesystemen sind die Steigerung der Energieeffizienz, der Verzicht auf Kabel im öffentlichen Raum, der automatische Ladevorgang, die verbesserte Nutzerakzeptanz durch höheren Bedienkomfort, die häufigere und längere Kopplung mit dem Stromnetz sowie die verbesserte Integration ins Energieversorgungsnetz. Generell ist die „fast unsichtbare“ Ladeinfrastruktur für den Aufbau im öffentlichen Raum hinsichtlich Stadtmöblierung und Stadtbild von großem Interesse. Die Vorteile müssen allerdings gegen die Kosten für die Aufrüstung von Straßen und Parkplätzen mit Induktionsschleifen abgewogen werden. Außerdem ist die internationale Standardisierung eine wesentliche Voraussetzung für die flächendeckende Verbreitung der Technologie. Umsetzbarkeit und Leistungsfähigkeit müssen in Demonstrationsprojekten weiter erprobt und mit den Ergebnissen der konduktiven Ladesysteme verglichen werden. Das induktive Laden wird momentan im Rahmen von Projekten in den Modellregionen Hamburg und Rhein-Main getestet.

## ERGEBNISSE AUS DEN DREI VERTIEFENDEN ARBEITSGRUPPEN

### AG INFRASTRUKTURSZENARIEN

Die Plattform Infrastruktur kam Ende 2009 zum ersten Mal zusammen und setzte sich in Anbetracht der vielen verschiedenen Auffassungen zu den Anforderungen an Ladeinfrastruktur als erstes Ziel die Erstellung von Infrastrukturszenarien.

Die Unsicherheit hinsichtlich verschiedener Ausgestaltungsparameter von Elektromobilität ist nach wie vor groß. Dies stellt besonders für die am Bau von Ladestationen beteiligten Partner eine Herausforderung dar. Um Unsicherheiten und damit Hemmnisse für die Errichtung der Infrastruktur abzubauen, erschien es sinnvoll, individuelle und mögliche gemeinsame Vorstellungen zum notwendigen Infrastrukturaufbau in Szenarien strukturiert darzustellen, um die Grundlage für weitere Diskussionen zu schaffen.

Aus den Expertenworkshops ging die Veröffentlichung „Szenarien zum Infrastrukturaufbau für Elektromobilität“ hervor, die drei Szenarien mit folgenden Ausrichtungen enthält: „Verschärfte Standards“, „Regulierte Infrastruktur“ und „Mehrkostenfreie Elektromobilität“. In den Szenarien werden 20 Einflussfaktoren aus den Bereichen „Staatlicher Einfluss“, „Ladeinfrastruktur“, „Fahrzeug“, „Schnittstellen“ und „Kunde“ bewertet.

Daraus ergeben sich Gemeinsamkeiten aller drei Szenarien bezüglich des Einflusses der Klima- und Flottenziele, der vorhersehbaren Netzengpässe, realistischer Minimalstandards und der Notwendigkeit staatlicher Rahmenbedingungen. Insbesondere in der Organisationsform des Infrastrukturaufbaus unterscheiden sich die Einschätzungen der drei Szenariengruppen jedoch so stark, dass drei verschiedene Lösungen vorhergesehen werden: Während das erste Szenario den Aufbau der Infrastruktur über öffentlich-private Partnerschaften favorisiert, arbeitet das zweite mit staatlicher Regulierung und das dritte mit einem wettbewerblichen Ausbau am freien Markt.

EINFLUSSFAKTOR		AUSPRÄGUNG		
STAATLICHER EINFLUSS	1. Regulierung Laden/Infrastruktur	Freier Markt	Regulierender Markt	Aufbau als PPP
	2. EU-Flottenziele (CO <sub>2</sub> )	Keine Verschärfung	Moderate Weiterentwicklung	Verschärfte Emissionsstandards
	3. Umweltzonen (lokale Immisionen)	Keine schnelle Verschärfung	Maßvolle Verschärfung	Drastische Verschärfung
	4. Monetäre & nichtmonetäre Förderinstrumente	Ausbau Förderung	Verstetigung Förderung	Beendigung
INFRASTRUKTUR	5. Anforderungen an Ladeinfrastruktur	Simple technische Lösungen	Mischung	Kompl./High-End-Produkte & MW-Dienste
	6. Dichte Ladeinfrastruktur (öffentlich)	Fortsetzung Status	Hohe Dichte	Technologischer Fortschritt
	7. Dichte Ladeinfrastruktur (halböffentlich)	Nische	Mittlere Dichte	Technologischer Fortschritt
	8. Dichte Ladeinfrastruktur (heim)	Fortsetzung Status/Schwerpunkt Dichte	Erweiterung von Flotte auf privat	
	9. Umsetzung induktives Laden	Kein induktives Laden möglich	Kommt schnell (2015)	Kommt langfristig (nach 2020)
	10. Verteilernetz	Keine Engpässe bis 2020	Erste Engpässe 2012	Engpässe ab 2015
	11. Intelligentes Lademanagement (ILM)	Kein ILM	ILM ab 2015	ILM ab 2020
FAHRZEUG	12. Kosten-Delta	1	1,2	1,5 bis 1,7
	13. Durchsetzung Antriebstypen	BEV	Mischung	PHEV
	14. Entwicklung Batterietechnik	Konservativ	Optimistisch	
	15. Batteriesicherheit	Gegeben	Nicht gegeben	
SCHNITTSTELLEN	16. Standardisierung (insbesondere Ladeschnittstelle)	Schnelle Minimalstandardisierung	Langsam (bis 2015 oder 2020)	Keine
	17. Kompatible Zugangs- & Abrechnungsmodelle	Nur Minimalstandardisierung	Langsam (bis 2015 oder 2020)	Keine
KUNDEN	18. Nutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur	Intensive Nutzung	Gelegentliche Nutzung	Keine oder nur punktuelle Nutzung
	19. Anpassung Mobilitätsverhalten	Keine Änderung	Sinkende Pkw-Bindung	Schwerpunkt ÖPNV
	20. Image Elektromobilität	Positiv	Bleibt Nische	Negatives Image

— SZENARIO A — SZENARIO B — SZENARIO C

>> 01 INFRASTRUKTUR

ABBILDUNG 6

### AG PRAXIS

Als Weiterentwicklung der Szenarien zur Reduzierung von Hemmnissen beim Infrastrukturaufbau sollte ein Praxisleitfaden entwickelt werden, der Handlungsempfehlungen als Best Practices auf Grundlage erster Projekterfahrungen beim Aufbau von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur enthält. Dies geschah in der AG Praxis, die im Januar 2011 mit zwei Zielen begann: der Erstellung eines Praxisleitfadens „Aufbau einer öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Genehmigungsbehörden und Antragsteller“ und der daran anschließenden (Online-)Darstellung der Ladeinfrastruktur. Die Notwendigkeit eines Praxisleitfadens ergab sich aus den vielfältigen Problemen der Projektpartner bei der Errichtung von öffentlicher Ladeinfrastruktur in einer Gruppe von 20 Teilnehmer aus folgenden Institutionen: TSB FAV, Freie Hansestadt Bremen, Wirtschaftsförderung Region Stuttgart, Stadt Stuttgart, RWE, SAENA, hySolutions, RheinEnergie, Stadtwerke Düsseldorf, Langmatz, DB Rent, ABGnova, InnoZ und Dornier Consulting Duisburg-Essen. Zunächst wurden die aktuellen Erkenntnisse und Erfahrungen aus den Modellregionen zusammengetragen und eine Gliederung in die Punkte Planung, Genehmigung und technische Umsetzung erstellt. Der Praxisleitfaden verweist an vielen Stellen zusätzlich auf Best-Practice-Beispiele aus den Modellregionen. Dabei handelt es sich um konkrete Umsetzungsbeispiele, die sich besonders bewährt haben bzw. effektive Lösungen der aufgeworfenen Fragestellungen darstellen.

Neben der Verschriftlichung der Ergebnisse und Erfahrungen der Modellregionen und Plattformen besteht das Ziel des Praxisleitfadens zum einen darin, das Thema Infrastrukturaufbau aus den Modellregionen hinauszutragen, und zum anderen darin, die im Regierungsprogramm angesprochene Privatwirtschaft und die Kommunen zur Errichtung von Ladeinfrastruktur zu ermutigen. Durch die umfassende Darstellung von Planung, Genehmigung, Errichtung und Betrieb öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur sollen Hemmnisse abgebaut, aber auch ein Problembewusstsein geschaffen werden. Idealerweise sollten Städte und Kommunen die Elektromobilität bereits in ihre Mobilitäts- und Stadtentwicklungskonzepte integrieren. Damit würde die Grundlage geschaffen, Elektromobilität als Baustein und somit als Chance für eine systemische Mobilitätsstrategie zu implementieren. Generell ist zu sagen, dass sich aufgrund der bestehenden Hemmnisse im öffentlichen Bereich der Aufbau von Ladeinfrastruktur stark in den halböffentlichen und privaten Bereich verlagert.

### AG HARMONISIERUNG

In der AG Harmonisierung fanden sich Projektpartner mit Betriebserfahrung aus vier Modellregionen zusammen und bewerteten das Geschäftsmodell „Parken & Laden“ anhand der in den Projekten gesammelten Erfahrungen. Das Resümee der Partner ist, dass die zeitbasierte Abrechnung im Vergleich zur Abrechnung nach der Energiemenge für öffentliche und halböffentliche Parkplätze viele Vorteile mit sich bringt (siehe Abbildung 7).

Außerdem entwickeln in der AG Harmonisierung verschiedene Energieversorgungsunternehmen zusammen mit einem Kommunalvertreter, verschiedenen Vertretern aus wissenschaftlichen Einrichtungen und einem Verbraucherberater mögliche Marktmodelle für einen zukünftigen diskriminierungsfreien Zugang zu Ladeinfrastruktur aus Nutzersicht. Dabei wird hauptsächlich Infrastruktur im öffentlichen Raum betrachtet. Die Zusammenarbeit steht beispielhaft für die Absicht, auch ressortübergreifende Ergebnisse aus den Projekten zu erzeugen, und wird zusammen mit der Begleitforschung des BMWi durchgeführt. Die drei Marktmodelle, die in der AG entwickelt wurden, unterscheiden sich in ihrem Regulierungsgrad und werden anhand von acht Dimensionen beschrieben: „Kosten Ladeinfrastruktur“, „Diskriminierungsfreier Zugang“, „Technologische Innovation und Kosteneffizienz“, „Räumliche Allokation und Dimensionierung“, „Transaktionskosten aus Nutzersicht“, „Kommunale Belange“, „Internationale Aspekte“ und „Sonstiges“.

### WEITERER FORSCHUNGS- UND UNTERSUCHUNGSBEDARF

Die Teilnehmer der Plattform Infrastruktur bedürfen für ihre weiteren Aktivitäten – insbesondere im Hinblick auf den bedarfsorientierten Aufbau von zusätzlicher Infrastruktur – eines besseren Verständnisses der Auswirkungen von Elektromobilität auf Verkehrs- und Stadtplanung und umgekehrt. Dabei werden die Aktualisierung des Praxisleitfadens der AG Praxis und die Verstärkung des Monitoring der Infrastruktur in den bestehenden und neuen Projekten hilfreich sein. Insbesondere soll zu diesem Zweck weiterhin die Nutzungsintensität der verschiedenen Infrastrukturarten erhoben werden.

Interessant sind für die Plattform Infrastruktur weiterhin die Entwicklungen im Bereich der Geschäftsmodelle bzw. der Betriebs- und Betreibermodelle. Beispielsweise wird Informationsbedarf bestehen im Hinblick auf die Gestaltung von Lade-

möglichkeiten für sogenannte Laternenparker, Servicekonzepte wie Sicherheitschecks vor der Erstinutzung von Elektrofahrzeugen und Nutzungskonzepte im Zusammenspiel mit ÖPNV und Carsharing.

Für beide Bereiche - Verkehrsplanung und Geschäftsmodelle - wird der Erfahrungsaustausch mit dem Ausland als wichtig erachtet. Dabei stehen für die Projektpartner nicht der reine Projektaufbau oder die politische Vorarbeit im Vordergrund, sondern man verspricht sich vom Austausch operativer Lösungen zu konkreten Fragestellungen eine Bereicherung. Aus diesem Grunde sollen Ergebnisberichte zum Beispiel von niederländischen und skandinavischen Städten sowie von den entsprechenden Infrastrukturbetreibern berücksichtigt werden.

Die Projektpartner werden die technische Entwicklung genau verfolgen, sowohl in den Bereichen Schnellladung und Induktionsladung als auch bei Lösungen zu gesteuertem und bidirektionalem Laden. Insbesondere bei Projekten außerhalb der Demonstrationsprojekte spielen auch Sicherheits- und Haftungsfragen eine wichtige Rolle. Außerdem sind die Online-darstellung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur und der nutzerseitige Zugang über mobile Endgeräte oder andere Informationsdienste wichtige Themen für die Zukunft. Weiter-

hin wird es erforderlich sein, den Ausbau von gewerblichen, kommunalen und betrieblichen Flotten und die damit einhergehenden Auswirkungen auf die Ladeinfrastruktur zu beobachten.

Mittelfristig soll der Praxisleitfaden weitergeführt und auch mit neuen Themen aktualisiert werden. Auch die durch das Infrastruktur-Monitoring (Abfrage) sowie durch die Umwelplattform (Ladeverhaltensmessungen via Datenlogger) gewonnenen Daten können ggf. weiterhin erhoben werden sowie in jedem Fall zur weiteren Bedarfsanalyse von Ladeinfrastruktur herangezogen werden.

Langfristig ist neben der Verfolgung von technischen (Neu-)Entwicklungen die Harmonisierung - zum Beispiel der Zugangs- und Abrechnungssysteme - ein wichtiges Tätigkeitsfeld. Weiterhin werden sowohl nationale als auch internationale, innovative Verkehrs- und Mobilitätskonzepte Wechselwirkungen auf die Infrastruktur haben. Diese Wechselwirkungen sollen beobachtet und aktiv mitgestaltet werden.

VERGLEICH DER ABRECHNUNGSMÖGLICHKEITEN



ABBILDUNG 7: VERGLEICH DER ABRECHNUNGSMÖGLICHKEITEN NACH ZEIT UND NACH ENERGIEMENGE

## >> 02 ORDNUNGSRECHTLICHER RAHMEN

### KURZDARSTELLUNG

Die Plattform Ordnungsrechtlicher Rahmen startete Ende 2009 und wurde geleitet durch das BMVBS und koordiniert durch die NOW GmbH. In der Plattform arbeiteten Vertreter der acht Modellregionen, insbesondere der Kommunen, Universitäten, Stadtwerke, überregionalen Energieversorgungsunternehmen und Betreiber von Ladeinfrastruktur mit juristischem Hintergrund eng zusammen.

Aufgabe der Plattform war es, die mit der Marktvorbereitung der Elektromobilität verbundenen ordnungsrechtlichen Fragen zu identifizieren und hierfür die regional verschiedenen Lösungsansätze darzustellen und zu sammeln, gute Beispiele („Best Practices“) zusammenzutragen und Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.

Die Plattform „Ordnungsrechtlicher Rahmen“ ist durch die Anzahl der gemeinsamen Fragestellungen eng verwoben mit der Plattform „Infrastruktur“ und wurde somit auch ab Januar 2011 über gemeinsame Sitzungen veranstaltet.

Bis zum Ende des Jahres 2010 wurden Themenfelder gesammelt, in denen sich derzeit offene Fragestellungen und Handlungshürden in den Modellregionen darstellen. Es zeigte sich, dass in allen Modellregionen hinsichtlich der Rahmenbedingungen ähnliche Herausforderungen bestehen. In **Abbildung 1** sind die Themenfelder nach den Kategorien Öffentlicher Raum, Infrastruktur, Fahrzeuge und Sonstiges zusammengefasst. Anfang 2011 wurden für jedes Einzelthema Patenschaften in den

Modellregionen vergeben, um einen Hauptakteur zu benennen. Denn obwohl die Modellregionen vor ähnlichen Herausforderungen standen, waren die regionalen Lösungen sehr unterschiedlich. Diese galt es zusammenzutragen.

Aufgrund der Themenabfrage ergab sich folgende Sammlung und Verdichtung zu vier thematischen Schwerpunkten mit den dazugehörigen Unterthemen:

#### Kennzeichnung

- der Ladeinfrastruktur während des Ladevorgangs
- der Fahrzeuge
- des Parkraums, insbesondere die Beschilderung an Ladepunkten, siehe Verkehrsblattverlautbarung Heft 5 2011 (15.03.2011)

#### Anreizmaßnahmen für Elektromobilität

- Freigabe von Busspuren für Elektrofahrzeuge
- Sonderspuren
- Kostenloses Parken in Innenstädten
- Einfahrtberechtigung für Elektrofahrzeuge in Umweltzonen
- Wechselkennzeichen
- Öffnung von Fußgängerzonen für Elektrofahrzeuge
- Öffentliche Beschaffungsinitiative

#### Elektromobilität und Stadt

- Elektromobilität und Wohnen, z. B. Stellplatzsatzungen
- E-Carsharing
- KombiTicket-Modelle für ÖPNV/E-Carsharing/Pedelec-Nutzung

### PATENSCHAFTEN HANDLUNGSBEDARFE ORDNUNGSRECHT

Öffentl. Raum	Infrastruktur			Fahrzeug					Sonstiges		Themenfelder
	Parken	Leitfaden Konzession (PF IS)	Kennzeichnung Infrastruktur	Diskriminierungsfr. Zugang (PF IS)	E-Car-sharing	ÖPNV	Pedelecs	Öffentl. Beschaffung	Kennzeichnung	Anreizmaßnahmen	
HH	BP HH SN	BO	HH	RM	RR HH	RM	RR	MUC STU	BO	RR MUC STU	Patenschaften

Abkürzungen:

Hamburg = HH; Bremen/Oldenburg = BO; Berlin/Potsdam = BP; Rhein-Ruhr = RR; Sachsen = SN; Rhein-Main = RM; Stuttgart = STU; München = MUC; Plattform Infrastruktur = PF IS

**Verkehrssicherheit**

- Lärmemissionen, Geräusche
- Gefährdung von Personen mit Sehbehinderung

Weitere Themen wie die Erarbeitung eines Praxisleitfadens zum Aufbau der Infrastruktur und die Erörterung des „diskriminierungsfreien Zugangs“ wurden identifiziert und der Plattform Infrastruktur zur weiteren Behandlung übergeben.

**MEILENSTEINE**

Im Zeitraum 2009–2011 fanden sechs Tagungen der Plattform Ordnungsrechtlicher Rahmen statt, davon waren vier gemeinsame Termine mit der Plattform Infrastruktur. Im Rahmen der Tagungen wurden mehr als 25 Vorträge zu den vier thematischen Schwerpunkten gehalten sowie Projekt-Statusberichte zu individuellen Themen vorgestellt.

**Tagung 1: Workshop Juni 2010**

Diskussion und Austausch zu folgenden Themen:

- Ladesäulen als eigenständige Geräte im Straßenraum bzw. als Endgeräte einer Versorgungsleitung
- Parkdauer: nur für Parkvorgang oder länger
- Ausschluss der Privilegierung von Nutzergruppen
- Vergabe von Sondernutzungsrechten zum Aufbau der Infrastruktur

**Tagung 2: Projektleitstellentreffen Dezember 2010**

- Sammlung von ordnungsrechtlichen Themen über die Projektleitstellen
- Identifizierung von Themen in den Bereichen Öffentlicher Raum, Infrastruktur, Fahrzeuge, Finanzen, Sonstiges
- Vergabe von Patenschaften

**Tagung 3: Plattformtagung Januar 2011**

- Vorstellung Themen aus den Modellregionen: Diskriminierungsfreiheit/Grünstrom, Parken, Konzession, Bewertungsbogen für Ladestandorte
- Einbeziehung weiterer Fachreferate des BMVBS mit speziellen Diskussionspunkten zu
  - Parken: Verkehrsblattverlautbarung, Signalisierung des Ladevorgangs
  - Kennzeichnung Elektrofahrzeuge mit blauer Plakette
- Diskussion Anreize: Busspuren, Umweltzonen, Fußgängerzonen, Fahrspuren für Pedelecs, KombiTicket-Modelle, Wechselkennzeichen, öffentliche Beschaffung

**Tagung 4: Plattformtagung März 2011**

- Vorstellung von Erkenntnissen aus E-Trust Studie unter Berücksichtigung der Aspekte Infrastruktur und Ordnungsrecht
- Diskussion Veröffentlichung Verkehrsblattverlautbarung
- Themen der Sitzung: Freigabe von Busspuren, Kennzeichnung Elektrofahrzeuge, Wohnen und Mobilität
- Identifizierung neuer Themen: Geräusche und Fahrschule
- Sammlung von Fragestellungen aus dem Bereich Ordnungsrechtlicher Rahmen zu dem geplanten Handbuch „Flottenbetreiber und Flottenmanagement“

**Tagung 5: Plattformtagung Juni 2011**

- Freigabe von Busspuren für Elektrofahrzeuge
- Kennzeichnung (Ladeinfrastruktur, Elektrofahrzeuge, Beschilderung)
- Verkehrssicherheit mit Schwerpunkt Geräusche von Elektrofahrzeugen
- E-Carsharing
- Diskussion von ordnungsrechtlichen Fragestellungen und Integration in das Handbuch „Flottenbetreiber und Flottenmanagement“

**Tagung 6: Plattformtagung September 2011**

- Diskussion zur Weiterentwicklung der Plattform Ordnungsrechtlicher Rahmen
- Vorstellung und Diskussion von Lösungsansätzen aus den Modellregionen
  - Erste Ansätze in Hamburg zu Anreizsystemen
  - Kennzeichnung und Beschilderung
  - Landeserlass Bremen zu diskriminierungsfreiem Zugang, Kennzeichnung Ladeinfrastruktur, Verkehrssicherungspflicht
- Vorstellung möglicher Ansätze zur Kennzeichnung von Elektrofahrzeugen

Im Zuge der sechs Tagungen diente den Projektpartnern die Plattform als gemeinsames Gremium für den Austausch über die lokal unterschiedlichen Erfahrungen. Es wurden eine gute Vernetzung und ein reger Austausch unter den Teilnehmern hergestellt und die Bereitstellung von öffentlich zugänglichen Informationen wie beispielsweise der Verkehrsblattverlautbarung sowie verschiedener Landeserlässe und Verordnungen erreicht.

Darüber hinaus fand ein Austausch mit der Gruppe Recht des Projekts e-energy und IKT zum Thema des diskriminierungsfreien Zugangs zur Ladeinfrastruktur sowohl aus Nutzer- als auch aus EVU-Sicht statt. Diskriminierungsfreiheit ist aus verkehrlicher Sicht ein wichtiges Anliegen, insbesondere sollen mögliche Mobilitätsbarrieren vermieden werden. Ein weiteres Thema ist die Frage, ob es für eine systemgerechte Verknüpfung der Elektromobilität mit dem Energiesystem sinnvoll ist, die Ladeinfrastruktur als Teil des Energienetzes zu betrachten.

## ERGEBNISSE

### KENNZEICHNUNG DES PARKRAUMS

Die Arbeiten in der Plattform Ordnungsrecht haben zu ersten konkreten Ergebnissen geführt. So hat das BMVBS zur Beschilderung von Parkraum für Elektrofahrzeuge eine entsprechende Verkehrsblattverlautbarung Heft 5 2011 (vom 15.03.2011) erlassen. Damit wird eine bundeseinheitliche Beschilderung für Parkplätze für Elektrofahrzeuge angeboten.

Die Verkehrsblattveröffentlichung gibt Zusatzzeichen bekannt, die in Verbindung mit den Zeichen 314 (Parkplatz), 315 (Parken auf Gehwegen) und 286 (Eingeschränktes Haltverbot) angeordnet werden können:

- Positive Beschilderung: Parkplatz (314) und Parken auf Gehwegen (315) + Zusatzbeschilderung
- Negative Beschilderung: Eingeschränktes Haltverbot (286) + Zusatzbeschilderung

Die Zusatzbeschilderung des Parkraums kann danach wie folgt erfolgen:



Zur Erörterung der Anwendung der Beschilderung wurde eine Umfrage in den Modellregionen durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, dass momentan in drei Modellregionen die Beschilderung genutzt wird und überwiegend mittels einer positiven Beschilderung erfolgt. In einer Modellregion findet die Beschilderung in Verbindung mit dem Zeichen 1052-33 (Parkschein) Ihre Anwendung. In den weiteren Modellregionen wird eine alternative Beschilderung ebenfalls als Zusatzzeichen oder gar keine Beschilderung verwendet. Weitere Alternativen zur eingeführten Beschilderung sind meist Schilder, die sich farblich hervorheben oder mit Symbolen gekennzeichnet sind.

Generell wird zusätzlich zur Beschilderung auch die Kennzeichnung der Parkfläche für eine höhere Sichtbarkeit von Parkplätzen für Elektrofahrzeuge empfohlen.

Anhand der Datenabfrage, die innerhalb der Plattform Infrastruktur implementiert wurde, ergibt sich ein zusätzliches Bild zur Kennzeichnung des Stromparkplatzes (siehe Abbildung 2), speziell anhand der Ladestationen. Für die Fragestellung wurden 378 Ladestationen im öffentlichen Bereich aus den Modellregionen herangezogen. Es ist festzustellen, dass momentan um die 70% der Stromparkplätze beschildert werden, und zwar mit Schildern, Bodensignatur oder einer Kombination von beidem.

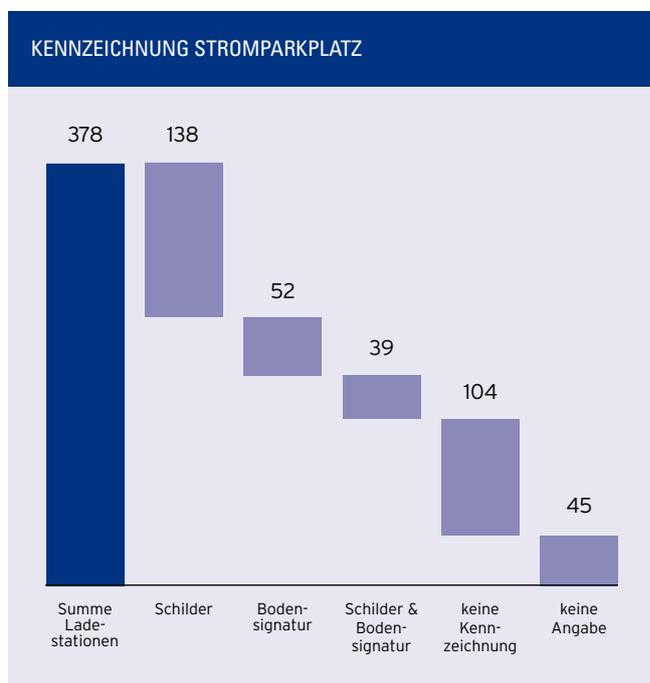


ABBILDUNG 2

Das Parken wie auch das „Beladen“ des Fahrzeugs mit Strom dient dem Verkehr und ist damit im Sinne von § 7 Absatz 1 FStrG Gemeingebrauch. Das „Beladen“ macht das Fahrzeug nicht zu einer verkehrsfremden Sache, es beraubt das Fahrzeug nicht seines verkehrlichen Zwecks. Dementsprechend ist auch für das Tanken auf den Nebenbetrieben, die gemäß § 1 Absatz 4 Nummer 5 FStrG Bestandteil der Bundesautobahnen sind, keine Sondernutzungserlaubnis der jeweiligen Kraftfahrzeugführer erforderlich.

### KENNZEICHNUNG DER LADEINFRASTRUKTUR WÄHREND DES LADEVORGANGS

Hinsichtlich der Überwachung der Parkberechtigung bei der Beschilderung „Elektrofahrzeuge während des Ladevorgangs frei“ bzw. „Elektrofahrzeug während des Ladevorgangs“ bestehen in der Praxis noch Unklarheiten. Da es in den Modellvorhaben keine eindeutige Signalisierung an der Ladeinfrastruktur gibt, die auf die Beendigung des Ladevorgangs hinweist - unabhängig von der bislang nicht geklärten technischen Machbarkeit einer solchen Anzeige, fahrzeugseitig oder infrastrukturseitig -, kann eine Überwachung durch die Ordnungsbehörden nur auf Augenscheineinnahme und Ermessensausübung beruhen und erfordert eine entsprechende Unterweisung der Mitarbeiter der Ordnungsämter. Dies ist insbesondere angesichts der geringen Fallzahlen eine angemessene Lösung. Etwasige Vollzugsdefizite können in der Erprobungsphase hingenommen werden. Darüber hinaus haben die Kommunen die Möglichkeit, grundsätzlich besondere Parkplätze für Elektrofahrzeuge auszuweisen.

In diesem Zusammenhang wurde der Landeserlass Bremen-Oldenburg vorgestellt. Dieser macht die Konzessionsvergabe von einer Signalisierung zur Beendigung des Ladevorgangs durch die Ladeinfrastruktur abhängig. Die technische Machbarkeit dieser Vorgabe ist unter den Partnern der Modellregionen allerdings umstritten. Unter den Teilnehmern entstand eine rege Diskussion und weitere Lösungsansätze müssen zukünftig entwickelt werden.

### KENNZEICHNUNG DER FAHRZEUGE

Die Kennzeichnung von Fahrzeugen stellt angesichts der geringen Fahrzeugdichte noch kein Massenproblem dar, das dringend regelungsbedürftig wäre. Für die Kennzeichnung von Elektrofahrzeugen wird ein einfach handhabbares Verfahren gefordert, das unbürokratisch erfolgt, aus datenschutzrechtlicher Sicht unangreifbar ist sowie die Erkennbarkeit der Kennzeichnung für Ordnungskräfte und weitere Verkehrsteilnehmer gewährleistet.

Angesichts der unterschiedlichen Elektrofahrzeuge vom Hybrid über Plug-in bis hin zu reinen batterieelektrisch oder brennstoffzellenangetriebenen Elektrofahrzeugen ist zu klären, welche Fahrzeuge eine Kennzeichnung erhalten sollen.

E-Fahrzeuge haben bislang Anspruch auf die Erteilung einer grünen Plakette als Einfahrtberechtigung in die Umweltzonen. Eine Vielfalt von Kennzeichnungsplaketten sollte vor diesem Hintergrund vermieden werden. Ob eine Kennzeichnung auch aus Sicherheitsgründen erforderlich ist, ist noch weiter zu

prüfen. Rettungseinrichtungen verfügen über Sicherheitsdaten aller Fahrzeuge. Ein gemeinsames Votum der Plattform erfolgte dahingehend, dass eine Kennzeichnung nicht von der Vorlage eines Grünstromvertrages abhängig sein kann, insbesondere aus Gründen der Diskriminierungsfreiheit und der Praktikabilität. Der Vorschlag der Plattform sieht eine Verschlüsselung der Fahrzeugklassifikation in den Fahrzeugpapieren als Anknüpfungspunkt für die Kennzeichnung vor. Eine Verschlüsselung der Kfz-Klassifizierung (Pkw, Zweirad etc.) erfolgt allerdings derzeit nicht in den Kfz-Papieren. Die Klassifizierung knüpft vielmehr an die Antriebsart an. Eine Kfz-Klassifizierung wäre im EG-Recht zu regeln.

Eine systemgerechte Verbindung der Elektromobilität mit aus erneuerbaren Energien erzeugtem Strom wird aus politischen Erwägungen grundsätzlich für erforderlich gehalten, um die Akzeptanz der Elektromobilität zu gewährleisten.

### ANREIZMASSNAHMEN

Hinsichtlich der Anreize wurde in zwei Sitzungen und einer speziellen Telefonkonferenz die Öffnung von Busspuren für Elektrofahrzeuge erörtert und zum Teil kontrovers diskutiert. Diesbezüglich erfolgte eine Darstellung der vorhandenen internationalen Lösungen, z. B. in Norwegen und Schweden. Weitere Ansätze gibt es in Kalifornien (USA) und Australien mit besonderen Spuren für voll besetzte Fahrzeuge, d. h. mit weiteren 2-3 Personen zusätzlich zum Fahrer (sog. Commuter Lanes oder High Occupancy Lanes), sowie Hybridfahrzeuge.

Eine Öffnung der Busspuren für die Mitbenutzung durch Elektrofahrzeuge wird von den Vertretern der Modellregionen kritisch gesehen, und zwar wegen der darin gesehenen möglichen Benachteiligung des ÖPNV infolge von Kapazitätseinschränkung der Busspuren, der mangelnden technischen Durchführbarkeit und der Kollision verschiedener verkehrspolitischer Zielsetzungen. Dies würde verstärkt durch die schlechte Unterscheidbarkeit von Fahrzeugen mit Elektroantrieb gegenüber Fahrzeugen mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren bzw. Plug-in-Hybriden, wenn sie im Verbrennungsmodus betrieben werden.

Weitere Potenziale für die Nutzung von Busspuren und Sonderspuren werden diesbezüglich ggf. im Bereich des Liefer- und Taxiverkehrs aufgrund einer effizienten Routenplanung und bereits integrierter Telematik gesehen.

Das vorhandene Meinungsbild ist bislang noch nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen und Praxiserprobung belegt. Ebenso ist die Thematik gänzlich gesonderter Spuren für Elektrofahrzeuge bislang noch nicht erörtert worden.

Die Modellregion Hamburg stellte als ein Best-Practice-Beispiel die geplante Ausweisung von kostenfreien Parkplätzen für Elektrofahrzeuge vor. Hier wird eine Frei-Parken-Plakette eingeführt, deren Erwerb es Fahrerinnen und Fahrern von Pkw mit einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von unter 120 g/km gestattet, in der Hamburger Innenstadt für zwei Stunden kostenlos zu parken. Das Modell soll alle zwei Jahre evaluiert werden und der Grenzwert für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß soll ebenfalls schrittweise weiter verschärft werden. Allerdings wurde die Vereinbarkeit mit § 6a Straßenverkehrsgesetz (StVG) noch nicht abschließend geprüft.

Ebenso wurden die Rahmenbedingungen der öffentlichen Beschaffung auf kommunaler Ebene diskutiert. Dazu wurde die Beschaffungsinitiative des Bundes vorgestellt, welche auch schon im Regierungsprogramm veröffentlicht wurde. Ziel ist es, einheitliche Beschaffungsregeln und Arbeitshilfen für Bund, Länder und Kommunen festzulegen.

#### ELEKTROMOBILITÄT UND STADT

Im Bereich Elektromobilität und Stadt wurden auch mit Bezug auf die Infrastruktur weitergehende Maßnahmen zur Umsetzung innovativer Mobilitätskonzepte diskutiert, vor allem in Hinblick auf die Förderung von E-Carsharing und die Anlage entsprechender E-Carsharing-Stationen im öffentlichen Straßenraum. Carsharing mit einem Angebotsprofil, das eine Alternative zum Autobesitz darstellt (v.a. aufgrund der Bandbreite von Fahrzeugen zur Nutzung sowohl im Nah- als auch Regional- und Fernverkehr), mindert den Stellplatzdruck. Zugleich kann Carsharing als Ergänzungskomponente für E-Fahrzeugnutzer dienen, um z.B. für längere Strecken oder Transportfunktionen geeignete Fahrzeuge schnell und einfach verfügbar zu haben. Des Weiteren können auch Elektrofahrzeuge in Carsharing-Flotten aufgenommen werden, u. a. da sich Elektrofahrzeuge für den Flottenbetrieb besonders eignen (einheitliches Flottenmanagement, Errichtung von Ladeinfrastruktur an den vorgesehenen Stellplätzen).

Im Bezug auf Carsharing wurde außerdem die Möglichkeit der Anpassung in den Stellplatzsätzen diskutiert. Der Stellplatzfaktor bei konventioneller Pkw-Mobilität liegt bei 1,5 Stellplätzen pro Wohneinheit, so erlaubt das Carsharing-Konzept einen geringeren Stellplatzfaktor, z.B. 1,2 Stellplätze je Wohneinheit.

Auf dieser Grundlage ist zu prüfen, ob die Stellplatzsätzen zukünftig E-Carsharing-Plätze einplanen sollten. Dieses Thema ist noch nicht abschließend diskutiert worden und soll somit auch weiterhin vertieft werden.

Generell wurden in diesem Zusammenhang weitere Anforderungen an die Ladeinfrastruktur erörtert. So müssen intelligente Lösungen für Parken und Laden entwickelt werden. Diskutiert wurde eine Selbstverpflichtung der Energieversorgungsunternehmen, an öffentlichen Ladesäulen ausschließlich Grünstrom anzubieten. Weitere Entwicklungen zeigten sich, wonach spezifische Ausschreibungskriterien für den Neuaufbau von Ladeinfrastruktur bzw. Ladesäulen als erforderlich angesehen und erarbeitet wurden. Hier ist das Beispiel der Modellregion Hamburg anzuführen. Die Vergabe der Konzession für die Errichtung von Ladesäulen ist hier u. a. an die Lieferung von erneuerbar erzeugtem Strom, Diskriminierungsfreiheit und Stadtbildverträglichkeit gebunden.

#### VERKEHRSSICHERHEIT

Im Bereich Verkehrssicherheit wurden insbesondere die Themen Geräusche und Gefährdung von Personen mit Sehbehinderung diskutiert. Bezüglich der Geräuschemission von Elektrofahrzeugen ist die Kernbotschaft, dass nicht nur Elektrofahrzeuge geräuscharm und leise sind, sondern alle neuen Modelle der herkömmlichen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Dieses Thema ist daher allgemein im Rahmen der Verkehrssicherheit für Fahrzeuge zu diskutieren.

Hierbei spielen auch Aspekte der Wahrnehmbarkeit der besonders leisen Elektrofahrzeuge eine Rolle. Intelligente Lösungen sind zu entwickeln, die die ungeschützten Verkehrsteilnehmer angemessen warnen, ohne die Vorteile der Geräuschminderung zunichte zu machen. Die Erfahrungen aus der Modellregion Region Stuttgart zeigen, dass im Projekt mit 500 motorisierten Zweiradfahrern und 800.000 zurückgelegten Kilometern bislang keine sogenannten Lärmunfälle aufgetreten sind. Andererseits ist auf eine alternative, längerfristige technische Entwicklung hinzuweisen. So sei es zukünftig denkbar, dass Fahrzeuge untereinander und mit der Umgebung kommunizieren, um somit mögliche Gefahren durch niedrige Geräuschemissionen abwenden zu können.

Aktuell wird kein bestehender Handlungsbedarf der Plattform Ordnungsrecht gesehen. Die Beobachtung weiterer Entwicklungen wird als erforderlich angesehen, wobei die entsprechenden Ergebnisse aus den F&E-Projekten maßgeblich sind. Darüber hinaus wurde in der Plattform seitens der kommunalen Vertreter festgestellt, dass Ansprüche an den sehr begrenzten

öffentlichen Straßenraum in den Städten oftmals hochgradig miteinander konkurrieren. Eine Privilegierung für Elektroautos ist in diesen Bereichen eine zusätzlich Anforderung an den vorzunehmenden Interessenausgleich. Dies betrifft Privilegierungen sowohl im ruhenden (parkenden) als auch im fließenden Verkehr. So wird seitens der kommunalen Vertreter zu Bedenken gegeben, dass sich frühzeitige Privilegierungen z. B. durch freigehaltene Stellplätze für Elektrofahrzeuge in dicht bebauten Wohnvierteln ohne eine sichtbare und für Bürger nachvollziehbare Nachfrage negativ auf die Akzeptanz der Elektromobilität auswirken könnten.

## WEITERER FORSCHUNGS- UND UNTERSUCHUNGSBEDARF

Im Rahmen der Erörterungen in der Plattform wurde weiterer Forschungsbedarf identifiziert. Dazu zählen u. a. die Auswirkungen der Elektromobilität auf den (Stadt-)Verkehr. Hier stellt sich besonders die Frage, wie die Elektromobilität in der Stadtentwicklung und -planung berücksichtigt werden kann. Eine Kernfrage dabei ist: Wird es im Stadtgebiet mehr Autos geben, die den knappen Parkraum beanspruchen, besonders vor dem Hintergrund, dass Elektrofahrzeuge als Kurzstreckenfahrzeuge und herkömmliche Verbrennungsfahrzeuge für Langstrecke Verwendung finden? Auch sollten Verkehrs- und Stadtplanungsaspekte stärker die Infrastrukturdiskussion bestimmen. Als erste Beispiele wurden genannt:

- Park & Ride mit E-Ladeplätzen – zur Förderung intermodaler Verkehrsketten mit Elektrofahrzeugen (auch unter Reichweitengesichtspunkten)
- Bike & Ride mit E-Rädern bzw. Pedelecs verlangt diebstahl- und vandalismussichere Abstell- und Lademöglichkeiten an den B&R-Bahnhöfen
- Besondere Infrastruktur für den E-Radverkehr, Pedelecs und E-Räder. Diese erfahren bereits jetzt eine große Markteinführung. Es stellen sich aufgrund der verschiedenen Geschwindigkeitsniveaus Sicherheitsfragen – z. B. in der Mischung mit rein muskelbetriebenem Radverkehr. Es besteht ein großes Potenzial für nachhaltige Mobilität, wenn Rad-Schnellspuren angelegt werden könnten – gleichzeitig aber auch praktische Fragen der Umsetzung, wie z. B. Kennzeichnung und rechtliche Ausweisung.
- Carsharing: Ausweisung von Carsharing-Stationen im öffentlichen Straßenraum

- Elektromobilität und Wohnen, Lademöglichkeiten in dicht besiedelten Innenstadtquartieren

Weitere wichtige Fragen stellen sich in der Kennzeichnung speziell im Zweiradbereich und bei Hybridfahrzeugen.

Weitere Fragen der Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum betreffen die Standardisierung und Sicherheit, wie z. B. Vorsorge, Gefahrenabwehr und Haftungsfragen bei E-Unfällen, Ladekabeln als Stolperfalle im öffentlichen Raum etc., sowie Fragen, die mit dem Laden am Arbeitsplatz verbunden sind.

## >> 03 SOZIALWISSENSCHAFTLICHE BEGLEITFORSCHUNG

### KURZDARSTELLUNG

Die Aufgabe der Plattform Sozialwissenschaften, die vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) in Karlsruhe fachlich koordiniert wird, besteht darin, die einzelnen Projekte der Modellregionen hinsichtlich sozialwissenschaftlicher Aspekte miteinander zu vernetzen und die Ergebnisse für eine Gesamtschau zueinander in Bezug zu setzen. Inhaltlich konzentriert sich die Plattform dabei auf zwei Fragestellungen, die jedoch eng miteinander zusammenhängen: einerseits die gezielte Erfassung der Anforderungen, Bedürfnisse und Erwartungen an Elektromobilität auf Seiten der Kunden – privater wie gewerblicher –, andererseits die Analyse der regionalen Perspektive, also der Anforderungen, Ziele und Herausforderungen, die sich aus Sicht der Kommunen ergeben. Den Themenschwerpunkt „Elektromobilität und Stadt“ verantwortet das Stuttgarter Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), die Analyse der Kundenakzeptanz liegt wie die Gesamtkoordination beim Fraunhofer ISI.

In einer elektromobilen Stadt bzw. Kommune der Zukunft müssen beide Sichtweisen – die der Kommunen und die der Nutzer – miteinander vereint werden, denn nur Elektromobilität, die für Kunden attraktiv ist, hat eine Chance, sich auf dem Markt durchzusetzen. Umgekehrt geben die regionalen Bedingungen in den Kommunen den Rahmen vor, innerhalb dessen sich Elektromobilität entwickeln kann. Gleichzeitig birgt Elektromobilität das Potenzial, verkehrspolitische Herausforderungen, denen sich Kommunen z. B. aufgrund zunehmender Bevölkerungsverdichtung in Städten stellen müssen, zukunftsweisend zu lösen, wenn diese frühzeitig einbezogen werden.

Um die genannten Ziele zu erreichen, leitet das Fraunhofer ISI im Rahmen des Plattformprojekts eine Arbeitsgruppe mit Teilnehmern aus allen Modellregionen, in der zum einen die Erkenntnisse der Regionen aus der Kundenforschung zusammenfließen und zum anderen die Erhebung eines einheitlichen Datensatzes über alle Projekte der Modellregionen abgestimmt wird, mit dem eine projektübergreifende Datenauswertung möglich ist („gemeinsames Minimaldatenset“). Mitglieder der Arbeitsgruppe sind Unternehmensvertreter (z. B. von Daimler, EnBW), Wissenschaftler von Instituten (z. B. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, InnoZ) und Universitäten (z. B. Universität Duisburg-Essen, FH Frankfurt am Main) sowie Vertreter der Projektleitstellen.

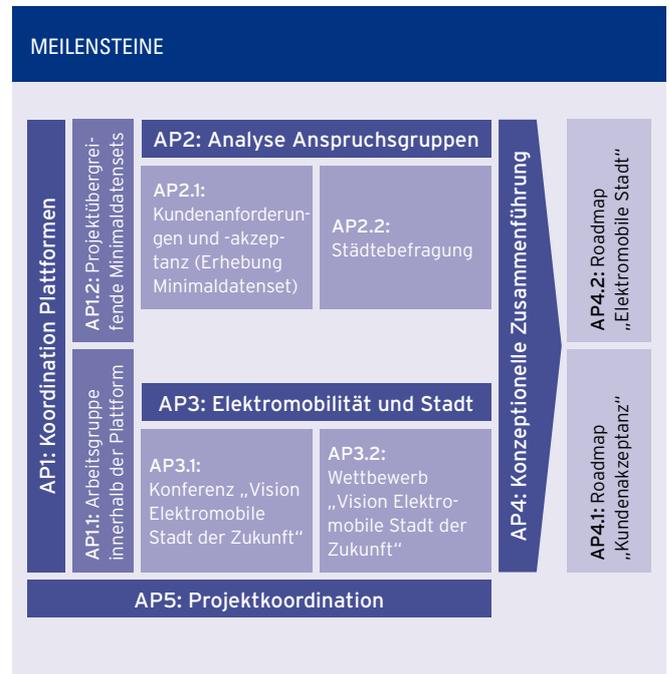


ABBILDUNG 1

Die Arbeit der Plattform Sozialwissenschaften gliederte sich in fünf Arbeitspakete, die den Meilensteinen der Arbeit entsprechen. Der erste Schritt umfasste die Einrichtung der Arbeitsgruppe mit den Vertretern aus den Projekten der Modellregionen. Diese Arbeitsgruppe tagte im Laufe des Projekts insgesamt sechs Mal, zum ersten Mal im Mai 2010 und zum vorläufig letzten Mal im September 2011. Eine nähere Beschreibung zu den weiteren Paketen findet sich im folgenden Abschnitt zu den Ergebnissen der Plattformarbeit.

Seinen Abschluss findet das Projekt in der Erstellung von Roadmaps für die untersuchten Bereiche. In eine Roadmap können sowohl Dienstleistungen, Produkte und Technologien als auch z. B. Anforderungen, Leistungsparameter und Maßnahmen aufgenommen und dann durch Entwicklungspfade miteinander verknüpft werden, was in einer großen Anwendungsvielfalt der Methodik sowie des erstellten Dokuments resultiert. Für die Erstellung einer Roadmap wird in einem ersten Schritt ihr Rahmen abgegrenzt und die sogenannte Architektur festgelegt. In den Schritten 2 und 3, die nachfolgend miteinander verknüpft werden, werden z. B. technologische oder marktbezogene Entwicklungen ermittelt, analysiert und bewertet. In Schritt 4 werden sie in der Roadmap inhaltlich und zeitlich verortet. Schritt 5 beinhaltet abschließend die Vollständigkeits- und Konsistenzanalysen sowie die Suche nach Folge- und Querbeziehungen, die die Entwicklungspfade innerhalb der Roadmap definieren. Auch hierzu folgen nähere

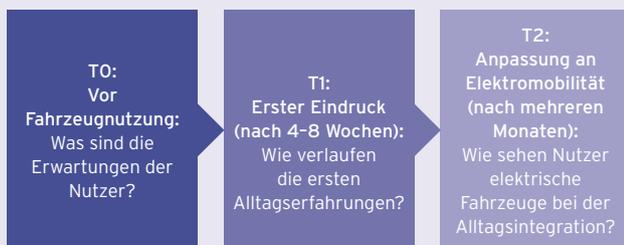
Beschreibungen zum Erkenntnisaufbau im folgenden Abschnitt.

## ERGEBNISSE

### KUNDENANFORDERUNGEN UND -AKZEPTANZ: DAS EINHEITLICHE MINIMALDATENSET

Die Erhebung eines einheitlichen Datensatzes zur Nutzerwahrnehmung über alle Projekte der Modellregionen hinweg stellte eine zentrale Aufgabe des Projekts dar. Die gemeinsame Erarbeitung eines Fragebogens über die verschiedensten Projekte mit Begleitforschung zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität in Deutschland stellt ein völlig neues Vorgehen dar. Es bietet die einmalige Chance, sowohl projektübergreifende Erkenntnisse als auch projekt-, regions- und fahrzeugtypspezifische Erkenntnisse zu erhalten und diese miteinander in Bezug zu setzen. Ziel war es, alle regelmäßigen Nutzer elektrischer Fahrzeuge innerhalb der Projekte bis zu drei Mal anhand eines identischen Fragebogens („Minimaldatenset“) zu befragen, um zu gewährleisten, dass die erhobenen Daten miteinander vergleichbar sind. Dieses dreiphasige Erhebungsdesign wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

#### DREIPHASIGES ERHEBUNGSDESIGN (T0-T1-T2)



#### Aspekte der Akzeptanz:

Generelle Bewertung, Bewertung fahrzeug- und elektromobilitätsspezifische Aspekte (z. B. Vertrauen in Reichweite), Zahlungsbereitschaft, Vor- und Nachteile

ABBILDUNG 2

Mit den Fragebögen zum Minimaldatenset konnten insgesamt 2.489 Datensätze erhoben werden, wodurch eine Fülle an Daten aus den Projekten vorliegt. Das entspricht 2.300 bereinigten Nutzerbefragungen zur Erwartungshaltung T0 (rund 800 Befragungen), zum ersten Eindruck T1 (rund 1.000 Befragungen) und zu Erfahrungen mit Elektromobilität T2 (rund 500 Befragungen). Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Teilnehmer an den Flottenversuchen mit positiven Erwar-

tungen an Elektromobilität in die Flottenversuche starten – so gehen die Befragten davon aus, dass die Elektrofahrzeuge sie begeistern werden und umweltfreundlich, nützlich im Alltag und einfach zu benutzen sind. Diese Einschätzung ist bei künftigen Zweiradnutzern stärker ausgeprägt als bei Pkw-Nutzern sowie etwas positiver bei Privatpersonen als bei gewerblichen Nutzern. Bei den erwarteten Fahrzeugeigenschaften spiegelt sich ein realistischer Kenntnisstand der künftigen Nutzer wider: Die Erwartungen an Reichweite und Ladedauer sowie an die im öffentlichen Raum verfügbare Infrastruktur sind eher verhalten. Auch Ausgereiftheit der Fahrzeuge hinsichtlich Leistung, Sicherheit/Zuverlässigkeit und Komfort wird nur begrenzt erwartet. In Bezug auf die Kosten haben die Teilnehmer ebenfalls realistische Vorstellungen, wenn sie beispielsweise wissen, dass die Anschaffungskosten der elektrischen Fahrzeuge vergleichsweise hoch und die Betriebskosten eher niedrig sind. Klar positive Erwartungen hegen die Befragten dagegen hinsichtlich Fahrspaß, Fahrgeräuschen und Handhabung beim Laden.

Dieses Wahrnehmungsprofil der Elektromobilität stabilisiert sich während der Teilnahme, wie eine Auswertung der Befragungen zu den Zeitpunkten T1 und T2 zeigt. Nachholbedarf sehen die Teilnehmer im Bereich Infrastruktur, während sich die Wahrnehmung von Elektromobilität als umweltfreundlicher Alternative genauso wie ein hohes Ausmaß an Begeisterung für die Fahrzeuge stabilisieren. Mehrheitlich bekunden die Befragungsteilnehmer großes Interesse an Elektromobilität und planen, sich auch künftig – nach Ende der jeweiligen Projekte – über das Thema zu informieren. Deutlich seltener wird jedoch die Absicht zur Anschaffung eines Elektrofahrzeugs bekräftigt; insbesondere können sich nur wenige Personen vorstellen, ein herkömmliches Fahrzeug durch ein Elektrofahrzeug zu ersetzen. Hoffnung weckt diesbezüglich jedoch, dass der Prozentsatz von Personen, die ein Elektrofahrzeug in Betracht ziehen, nach Beginn der Nutzung zunimmt. Möglicherweise trifft die Frage nach der Ersetzung des bisherigen Fahrzeugs aber nicht den Kern: Als besonders zukunftsweisend beurteilen die Befragungsteilnehmer nämlich die Integration von elektrischen Fahrzeugen in breitere Mobilitätskonzepte, z. B. im Rahmen von ÖPNV, Carsharing oder intermodalen Ansätzen – aber auch im Wirtschafts- oder Individualverkehr sehen die Befragten Potenzial für Elektrofahrzeuge.

## ROADMAP KUNDENAKZEPTANZ

Für die Roadmap zur Kundenakzeptanz wurden in drei übergeordneten Fahrspuren wichtige gesellschaftliche Trends, daraus resultierende Anforderungen an Politik, Fahrzeuge, Infrastruktur und Mobilitätsdienstleistungen der Zukunft sowie die daraus resultierenden Empfehlungen für Politik, Industrie und Kommunen beschrieben und entsprechend zeitlich zugeordnet. Als zu betrachtender Zeitrahmen wurden die zehn Jahre zwischen Anfang 2011 und Ende 2020 festgelegt. Diese zehn Jahre wurden in fünf Kategorien unterteilt, welche den heutigen Zustand im Jahr 2011 beschreiben, den kurzfristigen Zeitraum bis 2015 sowie das Jahr 2015 selbst als „Halbzeit“-Meilenstein, den mittelfristigen Zeitraum bis zum Jahr 2020 und das Jahr 2020 als politisch motivierten Meilenstein für sich.

Die Ergebnisse werden in einer eigenen Veröffentlichung „Roadmap Kundenakzeptanz“ bekannt gegeben.

## EV-KONFIGURATOR

Neben der Konzeptionierung und Implementierung eines Web-Tools zur Ermittlung von Kundenanforderungen und -akzeptanz in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ISI wurde am Fraunhofer IAO ein Analyse- und Informationstool konzipiert. Es dient dazu, auch Personen, die nicht unmittelbar an einem der Modellregionsprojekte beteiligt sind und/oder noch nicht über Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen verfügen, über diese Fahrzeuge zu informieren und zu ihren Erwartungen zu befragen.

Als Onlinetool wurde ein webbasierter Fahrzeugkonfigurator entwickelt, der die Anforderungen von Privatkunden an elektrische Fahrzeuge (von Kleinstfahrzeugen bis zu SUVs und Vans) aufnimmt und den transparenten Vergleich eines Elektrofahrzeugs mit einem konventionellen Ottomotor- bzw. dieselbetriebenen Fahrzeug ermöglicht. Dabei werden wirtschaftliche, Komfort-, Marketing- sowie Umweltfaktoren berücksichtigt und dem Anwender im Vergleich dargestellt. Die Ermittlung der gesamten Lebenszykluskosten („TCO“) erfolgt auf Basis einschlägiger Normen wie DIN EN 60300-3-3 (Anwendungsleitfaden Lebenszykluskosten). Zum TCO zählen unter anderem Anschaffungskosten, Betriebskosten, Instandhaltungskosten und Verkaufserlöse. Zur Ermittlung der Werte wurde ein Excel-basiertes Berechnungsmodell aufgebaut.

Zu den Konfigurationsmöglichkeiten zählen Antriebsart, Leistung, Höchstgeschwindigkeit und Reichweite. Neben der Konfiguration des Antriebs- bzw. Fahrzeugkonzepts ist es dem Nutzer im Konfigurator möglich, weitere elektrofahrzeugspezifische Komponenten im Exterieur (z. B. Positionierung der

Ladestecker, Auswahl der Fußgängerhupe etc.) und Interieur (z. B. Auswahl der Rekuperationsmodi, Reichweitenanzeige etc.) sowie die gewünschten Umgebungsbedingungen (z. B. Sonderzufahrtsgenehmigungen, Infrastrukturausbau etc.) zu definieren. Neben der Beschreibung rein fahrzeugbezogener Faktoren dient der Fahrzeugkonfigurator dazu, die Bedürfnisse der Anwender aufzunehmen. Um eine einheitliche Auswertung der Datensätze zu ermöglichen, orientiert sich die Befragung an den für die Begleitforschung erstellten Kategorien und Fragebögen.

Der Fahrzeugkonfigurator wurde nach seiner inhaltlichen Entwicklung im Berichtszeitraum softwaretechnisch umgesetzt, ausführlich getestet und evaluiert. Er steht nun für die Aufnahme von Nutzeranforderungen zum Zweck der Datensammlung zur Verfügung.

## STÄDTEBEFRAGUNG

Das Fraunhofer IAO führte eine schriftliche Befragung von Städten sowie ergänzende leitfadengestützte Tiefeninterviews ausgewählter Vertreter in den Modellregionen durch, um ein umfassenderes Verständnis der Anforderungen und Planungen der Städte im Bereich Elektromobilität zu gewinnen.

Die schriftliche Befragung der Städte umfasste drei Bereiche: technische und organisatorische Struktur, Aktivitäten der Städte sowie externe Zusammenarbeit und Vernetzung. Die Auswahl der Stichprobe der Städte aus den Modellregionen wurde in Absprache mit der NOW sowie den jeweiligen Projektleitstellen der Modellregionen getroffen. Es wurden Fragebögen in schriftlicher Form an 56 Städte in den Modellregionen verschickt. Die Rücklaufquote liegt mit 21 beantworteten Fragebögen bei knapp 38 %. Die leitfadengestützten Tiefeninterviews wurden mit insgesamt elf Vertretern von Städten aus den Modellregionen durchgeführt. Die Auswahl orientierte sich an der regionalen Verteilung (eine Stadt je Modellregion bzw. zwei Städte bei denjenigen Modellregionen, die sich über eine größere Zahl von Kommunen erstrecken) sowie an den ersten Erkenntnissen aus der schriftlichen Befragung und dabei dem Grad der angegebenen Aktivitäten, um mögliche Best-Practice-Beispiele identifizieren zu können. Die Interviewpartner waren die für Elektromobilität Verantwortlichen, in der Regel aus den Ämtern für Verkehr bzw. Umwelt sowie aus der Wirtschaftsförderung. Mit den Interviews wurden zum einen die Erwartungen, die Motivationen und das Rollenverständnis der Städte abgefragt sowie auf Fragen zu den rechtlichen und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen eingegangen. Zum anderen standen tiefergehende Nachfragen zu Aktivitäten der Städte in den Bereichen Ladeinfrastruktur, Fahrzeuge und

Konzeptentwicklung sowie zu Themen der Vernetzung und Akteure im Fokus der Interviews.

Die Erkenntnisse aus der Städtebefragung zeigen, dass die Motive von Städten, im Bereich der Elektromobilität verstärkt aktiv zu werden, sich in die drei Bereiche Umwelt, Verkehr und Wirtschaft einteilen lassen. Neben den klimapolitischen Zielen steht vor allem die Reduktion der lokalen Emissionen (Luftschadstoffe und Lärm) im Vordergrund. Im verkehrlichen Bereich wird mit dem Thema Elektromobilität ein Aufschwung alternativer Verkehrskonzepte verbunden, während nicht erwartet wird, dass durch Elektroverkehr alle Verkehrsprobleme gelöst werden könnten. Eine Verknüpfung mit dem ÖPNV sowie Sharing-Konzepten wird sehr positiv gesehen. Als weiteres Motiv wird die Steigerung der Standortqualität sowohl als Wirtschafts- als auch als Wohnstandort angegeben. Außerdem werden das Image und die Vorbildfunktion von Städten als Motive genannt.

Im Hinblick auf die Ladeinfrastruktur wird der Ausbau der privaten und halböffentlichen Ladestationen als vorrangig angesehen. Der Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur sollte stadtintegriert und an wichtigen Knoten- und Verknüpfungspunkten sowie zur Ergänzung der privaten und halböffentlichen Ladestationen erfolgen. Dabei stehen Parkhäuser, P&R-Parkplätze und Umsteigepunkte wie Bahnhöfe im Vordergrund. Wenn in den Städten bereits erste Elektrofahrzeuge zum Einsatz kommen, geschieht dies überwiegend in Fuhrparkflotten sowie bei touristischen Angeboten. Die Fahrzeugflotten, die ja auch und gerade im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit eine wichtige Rolle spielen, sind zumeist breit gefächert - von Segways über Pedelecs und Scooter bis hin zu Pkw und Nutzfahrzeugen.

Die Sichtbarkeit der Elektromobilität ist den Städten wichtig. Erste Konzeptentwicklungen zur Einführung von Elektromobilität werden häufig in Verbindung mit Entwicklungsplänen vorangetrieben, die z. B. in den Bereichen Verkehr oder Umwelt bestehen, wobei Elektromobilität einen wichtigen Baustein darstellen kann. Die Entwicklung von Leitfäden wird als nützliches Instrument angesehen, etwa um zu einer einheitlichen Vorgehensweise zu gelangen. Das Thema der Vernetzung wird von den befragten Städten als sehr wichtig angesehen. Hier geht es zum einen um die Vernetzung der einzelnen Akteure (Verwaltung, Energieversorger / Stadtwerke, Unternehmen, Hochschulen und Forschung) in der Stadt und zum anderen um die Vernetzung mit anderen Kommunen und dem Umland, um in Austausch zu treten, voneinander zu lernen und über die Stadtgrenzen hinausreichende Konzepte zu entwickeln. Die Ergebnisse fließen in eine entsprechende Roadmap ein.

#### WETTBEWERB „VISION ELEKTROMOBILE STADT DER ZUKUNFT“

Das Fraunhofer IAO hat mit Förderung vom BMVBS den Ideenwettbewerb „Vision Elektromobile Stadt der Zukunft“ ausgerichtet. Dieser zielte auf Ideen ab, die einen Beitrag zur Gestaltung der Stadt der Zukunft leisten können. Der Wettbewerb hat während seiner Laufzeit von Mitte Mai bis Ende August 2011 neuartige und zukunftsweisende Ideen für die elektromobile Stadt generiert. Mit über 100 auf der Internetseite des Wettbewerbs angemeldeten Nutzern und über 270 Kommentaren auf der Seite hat sich die Internetseite des Wettbewerbs in kurzer Zeit zur Plattform für rege Kommunikation und Austausch über Ideen für die elektromobile Stadt der Zukunft entwickelt. Beiträge konnten in den vier Zukunftsfeldern „BEWEGT - Intelligente integrierte E-Mobilität“, „GELADEN - Stadtintegrierte Infrastruktur“, „GEBAUT - Elektromobile Stadtgestaltung“ und „GELEBT - Leben in der elektromobilen Stadt“ eingereicht werden. In jeder Kategorie wurde von einer Fachjury nach folgenden Kriterien ein Sieger ausgewählt: Neuartigkeit und Innovationsgrad, Umsetzbarkeit, ökologischer Beitrag, gesellschaftlicher Nutzen sowie Konkretisierungsgrad der Idee. Die Gewinner und Gewinnerinnen erhielten nach Wahl ein Preisgeld in Höhe von 5.000 Euro oder die kostenlose zweijährige Mitgliedschaft in einem Innovationsnetzwerk des Fraunhofer-Instituts im Wert von 30.000 Euro.

#### KONFERENZ „VISION ELEKTROMOBILE STADT DER ZUKUNFT“

Am 7. und 8. September 2011 lud das BMVBS zusammen mit der NOW zur Konferenz „Vision Elektromobile Stadt der Zukunft“ im Bundesverkehrsministerium in Berlin ein, um zentrale Fragen rund um die Stadt der Zukunft beleuchten. Inhaltlich ausgeführt wurde das Programm durch das Fraunhofer IAO. Neben Vertretern der Modellregionen, die ihre Ergebnisse präsentierten, wurden Referenten geladen, die deutsche und internationale Best-Practice-Lösungen vorstellten, um gemeinsam nächste Schritte und Umsetzungspotenziale in der Elektromobilität in Deutschland und weltweit zu betrachten und gemeinsam mit dem Publikum zu erörtern. Die zweitägige Veranstaltung war rege besucht und gewährte im Rahmen der analog zum zuvor genannten Wettbewerb eingerichteten vier Themenfelder tiefe Einblicke in die Visionen verschiedener Branchen und Akteure. Die Gewinner der vier Zukunftsfelder im Wettbewerb wurden auf der Konferenz feierlich prämiert und erhielten die Möglichkeit, ihre Beiträge vor großem Publikum zu präsentieren.

## WEITERER FORSCHUNGS- UND UNTERSUCHUNGSBEDARF

### BEREICH KUNDENAKZEPTANZ

Die Flottenversuche in den bestehenden acht Modellregionen haben gezeigt, dass insbesondere die gewerbliche Nutzung von Elektrofahrzeugen einen wichtigen Erstmarkt darstellen kann. Die gewerbliche Nutzung sieht in der Regel die Integration von Elektrofahrzeugen in eine betriebliche Flotte vor, was ermöglicht, sowohl die elektrischen als auch die konventionellen Fahrzeuge ihren spezifischen Stärken entsprechend einzusetzen (z. B. Elektrofahrzeuge für Stadtfahrten, konventionelle für Langstrecken). Zudem sind gewerbliche Flotten besonders relevant, da sie häufig hohe Fahrleistungen erbringen und mit ihren Verbrennungsfahrzeugen einen beachtlichen Teil der lokalen Emissionsbelastung verursachen. Gleichzeitig impliziert die gewerbliche Nutzung in der Regel besondere Herausforderungen für die Nutzerakzeptanz, da beispielsweise der Entscheidungsträger und der tatsächliche Nutzer nicht identisch sind. Regulative Anreizsysteme sowie ein attraktives Umfeld – etwa durch Belade- oder Parkmöglichkeiten – eröffnen interessante Ansatzpunkte für die Steuerung. Momentan besteht jedoch ein Defizit an interessanten Konzepten und Geschäftsmodellen, die für den Flottenverkehr auf ihre Akzeptanz untersucht werden könnten. Es gilt, diese Lücke zu schließen und darauf aufbauend ein umfassendes Akzeptanzprofil auch für die gewerbliche Nutzung von Elektrofahrzeugen zu entwickeln.

Ein weiterer Schwerpunkt der Akzeptanzanalysen wird auf zweispurigen Fahrzeugen liegen. Elektrofahrzeuge können nämlich insbesondere dann ihr Umwelt- und -vorausgesetzt, die Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen sinken – ökonomisches Potenzial entfalten, wenn sie konventionelle Pkw und Nutzfahrzeuge ersetzen – wofür zweispurige Fahrzeuge voraussichtlich besser geeignet sind. Neben eingehenderen Untersuchungen der vorliegenden Daten und einer Weiterführung der einheitlichen Kundenforschung ist hier eine Vertiefung der Akzeptanzanalyse mit weiteren Methoden sinnvoll, die sich beispielsweise auf die Themen Umweltwahrnehmung oder Infrastruktur konzentrieren, die sich in den bisherigen Befragungen als aus Kundensicht als bedeutsam erwiesen haben.

### BEREICH ELEKTROMOBILITÄT UND STÄDTE/KOMMUNEN

Die Vernetzung der beim Thema Stadt/Kommune und Elektromobilität beteiligten Akteure sowie die Vernetzung der Kommunen untereinander und mit ihrem Umland wird als eine zentrale Maßnahme angesehen, die es weiterzuführen und zu erweitern gilt. Der allgemeine Wissenstransfer und der Austausch spezifischer Erfahrungen tragen zu einer effizienteren Implementierung des Themas Elektromobilität in den Städten und Kommunen bei. Die systemische Zusammenführung der drei Branchen Automobil, Informations- und Kommunikationstechnologien und Energie gilt es weiter voranzutreiben und in Einklang mit nutzerseitigen Anforderungen und kommunalen Herausforderungen zu bringen.

Eine möglichst umfangreiche quantitative Erhebung zum Status quo sowie den Anforderungen im Themenfeld der Elektromobilität bei unterschiedlich großen Städten und Kommunen stellt eine interessante Ergänzung zu qualitativen Erhebungen dar. Dadurch wird es möglich sein, spezifische Ausgangspositionen und unterschiedliche Erfordernisse abzuleiten und auf diese Weise Konzepte zur Unterstützung der Einführung von Elektromobilität bedarfsgerecht zu konzipieren.



## >> 04 INNOVATIVE ANTRIEBE BUS

### HINTERGRUND UND ZIELE

Nachstehend werden die Ergebnisse der Plattform Innovative Antriebe Bus (Busplattform) dargestellt, die gegründet wurde, um die Aktivitäten zum Einsatz von Hybridbussen in den Modellregionen überregional zu vernetzen.

Ziel ihrer Arbeit war die Dokumentation und Evaluierung der Ergebnisse aus der laufenden Erprobung innovativer Dieselhybridbusse in deutschen Verkehrsunternehmen, die vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) im Rahmen des Förderschwerpunkts „Elektromobilität in Modellregionen“ aus Mitteln des Konjunkturpakets II und vom Bundesland Nordrhein-Westfalen gefördert wurden.

Innerhalb der 130 Mio. € Förderung für die Modellregionen wurden 26 Mio. € in den Bereich des öffentlichen Verkehrs (Hybridbusse und reine Elektrobusse) investiert. Zusätzlich beschloss der Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR) innerhalb der Modellregion Rhein-Ruhr im Jahr 2009, die Anschaffung von 21 Dieselhybridbussen mit insgesamt 10 Mio. € zu fördern.

Bis zum Jahr 2012 werden im VRR etwa 30 Mio. € für die Beschaffung von weiteren Bussen bereitgestellt. So soll eine Gesamtanzahl von 73 Hybridbussen erreicht werden. Die im Rahmen der Busplattform gewonnenen Ergebnisse beruhen zu einem wesentlichen Teil auf der Auswertung des Betriebs dieser Busse. Die entsprechende Begleitforschung innerhalb des VRR wurde ebenfalls vom BMVBS mit etwa 860.000 € gefördert.

Die Busplattform nahm ihre Aktivitäten im November 2009 auf. Bis September 2011 trafen sich die Teilnehmer regelmäßig zu ganztägigen Veranstaltungen, bei denen es u. a. um folgende Themen ging:

- aktueller Umsetzungsstand der Projekte in den Modellregionen,
- Evaluation des technischen und betrieblichen Leistungsstandes der eingesetzten Hybridbusse,
- Identifikation von Optimierungspotenzialen,
- Fragestellungen zu Aus- und Weiterbildung von Technikmitarbeitern in der Hochvolttechnologie und
- künftige Anforderungen an die Buswerkstätten (Sicherheit, Ergonomie, Abläufe).

Die Plattform besteht aus Vertretern von 21 deutschen Nahverkehrsunternehmen und Verkehrsverbänden aus den Modellregionen Hamburg, Bremen, Rhein-Ruhr, Rhein-Main, Sachsen, Region Stuttgart und München. Des Weiteren arbeiten Experten von sechs Busherstellern sowie zwei Produzenten von Komponenten und Systemen für Hybridbusse in der Plattform themenzentriert zusammen. Ergänzt wird dieses Expertenteam durch Mitarbeiter von wissenschaftlichen Instituten wie dem Institut für Kraftfahrzeuge (ika) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH), dem Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme (IVI), der Technischen Universität Darmstadt und dem TÜV Nord, die einzelne Verkehrsunternehmen bei der technischen und betrieblichen Bewertung des Fahrzeugeinsatzes unterstützen. Zudem sind das BMVBS, Vertreter der regionalen Projektleitstellen der Modellregionen und der Verband der Deutschen Verkehrsunternehmen (VDV) an der Busplattform beteiligt. So wurde ein Expertengremium mit großer Expertise unter Einbindung aller relevanten Interessengruppen aufgebaut.

Die fachliche und administrative Koordination der Aktivitäten erfolgte durch die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) und die hySOLUTIONS GmbH. Zur Erfassung der Daten und ihrer nachfolgenden Auswertung und Analyse wurde die PE INTERNATIONAL AG eingebunden. Art und Umfang der Datensammlung und -auswertung wurden im Rahmen der Busplattform zwischen den beteiligten Partnern abgestimmt. Für ihre Zusammenarbeit und die daraus resultierenden jeweiligen Rechte und Pflichten haben die Partner eine entsprechende Kooperationsvereinbarung abgeschlossen.



MERCEDES-BENZ-HYBRIDGELENKBUS IN HAMBURG (MR HAMBURG)



FAHRZEUGE IN DER MODELLREGION RHEIN-RUHR (SOLARIS, MAN, VOLVO, MERCEDES-BENZ, HESS)

Im Fokus der Arbeit der Busplattform stand die Dokumentation und Auswertung der Erprobung von Hybridbussen im Alltagsbetrieb bei Verkehrsunternehmen aus sieben Modellregionen. Daraus wurden technische und betriebliche Optimierungspotenziale abgeleitet. Mit einem Testfeld von 59 Dieselhybridbussen wurde im Rahmen der Busplattform der aktuell größte verfügbare Datenpool deutschlandweit zu dieser Antriebstechnologie ausgewertet. Dieser Bericht stellt eine erste Bestandsaufnahme in einem insgesamt sehr dynamischen Entwicklungsprozess dar. Die im Rahmen der Busplattform gemeinsam ermittelten, zusammengetragenen Erkenntnisse erlauben es erstmalig, systematisch die Praxistauglichkeit und die Klimaschutzvorteile von Hybridbussen zu bewerten.

## METHODIK UND MEILENSTEINE

Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) bildet heute das Rückgrat einer klimafreundlichen Mobilität. In den letzten Jahren wurden die Emissionen von Ruß und Stickoxiden von Dieselbussen schon um mehr als 90% reduziert. Ein Problem bleibt aber das klimaschädliche Kohlendioxid, dessen breite Reduktion im busbasierten ÖPNV nur durch eine Umstellung auf elektrische und teilelektrische Antriebssysteme, also vor allem Hybridbusse, erreicht werden kann. Ein weiterer Vorteil der Elektrifizierung und damit auch der Hybridtechnologie ist die Verringerung der Lärmemissionen im Vergleich zu konventionellen Bussen.

Die Feldtests in den Modellregionen konzentrierten sich vor allem auf den Stadtverkehr. Andere Einsatzgebiete wie Umlandverkehre wurden nur in begrenztem Maße eingebunden. Auf Seiten der Bushersteller wurden sowohl serielle als auch parallele und leistungsverzweigte Hybridantriebe erprobt. Damit bietet die gebündelte Auswertung der Daten eine optimale

Voraussetzung, um möglichst viele Kombinationen von Einsatzprofilen und technisch unterschiedlichen Hybridsystemen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit zu vergleichen.

Im Mittelpunkt der Arbeit der Busplattform stand der Aufbau eines aussagefähigen Informationssystems für eine gemeinsame technische und betriebliche Bewertung der Hybridbusse. Diese erfolgte auf Basis regelmäßiger Datenlieferungen aus den regionalen Demonstrationsprojekten. Die entsprechenden Daten wurden mithilfe des webbasierten Softwaretools „SoFi“ von PE INTERNATIONAL zentral erfasst und ausgewertet. Ferner wurden aggregierte Kennziffern für alle Partner erstellt. Das System gab jedem beteiligten Partner die Möglichkeit, seine spezifischen Ergebnisse mit den komprimierten Durchschnittswerten aller beteiligten Datenlieferanten abzugleichen, um sich so ein Bild vom Entwicklungsstand der eigenen Fahrzeuge zu machen. Die aggregierten Kennziffern wurden in den Sitzungen der Busplattform vorgestellt und zwischen den Partnern intensiv diskutiert, und Ableitungen zu möglichen Optimierungspotenzialen wurden vorgenommen.

Neben diesen Daten aus dem laufenden Fahrzeugbetrieb wurden auch Versuchsreihen ergänzend und fachlich absichernd in die Evaluation einbezogen, die eigens mit spezifischen Mess-einrichtungen durchgeführt wurden. Dies waren zum Beispiel Untersuchungen zu den Innen- und Außengeräuschen von Hybridbussen durch das Institut für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen oder den Abgasemissionen durch den TÜV Nord im Verkehrsverbund Rhein-Ruhr. Darüber hinaus wurden Untersuchungen zur Akzeptanz der Hybridtechnologie bei Busfahrern, Fahrgästen und Passanten durchgeführt.



EINWEIHUNG 12m MAN-HYBRIDBUS IN MÜNCHEN (MR MÜNCHEN)

## EVALUIERUNG

Kontinuierliche  
Datenerfassung

Deziierte  
Messungen

Akzeptanz-  
befragung

ABBILDUNG 1: DIE DREI SÄULEN DER EVALUIERUNG

In einigen Verkehrsbetrieben wurden zudem Vergleichsfahrten mit konventionellen Dieselnissen unter exakt gleichen betrieblichen Rahmenbedingungen („Zwillingsfahrten“) durchgeführt. Daraus ließen sich unter anderem Aussagen hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs ableiten.

Auch wenn die beteiligten Busersteller am Markt als Wettbewerber agieren, war die Arbeit in der Busplattform durch eine offene und konstruktive Kommunikation geprägt. Mithilfe der gesammelten Ergebnisse wurden der fachliche Erfahrungsaustausch zwischen den Verkehrsunternehmen wie auch mit der Industrie intensiviert und die Umsetzung der gemeinsam erkannten Optimierungspotenziale in der nächsten Entwicklungsgeneration diskutiert und unterstützt. Aus Gründen des Wettbewerbsschutzes werden die Ergebnisse der Datenauswertungen nicht im Detail, sondern aggregiert ausgewiesen.

## ERGEBNISSE

Im Rahmen der Busplattform wurden Daten zur Ermittlung betrieblicher, technischer und ökologischer Kennziffern erfasst und ausgewertet. Die Datenerfassung wurde ergänzt durch spezifische technische Messungen sowie persönliche Befragungen zur Akzeptanz der Technologie bei Busfahrern, Passanten und Fahrgästen. Die Datenbasis bildeten insgesamt 59 Dieselhybridbusse (Stand: September 2011) von sechs Herstellern<sup>1</sup>. Zwölf der 17 teilnehmenden Verkehrsunternehmen betreiben Hybridbusse mehrerer Hersteller. Zwei Unternehmen betreiben eine gemischte Flotte aus Bussen mit seriellen, parallelen und/oder leistungsverzweigten Hybridantrieben, zwölf nur serielle Antriebe und drei nur Busse mit parallelem Antrieb (siehe Abbildung 2).

Grundlage der Bewertung war die gemeinsame Erarbeitung verbindlicher Evaluationskriterien durch die Partner, z. B. Verfügbarkeit, Kraftstoffverbrauch im Vergleich zu Dieselreferenzfahrzeugen. Diese decken alle aus heutiger Sicht zentralen Fragestellungen für die Marktausrichtung von Linienbussen ab. Sie wurden jeweils als messbare Einzelwerte angelegt.

<sup>1</sup> Für 4 Fahrzeuge von 2 Herstellern lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch keine Daten vor.

HERSTELLER	EOBUS	HESS	MAN	SOLARIS/ ALLISON	SOLARIS/ VOITH	VOLVO	VDL
<b>Bustyp</b>	Gelenkbus	Gelenkbus	Solobus	Gelenkbus	Gelenkbus	Solobus	Solobus
<b>Hybridtechnologie</b>	seriell	seriell	seriell	leistungs- verzweigt	parallel	parallel	seriell
<b>Energiespeichertyp</b>	Li-Ionen- Batterie	Supercap	Supercap	Nickel-Metall- hydrid- Batterie	Supercap	Li-Ionen- Batterie	Supercap
<b>Anzahl der Fahrzeuge</b>	30	17	2	7	3	1	3
<b>Einsatz in</b>	Hamburg, Bremen, Rhein-Ruhr, Sachsen, Stuttgart München	Rhein-Ruhr, Sachsen	Rhein-Ruhr, München	Rhein-Ruhr, Sachsen, München	Rhein-Ruhr	Rhein-Ruhr	Rhein-Main

ABBILDUNG 2: ÜBERSICHT ÜBER DIE FAHRZEUGE\*

\* In den Modellregionen sind insgesamt 63 Hybridbusse im Einsatz, die die Datenbasis bildeten. Davon sind 59 aktiv oder passiv (über die Begleitforschung) gefördert.

Um eine weitgehend neutrale Ermittlung der Kennziffern für die Evaluationskriterien und ihre Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden im nächsten Schritt einheitliche Rahmenvorgaben für den Betriebseinsatz definiert (Geschwindigkeit, Linienstruktur usw.). Durch die Einbindung von PE INTERNATIONAL als unabhängige Institution und die Etablierung geeigneter Zugriffsstrategien (Clean-Room) konnte die Datenvertraulichkeit gewährleistet werden. Ferner wurde sichergestellt, dass nur Zugriffsberechtigte die Daten einsehen können. Die folgenden Daten wurden zur Auswertung erfasst:

- Menge des jeweils betankten Dieseltreibstoffs und zugehöriger Kilometerstand pro Bus
- Linien, auf denen die Busse jeweils eingesetzt wurden (die zugehörigen Linienprofile wie Haltestellenabstände und Durchschnittsgeschwindigkeiten sind im System hinterlegt)
- Kraftstoffverbräuche im Vergleich mit konventionellen Bussen und vergleichbaren Einsätzen und entsprechend vermiedene Kohlendioxidemissionen
- Laufleistung und Betriebsstunden
- Betriebsstatus bzw. Verfügbarkeit



MERCEDES-BENZ-HYBRIDGELENKBUS IN BREMEN (MR BREMEN)

Um möglichst aussagefähige Ergebnisse zu erreichen, wurden die Dieselhybridbusse und auch die parallel laufenden Referenzbusse möglichst linienrein und über längere Intervalle eingesetzt (Datenerfassung im Zeitintervall September 2010 bis September 2011).

Die Datenauswertungen erfolgte anhand der für eine Bewertung aus technischer, betrieblicher und ökologischer Sicht wichtigen Themenfelder: Praxistauglichkeit und Einsatzreife, Effizienz, Ökologie und Klimaschutz sowie Akzeptanz (siehe Abbildung 3). Sie erlauben die Darstellung sowohl über den jeweils aktuellen Berichtszeitraum als auch kumulierter Werte für die Gesamtlaufzeit des Förderprogramms.

PRAXISTAUGLICHKEIT UND EINSATZREIFE	Laufleistung, Betriebsstunden, Verfügbarkeit
EFFIZIENZ	Kraftstoffverbrauch aus Dauertest und Verbrauchsmessungen
ÖKOLOGIE UND KLIMASCHUTZ	Abgasemissionen (Feinstaub / PM, NO <sub>x</sub> ) Geräuschemissionen (Schall)
AKZEPTANZ	Bewertung durch Fahrer / -innen Akzeptanz Fahrgäste / Passanten

ABBILDUNG 3: ÜBERSICHT ÜBER DIE GEMEINSAM ERMITTELTEN KENNZIFFERN

Der Schwerpunkt der Ergebnisdarstellung liegt dabei zunächst auf den relativen Veränderungen im Vergleich der konventionellen Dieselbusse mit den Hybridbussen.

**PRAXISTAUGLICHKEIT UND EINSATZREIFE**

Im Rahmen der in der Busplattform gebündelten regionalen Erprobungen der Busse im Feld wurde eine Fahrleistung von rund 1,4 Millionen Kilometern bei insgesamt mehr als 78.400 Einsatzstunden<sup>2</sup> erbracht. Die durchschnittliche tägliche Fahrleistung der Hybridbusse lag bei rund 210 Kilometern. Damit wurde annähernd die Leistung konventioneller Busse erreicht. Dies gilt ebenso für die durchschnittliche tägliche Einsatzdauer von 14 Stunden, die nur unwesentlich unter dem üblichen Wert für Dieselbusse liegt. Üblicherweise geht man bei Dieselbussen von 16, teilweise auch bis zu 18 Stunden Betrieb aus.

Positiv zu benennen ist auch die Entwicklung der Verfügbarkeit der Hybridbusse über ihre bisherige Einsatzdauer (siehe Abbildung 4). Zwar gab es anfänglich noch die für Erprobungsprojekte typischen Einschränkungen der Verfügbarkeit, inzwischen nähert sich diese aber immer weiter der für konventionelle Busse üblichen Verfügbarkeit von etwa 90 % an. Da einige der eingesetzten Hybridbusse zum Berichtszeitpunkt erst drei Monate im Betrieb waren, wird eine weitere Verbesserung der gemittelten Fahrzeugverfügbarkeit erwartet.

<sup>2</sup> Die Angabe zu Einsatzstunden bezieht sich auf 42 Hybridbusse.

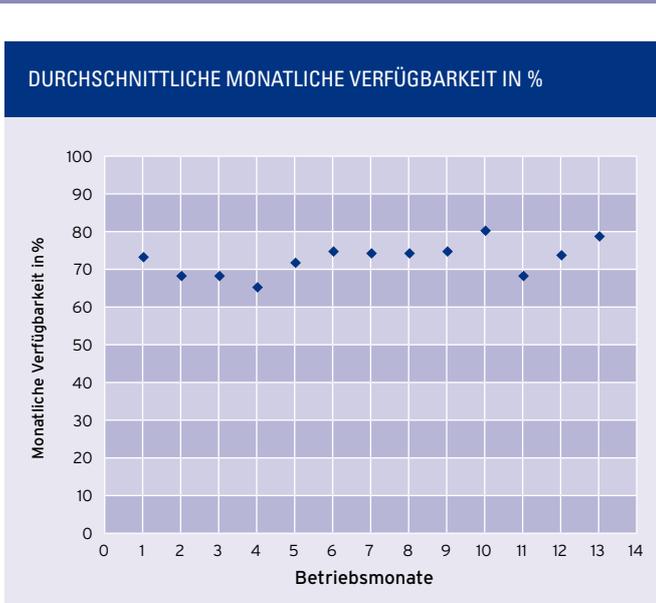


ABBILDUNG 4: DURCHSCHNITTLICHE MONATLICHE VERFÜGBARKEIT IN %

### EFFIZIENZ

Eine wesentliche Erwartung an die Hybridtechnologie ist die Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs. Dieser ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, zu denen neben Außentemperatur und Topographie vor allem auch der jeweilige Linieneinkarakter mit unterschiedlich langen Abständen zwischen Haltestellen, wechselnde Verkehrsdichten und nicht zuletzt die Fahrweise der Busfahrer gehören. Aus den Untersuchungen ist in Ansätzen zu erkennen, wie sich die Wechselwirkungen dieser Aspekte für konventionelle Dieselbusse und Hybridbusse unterscheiden und wo serielle, parallele bzw. leistungsverzweigte Hybridantriebe jeweils die größeren Erfolge zeigen. Allerdings bedarf es weiterer Untersuchungen, denn vor allem die Ergebnisse zum Kraftstoffverbrauch zeigen noch ein uneinheitliches Bild (siehe Abbildung 5).

Während bei zwölf Verkehrsunternehmen bisher durchschnittlich Kraftstoffeinsparungen zwischen 2 und knapp 20% erreicht werden konnten, ist bei vier Betrieben gegenwärtig noch ein Mehrverbrauch zu verzeichnen. Nach dem bisherigen Stand der Analyse resultiert dieser aus unterschiedlichen Faktoren, zum Beispiel dem Betriebsmanagement, der Klimatisierung, der Routencharakteristik und einer eingeschränkten Vergleichbarkeit der Fahrzeuge. Optimierungsmaßnahmen werden speziell diese Faktoren betreffen.

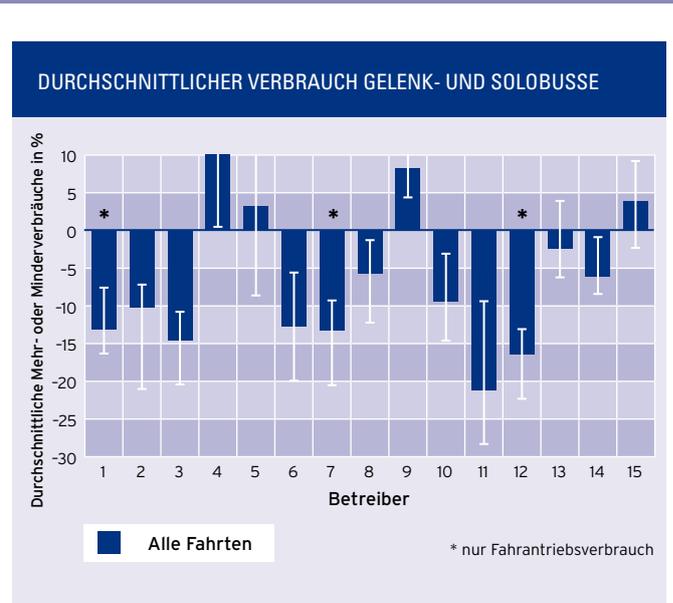


ABBILDUNG 5: DURCHSCHNITTLICHER VERBRAUCH (VGL. DIESELHYBRIDBUS UND REFERENZFAHRZEUG<sup>3</sup>)

Die bislang erreichten Einsparungen haben noch eine große Spannweite. Sie zeigen damit aber, dass weitere Verbrauchsenkungen insbesondere bei den Fahrzeugen möglich sind, die bislang noch nicht ihr volles Einsparungspotenzial<sup>4</sup> erreicht haben.

Um diesbezüglich Optimierungspotenziale zu identifizieren und umzusetzen, wurde im Begleitprogramm innerhalb der Modellregion Sachsen abschnittsweise eine Erfassung von Verbrauchsdaten durchgeführt und mit den entsprechenden Geschwindigkeitsprofilen verglichen.

Basierend darauf, auf weiteren Messfahrten auf einem Testgelände (siehe Abbildung 6) und auf Simulationen wurden Optimierungsvorschläge zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs erarbeitet. Die Empfehlungen bezogen sich fahrzeugspezifisch hauptsächlich auf

- den Antriebsstrang inkl. der Motor-Generator-Einheit,
- die Ladezustandsführung des Energiespeichers,
- die Auswirkungen des rein elektrischen Fahrbetriebs,
- die Steuerung der hybridspezifischen Nebenaggregate sowie
- das Energiemanagement

unter Berücksichtigung von Höhenprofil, Haltestellenlage und Geschwindigkeit.

<sup>3</sup> Diese Darstellung berücksichtigt nur Daten von Betreibern mit einem vergleichbaren Referenzfahrzeug (Euro V / EEV). Stand der Datenerfassung: September 2011.

<sup>4</sup> Eine konkrete Quantifizierung der Optimierungspotenziale ist zu diesem frühen Zeitpunkt, nach Beginn des Einsatzes von Hybridbussen im regulären Linieneinsatz, noch schwierig.

Zusätzlich wurden Umbauempfehlungen für den rein elektrischen Fahrbetrieb mit Nachladung für die Verkehrsbetriebe und den jeweiligen Hersteller abgeleitet.



ABBILDUNG 6: MESSFAHRT AUF DEM LAUSITZRING (LINKS) UND EINGESETZTES DURCHFLUSSMESSGERÄT (RECHTS) (MR SACHSEN)

### ÖKOLOGIE UND KLIMASCHUTZ

Aufgrund der erreichten Verbrauchsminderungen beim Dieselmotorkraftstoff im Vergleich zu nicht hybridisierten Bussen konnten im Projektzeitraum in den Modellregionen Elektromobilität mehr als 90.000 Liter Diesel eingespart werden. Das entspricht rund 270 Tonnen des Treibhausgases CO<sub>2</sub> (Betrachtung inkl. Pfad der Kraftstoffherstellung).

Des Weiteren ergaben von PE INTERNATIONAL durchgeführte Lebenszyklusanalysen von zwei Dieselhybridbussen eine Amortisierung der Umwelteinflüsse nach spätestens zwei Jahren, d. h. die ökologischen Mehraufwendungen bei der Herstellung des Fahrzeuges inkl. Hybridantriebskomponenten führen spätestens nach zwei Jahren zu effektiven Umweltentlastungen gegenüber einem konventionellen Dieselbus. Für die meisten der untersuchten Ergebnisgrößen, z. B. CO<sub>2</sub>-Emissionen, ist die ökologische Amortisierung bereits nach einem Jahr gegeben.

Im Rahmen der Begleitforschung im Verkehrsverbund Rhein-Ruhr wurden zusätzlich die Umwelteinflüsse von Hybridbussen mit denen konventioneller Dieselmotore verglichen, u. a. durch die Messung und Analyse von Emissionen. Dazu wurden acht Linien ausgewählt, auf denen fünf Hybridbusse von fünf Herstellern in zwei Messkampagnen durch den TÜV Nord vermessen wurden. Im Vergleich der Gelenkbusse (hybrid und konventionell) konnte die für die Emissionssituation in Städten besonders wichtige NO<sub>2</sub>-Direktemission durch den Einsatz der Hybridbusse im Mittel um 75 % reduziert werden - bei gleichzeitiger tendenzieller Reduktion der Gesamt-NO<sub>x</sub>-Emission. Auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigen, je nach Einsatzfall, gegenüber den konventionellen Fahrzeugen im Mittel etwa 10 % geringere Werte. Für Solobusse zeigt ein Vergleich mit früheren Messungen an einem konventionellen Bus in der Stadt Hagen mittlere Reduktionen von NO<sub>2</sub> um ca. 54 % und von CO<sub>2</sub> um 21%.

Als weiteres Forschungsfeld wurden vom Institut für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen wissenschaftliche Messungen zu Lärmemissionen durchgeführt. Hier zeigte sich, dass der Schalldruckpegel der Hybridbusse meist unter dem konventioneller Busse liegt, vor allem im rein elektrischen Betriebsmodus. Die Untersuchungen im Fahrgastraum sowie der Außengeräuschemissionen für Haltestellenanfahrt und -abfahrt zeigten abhängig von spezifischem Fahr- und Betriebszustand bei den Hybridgelenkbusen im Vergleich zu den Standard-Dieselmotoren im Fahrgastraum eine Reduktion der Schalldruckpegel-spitzenwerte um bis zu 10 dB(A) und bei den Außengeräuschemissionen um bis zu 12 dB(A). Speziell die Ergebnisse der Minderung der Außengeräusche sind von hoher Bedeutung für die Akzeptanz und Wahrnehmung der Technologie, vor allem in Innenstädten.



MERCEDES-BENZ-HYBRIDBUSFLOTTE IN STUTTGART (MR REGION STUTTGART)

### AKZEPTANZ DER HYBRIDBUSSE

Ergänzend zu den Analysen und Bewertungen der Fahrzeugtechnik und des Betriebsverhaltens wurden im Rahmen der Busplattform auch Erhebungen zur Akzeptanz und Wahrnehmung der Hybridtechnologie durchgeführt. Befragt wurden dabei sowohl die Busfahrer der beteiligten Verkehrsbetriebe als auch Fahrgäste und Passanten. Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Hybridbusse insgesamt positiv bewertet wurden.

Die 250 befragten Busfahrer berichteten überwiegend sehr positiv über ihre Erfahrungen. So hatte beispielsweise die Mehrheit der Mitarbeiter der Verkehrsbetriebe, auch aufgrund durchgeführter Schulungen, keine Schwierigkeiten bei der Umstellung auf die neue Antriebstechnologie (siehe Abbildung 7). Durch die Schulungen der Fahrer konnten weitere Einsparpotenziale umgesetzt werden.



SERIELLER DIESELHYBRIDBUS DES HERSTELLERS VDL IN DARMSTADT  
(MR RHEIN-MAIN)

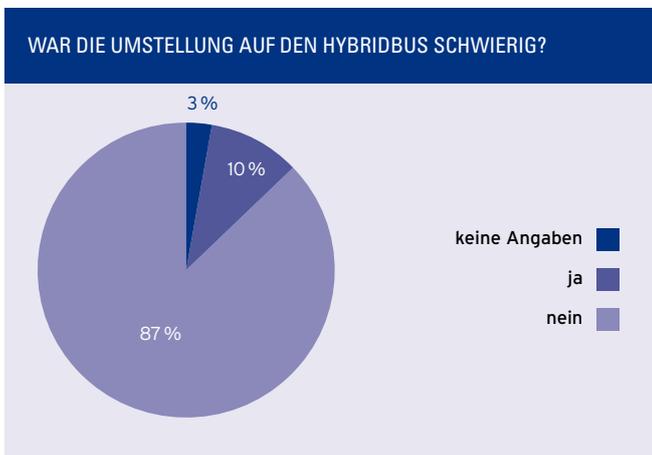


ABBILDUNG 7: UMSTELLUNG DER FAHRER AUF DIE HYBRIDBUSSE

Bei der Befragung der Fahrgäste stand unter anderem die Geräuscentwicklung der Fahrzeuge im Vordergrund. Sie wurden gezielt danach befragt, ob und woran sie erkennen, dass sie sich in einem Bus mit einem innovativen Antrieb befinden. Die geringeren Geräusche wurden etwa von der Hälfte der rund 1.400 befragten Fahrgäste als Verbesserung wahrgenommen. Für 18% der Befragten war keine Veränderung wahrnehmbar. Allerdings empfand auch ein Fünftel der Fahrgäste die Hybridbusse lauter als konventionelle Busse (21%). Die Ursache liegt vermutlich darin, dass nach Phasen des leisen, rein elektrischen Fahrens das Wiedereinsetzen des Verbrennungsmotors deutlicher wahrgenommen wird und dass auch höherfrequente Geräusche, die in konventionellen Bussen durch Dieselmotorgeräusche überdeckt werden, stärker wahrgenommen werden.

#### WIE EMPFANDEN SIE DIE GERÄUSCENTWICKLUNG IM INNEREN DES FAHRZEUGS VERGlichen MIT EINEM DIESELBUS?

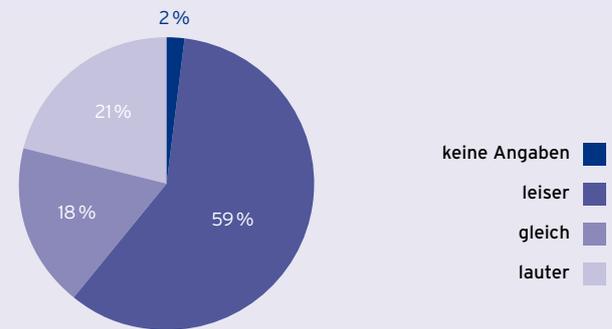


ABBILDUNG 8: WAHRNEHMUNG DER GERÄUSCHE DURCH FAHRGÄSTE

#### AUS- UND WEITERBILDUNG VON FACHPERSONAL

Neben dem Aufbau eines hohen Kenntnisstands in Forschung und Entwicklung ist auch die Aus- und Weiterbildung von Fahrern und Wartungspersonal von Bedeutung. Die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an den Hybridbussen erfordern aufgrund der Hochvolttechnologie neben der Qualifizierung des Fachpersonals auch einen geeigneten Arbeitsstand sowie besondere Sicherheitsvorkehrungen, um beispielsweise Arbeiten auf dem Dach durchführen zu können. Dort befindet sich ein erheblicher Teil der Hybridtechnik (u. a. die Leistungselektronik).

Die Qualifizierung des Fachpersonals ist in Abhängigkeit von den durchzuführenden Arbeiten in drei Abstufungen organisiert. Innerhalb dieser wird das Fachpersonal durch eine theoretische und eine praktische Prüfung zu entsprechenden Arbeiten befähigt. Die Partner in der Busplattform haben diesbezüglich gemeinsam mit dem VDV Initiative ergriffen und eine VDV-Publikation<sup>5</sup> erstellt, die Hinweise zur Einführung von Hybridbussen aus Sicht der Instandhaltung enthält. Entsprechende Konzepte wurden bereits in verschiedenen Verkehrsunternehmen umgesetzt.



ABBILDUNG 9: ARBEITSSTAND  
HYBRIDBUS BEI BOGESTRA

<sup>5</sup> VDV-Mitteilung Nr. 8002: Hinweise zur Einführung von Hybridbussen aus Sicht der Instandhaltung

## 4. ZUSAMMENFASSUNG UND WEITERER FORSCHUNGS- UND UNTERSUCHUNGSBEDARF

Mit dem Bericht der Plattform Innovative Antriebe Bus liegen die ersten systematisch erfassten Erkenntnisse zu Praxis-tauglichkeit und Einsatzreife, Kraftstoffverbrauch, Klimaschutz-effekten und Akzeptanz von Hybridbussen vor. Obwohl die Daten sich insgesamt auf einen noch kurzen Einsatzzeitraum der Hybridbusse von drei bis zwölf Monaten beziehen, wurde damit eine gute Grundlage für eine erste Bewertung der Hybrid-technologie geschaffen. Die ermittelten Optimierungspotenziale bilden einen hervorragenden Ausgangspunkt für zielge-richtete weitere Entwicklungsschritte.

Im Mittelpunkt stehen dabei in den nächsten Jahren unter-schiedliche Ziele und Maßnahmen bei den verschiedenen Her-stellern, zum Beispiel die kontinuierliche Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs, die Weiterentwicklung der Nebenaggre-gate für den Hybridbuseinsatz, Analysen von Fahrzeugausfäl-len zur Verbesserung der Komponenten (und somit zur Ver-besserung der Verfügbarkeit) sowie die Verbesserung der Wartungsroutinen und der Zugänglichkeit der Fahrzeugkom-ponenten.

Die Hybridtechnologie stellt neue Anforderungen an die tech-nische Betreuung der Fahrzeuge. Diese umfassen unter ande-rem die Aus- und Weiterbildung der technischen Mitarbeiter in den Verkehrsunternehmen. Die Ausweitung des Betriebs von Hybridbussen führt jedoch nicht nur zu einem wachsen-den Bedarf an entsprechend ausgebildetem Fachpersonal, sondern auch dazu, dass abgestimmte Definitionen didaktisch und fachlich geeigneter Ausbildungsinhalte und -einrichtun-gen für Hochschulen, Berufsschulen und Weiterbildungsein-richtungen erforderlich sind.

Die Erprobung der Fahrzeuge in den Modellregionen war und ist ein wichtiger Schritt beim Aufbau eines Marktes für Hyb-ridbusse. Die im Rahmen der Busplattform dokumentierten Erfahrungen verdeutlichen die Potenziale der Hybridtechno-logie und geben ein positives Signal an die Politik und weitere potenzielle Nutzer.

Zum jetzigen Zeitpunkt sind allerdings weder die technischen Entwicklungen abgeschlossen noch kann beantwortet werden, wie die verschiedenen Formen des Hybridantriebs jeweils im Betrieb am besten eingesetzt werden können. Klar ist, dass das Einsatzprofil eines Hybridfahrzeugs entscheidenden Ein-fluss auf die entsprechenden Einsparpotenziale hat. Die betei-ligten Hersteller konnten zudem während der Testphase Opti-mierungspotenziale an Fahrzeugen feststellen, die mitunter

in späteren Fahrzeugauslieferungen bereits umgesetzt wur-den. Zur Erhöhung der Planungs- und Investitionssicherheit (bei künftigen Nutzern sowie der Fahrzeugindustrie) werden auch in der nächsten Phase der Marktvorbereitung zweckge-bunden weitere Förderinitiativen benötigt.

Aus Sicht der an der Busplattform teilnehmenden Verkehrs-unternehmen und Bushersteller wird eine Fortführung der Datenerhebung bei den in Betrieb befindlichen Bussen emp-fohlen. Daraus würden sich noch aussagekräftigere Informa-tionen hinsichtlich der Auswertungskriterien ableiten lassen. Der Weiterbetrieb der Busse über die Programmlaufzeit hin-aus wird bei den Verkehrsbetrieben umgesetzt und von Sei-ten des Zuwendungsgebers gewünscht. Wegen der teilweise kurzen Betriebsphase sind derzeit keine belastbaren Aussa-gen zur Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Hybridbussen möglich. Eine Verlängerung der Datenerhebung wäre daher auch hilfreich, um verlässlichere Daten auch zu Betriebs- und Wartungskosten zu erhalten – die ebenfalls wesentliche Impulse für die Entwicklung des Marktes geben.

Der Einsatz der Hybridbusse im Linienbetrieb stärkt die Sicht-barkeit der Hybridtechnologie bei Fahrgästen und Entschei-dern auf regionaler Ebene. Eine Fortsetzung der Betriebs-phase und der Kommunikation durch geeignete Informa-tionsmaßnahmen seitens des Bundes ist notwendig, um eine breitere Akzeptanz zu sichern und emissionsarme Busse als selbst-verständlichen Qualitätsstandard im Busverkehr zu etablieren. Die Hybridtechnologie besitzt dabei wegen ihrer Klima- und Umweltfreundlichkeit und ihrer geringen Geräuschentwicklung das Potenzial, neue Kunden für den ÖPNV zu gewinnen und die Nachfrage nach klimafreundlichen Verkehrsangeboten und -fahrzeugen zu erhöhen. Entsprechende nachfrageab-hängige Skaleneffekte können einen Beitrag zum Erreichen wirtschaftlicherer Preise von Hybridbussen leisten.

Die bisher positive Resonanz auf die Demonstrationsprojekte und die Ergebnisse der Arbeit der Busplattform belegen die Leistungsfähigkeit der hiesigen Busindustrie und der Antriebs-hersteller, die Innovationsbereitschaft der deutschen Verkehrs-unternehmen, die Bedeutung innovativer Antriebe im öffent-lichen Verkehr für den Klimaschutz und die Wertschöpfungsmöglichkeiten in Deutschland.

## >> 05 PKW/TRANSPORTER: BEGLEITFORSCHUNG UMWELT

### HINTERGRUND UND ZIELE

Das Ziel der Begleitforschung Umwelt bestand darin, die Umweltwirkungen, insbesondere CO<sub>2</sub>-Emissionen, des Betriebs der Fahrzeuge in den individuellen Demonstrationsprojekten der Modellregionen abzuschätzen und perspektivisch die Anforderungen und Potenziale für eine umwelt- und klimafreundliche Elektromobilität aufzuzeigen. Inhaltlich bearbeitet wurde dieses Schwerpunktthema vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (WI). Bei der Datenerhebung unterstützte PE INTERNATIONAL (PE). Die Plattform, in deren Rahmen die Begleitforschung stattfand, wurde koordiniert durch die NOW GmbH und die EnergieAgentur.NRW. In den Arbeitsprozess eingebunden waren etwa 40 ständige Vertreter der begleitenden Forschungseinrichtungen, der beteiligten Automobilhersteller und -umrüster sowie der Energieversorger innerhalb des Förderschwerpunktes.

Der Plattform lagen folgende umweltbezogene Aufgabstellungen zugrunde:

1. Ermittlung der Lademengen und Energieverbräuche des Fahrzeugbetriebs der untersuchten Elektrofahrzeuge und deren CO<sub>2</sub>-Emissionen und anschließender Vergleich mit dem Betrieb herkömmlicher (fossil betriebener) Fahrzeuge.
2. Perspektivische Darstellung zukünftiger Anforderungen an die Energiebereitstellung für eine CO<sub>2</sub>-arme und klimaschonende Elektromobilität.
3. Ermittlung und Bewertung potenzieller Be- und Entlastungspotenziale durch Elektrofahrzeuge in den umweltrelevanten Bereichen Lärm- bzw. Geräuschentwicklung, Schadstoffemissionen und Ökobilanzen.
4. Abschätzung potenzieller Änderung von Mobilitätsstrukturen / Mobilitätsverhalten von Privatpersonen und (gewerblichen) Flottenbetreibern infolge des Einsatzes elektrifizierter Antriebe.

Die Begleitforschung lieferte damit Hinweise, welche umweltrelevanten Wirkungen aktuell mit dem Einsatz der Elektrofahrzeuge in den Projekten verbunden bzw. perspektivisch in Zukunft zu erwarten sind. Handlungsfelder zur Minimierung der Umweltbelastungen aus der Herstellung und dem Betrieb von Elektrofahrzeugen wurden identifiziert. Damit werden Hinweise für mögliche Folgeaktivitäten erarbeitet. Dies betrifft nicht nur die Erhöhung der Energieeffizienz und die Einbindung der Fahrzeuge in ein stärker durch erneuerbare Energien geprägtes System. Da Elektromobilität einen Teil einer umfassenden Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie darstellt, geht

es zudem darum, die gewonnenen Erkenntnisse in den Kontext der Änderung von Mobilitätsstrukturen insgesamt zu setzen und Synergien zu Maßnahmen der Verkehrsvermeidung und -verlagerung zu ermitteln.

### MEILENSTEINE

Die Überlegungen zum Untersuchungsdesign wurden in der konstituierenden Plattform Sitzung am 30.03.2010 präsentiert. Die meisten der darauffolgenden Plattform Sitzungen dienten der Diskussion des Vorgehens mit den Partnern und der Präsentation und Diskussion von Zwischenergebnissen. Ergänzend wurden Regionalgespräche mit den Partnern vor Ort geführt (u. a. mit den Modellregionen München, Stuttgart, Rhein-Main).

Für eine detaillierte Abstimmung einzelner Untersuchungsbestandteile wurden ab November 2010 vier Unterarbeitsgruppen (AGs) mit unterschiedlichen inhaltlichen und personellen Schwerpunkten gebildet:

#### 1. AG Strommix

Thema: Festlegung der dem geladenen Strom zugrunde liegenden Erzeugungspfade und deren perspektivischer Entwicklung

Partner: vorrangig Energieversorgungsunternehmen (EVU)

#### 2. AG Vergleichsfahrzeuge

Thema: Bestimmung der Elektrofahrzeuge und fossil betriebenen Fahrzeuge, die in der Berechnung der Klimabilanzen vergleichend gegenübergestellt werden

Partner: vorrangig Automobilhersteller und -umrüster

#### 3. AG Lärm / Schadstoffe

Thema: Bewertung des Einflusses von Elektrofahrzeugen auf die Lärm- bzw. Geräuschentwicklung und Luftschadstoffe

Partner: Forschungsinstitute aus den Modellregionen

#### 4. AG Ökobilanzen

Thema: Bewertung der lebenszyklusweiten Umweltwirkungen von Elektrofahrzeugen und ihren Auswirkungen

Partner: Forschungsinstitute aus den Modellregionen und beteiligte Externe

In diesen Arbeitsgruppen stellten die im Programm aktiven und externen Partner ihre Ergebnisse und Expertise themenbezogen zur Verfügung. Die Inhalte der Arbeitsgruppen sind in separate Ergebnisberichte eingeflossen, die als Grundlage des

umfassenden Ergebnisberichts der Umweltbegleitforschung und dieser Zusammenfassung dienen. Der umfassende Bericht wird nach detaillierter Auswertung der Datenbasis zur Verfügung gestellt.

## ERGEBNISSE

Die zentrale Aufgabestellung bestand darin, die Erfahrungen der Einzelprojekte des Förderschwerpunkts aufzunehmen, um die Elektrofahrzeuge im Vergleich mit herkömmlich angetriebenen Fahrzeugen umweltseitig zu beurteilen. Der Fokus lag dabei auf den allgemein gegenwärtig als kritisch angesehenen Parametern Energieverbrauch und Klimabelastung. Um eine möglichst breite Beteiligung der ganz unterschiedlich aufgestellten Einzelprojekte zu ermöglichen, wurde ein Minimaldatenset definiert, welches die Kernfrage hinreichend unterstützt. Die genaue Datenspezifikation und das Dateiformat wurden gemeinsam in mehreren Plattformsitzungen entwickelt und abgestimmt.

Neben generellen Angaben (wie Fahrzeugidentifikation, Modellregion, physikalische Einheit der berichteten Werte) wurde die Erhebung konzentriert auf:

- **Einzelfahrten:** mit Dauer, Fahrtstrecke und Energieverbrauch aus der Batterie
- **Ladevorgänge:** mit Ladedauer und Energieabnahme aus dem Netz

Für die Datensammlung konnte PE INTERNATIONAL eingebunden werden, deren Datenschnittstelle SoFi sich bereits im Rahmen der Plattform „Innovative Antriebe Bus“ bewährt hatte.

### AUSWERTUNG DER ERFAHRUNGEN MIT ELEKTROFAHRZEUGEN

Trotz anfänglicher Verzögerung bei der Datenübernahme aus den Einzelprojekten konnte schließlich eine ausreichende Anzahl an Fahrzeugen mit einer großen Zahl von Fahrten und Ladevorgängen entsprechend dem Standardformat der Daten in die Untersuchung einbezogen werden. Gründe für die Verzögerung waren u. a. ein schrittweiser Zugang der Elektrofahrzeuge zu den Einzelprojekten, der Zeitbedarf für den Einbau von Datenerfassungsgeräten (Datenlogger) und Herausforderungen bei der Datengenerierung und beim Datentransfer. Folgende Rohdaten konnten integriert werden:

- Einbezogene Fahrzeuge:** über 350
- Einbezogene Fahrten:** ca. 155.000
- Einbezogene Fahrleistung:** ca. 530.000 km
- Einbezogene Ladevorgänge:** ca. 30.000

#### EINBEZOGENE MODELLE NACH SEGMENTEN

Segment	Modelle
Minis / Kleinstwagen	smart ed; THINK City; Mitsubishi I-MiEV; Fiat 500 Electric; CITYSAX; e-WOLF DELTA 1
Kleinwagen	Stromos
Kompaktklasse	Mercedes A-Klasse E-Cell; VW Golf blue-e-motion
Mittelklasse	Renault Fluence Z.E.
Utilities (klein)	Renault Kangoo Z.E.; Fiat Fiorino Electric; Ford Transit Connect BEV; Goupil G3
Utilities (groß)	Mercedes Vito E-Cell; Ford Transit BEV; Modec

#### GEMÄSS DEN SEGMENTKATEGORIEN DES KBA

Nach entsprechenden Vollständigkeits- und Plausibilitätsprüfungen ergab sich ein kleineres quantitativ auswertbares Mengengerüst. Zusätzlich eingeworbene Informationen über weitere Fahrzeuge und Sachverhalte konnten die Untersuchung stützen. Entsprechend dem Fahrzeugeinsatz in den Modellregionen wurde damit eine große Zahl unterschiedlicher Fahrzeugmodelle aus verschiedenen Fahrzeugsegmenten abgebildet. Wie auch generell für die Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen zu beobachten, sind in den Modellregionen einerseits die Segmente der kleinen und sehr kleinen Fahrzeuge (Minis und Kleinstwagen) und andererseits Utilities (leichte Nutzfahrzeuge) dominant vertreten. Bei letzteren sind die Unterschiede in Größe und Ladekapazität innerhalb des Segments beachtlich. Außerdem liegen aussagekräftige Daten für viele Fahrzeuge der Kompaktklasse vor. Diese beschränken sich allerdings auf ein Fahrzeugmodell.

Die Datenauswertungen ergaben u. a. folgende allgemeine Ergebnisse hinsichtlich Fahrtweite, Dauer und Ladevorgängen:

- Die durchschnittliche Fahrtweite liegt bei rd. 7,3 km, dabei bleibt jede zweite Fahrt unter 3,6 km und lediglich jede neunte Fahrt führt über 30 km hinaus.
- Die durchschnittliche Dauer der Fahrten beträgt rd. 17 Minuten, dabei sind die Hälfte aller Fahrten bereits nach gut 11 Minuten und knapp 90% der Fahrten nach einer halben Stunde vorbei.

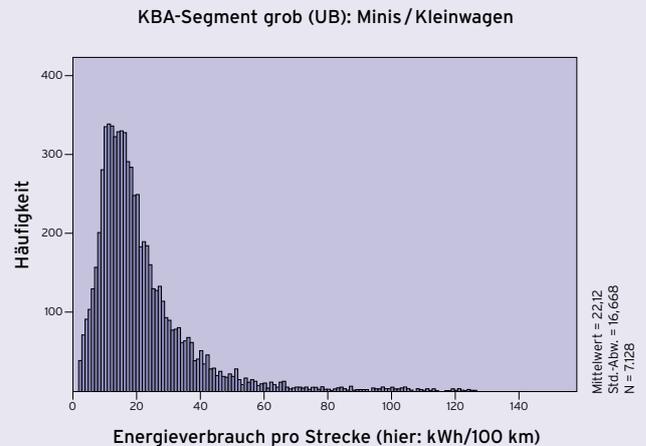
- Die Ladevorgänge dauern im Durchschnitt 2,5 Stunden, jedoch wird in der Hälfte der Vorgänge nur 75 Minuten geladen, dagegen bei rd. 10 % der Ladungen 3,5 Stunden und länger.
- Die pro Ladevorgang abgenommene Strommenge liegt durchschnittlich bei gut 5,5 kWh, in der Hälfte der Fälle bei 3,5 kWh oder weniger, in 10 % der Fälle bei 14,5 kWh oder darüber.

Daraus lässt sich zumindest aus der vorliegenden Datenbasis zusammenfassend ableiten, dass die Reichweiten der Fahrzeuge keine Einschränkungen für deren alltägliche Nutzung darstellen. Weitere Ergebnisse sind dem ausführlichen Projektbericht zu entnehmen.

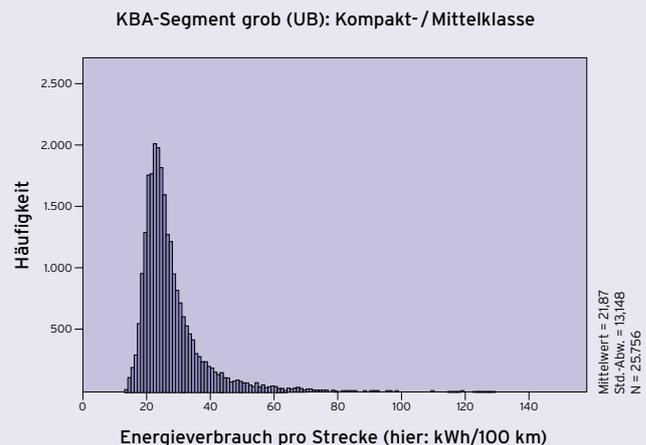
Für die entscheidende Frage nach dem spezifischen Energieverbrauch wurden die Fahrzeuge und deren Fahrten zu drei Gruppen weitgehender Homogenität zusammengefasst: Minis / Kleinstwagen und Kleinwagen (mit deutlicher Dominanz der Minis), Kompakt- und Mittelklasse (mit deutlicher Dominanz der Kompaktklasse) sowie Utilities (kleinere und größere leichte Nutzfahrzeuge). Für alle Fahrten konnte – in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Fahrzeuge und ihrer Nutzungen – insgesamt ein Durchschnitts-Verbrauchswert von 18,4 kWh/100 km ermittelt werden. Dabei unterscheiden sich die Marktsegmente erwartungsgemäß insbesondere zwischen den normalen Pkw und den leichten Nutzfahrzeugen erheblich. Bei Minis / Kleinstwagen und Kleinwagen konnte ein Durchschnittsverbrauch von 17,2 kWh/100 km festgestellt werden und bei der Kompakt- und Mittelklasse beträgt der Wert 16,9 kWh/100 km (1 kWh entspricht 0,102 l Dieseläquivalent ( $DK_{eq}$ ) bzw. 0,112 l Benzinäquivalent ( $OK_{eq}$ )).

Der eher unerwartete höhere Verbrauchswert der Minis und Kleinwagen gegenüber der Kompakt- und Mittelklasse erklärt sich vermutlich aus der geringeren Durchschnittsdistanz der in die Auswertung einbezogenen Fahrten der Minis und Kleinwagen gegenüber den Fahrten der Kompakt- und Mittelklasse. Dieser Unterschied ist allerdings angesichts des Umfangs der Datenlage kaum interpretierbar. Bei den leichten Nutzfahrzeugen liegt der durchschnittliche Verbrauch knapp doppelt so hoch bei 30,4 kWh/100 km. Wie die nachfolgenden Abbildungen belegen, streuen die Verbrauchswerte für die Einzelfahrten plausibel um die jeweiligen Zentralbereiche, die bei den Minis / Kleinstwagen und Kleinwagen und bei den Utilities wegen der stärkeren Modellvielfalt etwas breiter ausgebildet sind als bei der stark durch ein Modell geprägten Kompakt- und Mittelklasse. Außerdem bestätigt die Lage des Medians aller Fahrten, der signifikant über dem Durchschnitt für die insgesamt zurückgelegten Strecken liegt, erwartungsgemäß, dass kürzere Fahrten höhere Verbrauchswerte aufweisen.

#### MINIS UND KLEINWAGEN DURCHSCHNITT: 17,2 kWh/100 km



#### KOMPAKTWAGEN UND MITTELKLASSE DURCHSCHNITT: 16,9 kWh/100 km



#### UTILITIES (LEICHTE NUTZFAHRZEUGE) DURCHSCHNITT: 30,4 kWh/100 km

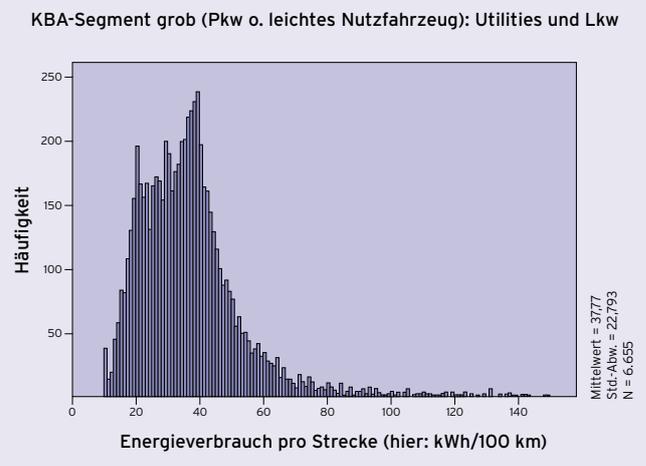


ABBILDUNG: VERTEILUNG DER FAHRTEN NACH DEM SPEZIFISCHEN ENERGIEVERBRAUCH (kWh / 100 km)

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die eingesetzten Elektrofahrzeuge Vorserien- oder Umbaufahrzeuge sind. Für eine Markteinführung ist davon auszugehen, dass verbrauchsoptimierende Verbesserungen in die Konstruktionen einfließen werden. Eine Quantifizierung dieser Größen, die je nach Modell deutlich unterschiedlich sein können, ist hier nicht möglich. Deshalb dürfen die Ergebnisse lediglich als aktueller Stand und als Indikator für die nahe Zukunft gewertet werden.

Außerdem decken die verfügbaren Daten den Winterbetrieb mit dem zusätzlichen Aufwand an Heizenergie nicht ab, der in der hier durchgeführten Analyse über Schätzgrößen in die Vergleichsbetrachtung mit herkömmlichen Fahrzeugen eingeht. Ebenfalls auf - durch die Ladedaten gestützten - Schätzgrößen beruht die Einbeziehung der in den fahrtenbezogenen Daten nicht enthaltenen Ladeverluste der Batterien.

Die als Vergleichsmaßstab herangezogenen herkömmlich angetriebenen Fahrzeuge wurden segmentweise differenziert und in drei Stufen zugrunde gelegt:

- **Best of Class:** das aktuell jeweils verbrauchsgünstigste Serienmodell nach der Deutschen Automobil Treuhand GmbH- (DAT-)Liste (vgl. <http://www.dat.de/leitfaden/LeitfadenCO2.pdf>),
- **Marktmittel:** das verkaufsgewichtete Durchschnittsmodell der jeweiligen Klasse 2010 nach der Statistik des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA), sowie
- **Noch marktgängig:** die verbrauchs- / emissionsseitig schlechteste marktrelevante Modellreihe der jeweiligen Klasse, ebenfalls nach der KBA-Statistik.

MASSTABSBILDENDE HERKÖMMLICHE VERGLEICHSMODELLE NACH SEGMENTEN

Segment	Best of Class	Energieverbr. l/100 km		CO <sub>2</sub> -Emissionen g / km	
		inner-orts	komb.	inner-orts	komb.
Minis / Kleinstwagen	smart fortwo coupé cdi 40 kW	3,4 DK	3,3 DK	90	87
Kleinwagen	VW Polo 1,2 TDI DPF (CR) BM	4,0 DK	3,4 DK	106	87
Kompakt-klasse	VW Golf 1,6 TDI DPK (CR) BM	4,7 DK	3,8 DK	125	99
Mittelklasse	Toyota Prius (Hybrid) *)	3,9 OK	3,9 OK	92	89
Utilities (klein)	Fiat Doblo Cargo 1,3 Multijet Euro 5	5,9 DK	4,8 DK	156	126
Utilities (groß)	VW Transporter Kasten 2,0 TDI BMT	8,3 DK	6,7 DK	220	176

SEGMENTBEZEICHNUNGEN NACH KRAFTFAHRT-BUNDESAMT; DK = DIESELKRAFTSTOFF; OK = OTTOKRAFTSTOFF (BENZIN)  
 \*) OHNE PLUG-IN-FÄHIGKEIT WEGEN DER PRIMÄRSEITIG AUSSCHLIESSLICH VERBRENNUNGSMOTORISCHEN ENERGIEBEREITSTELLUNG DEN HERKÖMMLICH ANGETRIEBENEN PKW ZUGEORDNET

Als Vergleichsmaßstab wurde die erste Stufe verwendet nach Maßgabe der Überlegung, dass es bei herkömmlich wie bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen um die Alternative geht, ein neues, möglichst verbrauchsarmes, wenig klimaschädliches Fahrzeug zu beschaffen. Grundsätzlich ist der Versuch, eine angemessene Vergleichsbasis herzustellen, mit erheblichen Einschränkungen verbunden. Dies geht weit über die bei herkömmlichen Fahrzeugen nicht bestehende Reichweitereinschränkung hinaus, die die Vergleichbarkeit auf zusätzliche oder in speziellen Nutzungssegmenten verwendete Elektrofahrzeuge limitiert. Konkret beziehen sich diese u. a. auf derzeit noch unterschiedliche Motornennleistungen, Höchstgeschwindigkeiten und damit verbunden Verbrauchswerte. Diese können zudem auf das unterschiedliche Preisniveau erweitert werden. Bei preislicher Vergleichbarkeit sind verbrauchsmindernde Verbesserungen bei konventionellen Fahrzeugen denkbar. Dem stehen allerdings denkbare lange und breite Technologieentwicklungen wie auch Skaleneffekte bei den Elektrofahrzeugen gegenüber.

Bezüglich der in die Berechnung eingeflossenen Energieverbräuche ist einschränkend anzumerken, dass zwar für die Benchmark-Modelle die Verbrauchs- und CO<sub>2</sub>-Werte für den kombinierten Fahrzyklus und für den - eher repräsentativen - Stadtfahrzyklus vorliegen, für die verkaufsgewichteten Segmentdurchschnitte vom KBA (und die Modellreihen) aber nur Werte für den kombinierten Zyklus. Auf die grundsätzlich eingeschränkte Zuverlässigkeit des Vergleichs von realen Fahrdaten bei den Elektrofahrzeugen (vorrangig in innerstädtischen Verkehren) mit Zyklusdaten bei den herkömmlichen Fahrzeugen wird hingewiesen.

Als entscheidend für die Klimabe- bzw. -entlastung und den Vergleich mit herkömmlich angetriebenen Fahrzeugen erweisen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die aufgrund der Stromerzeugung dem Stromverbrauch der Elektrofahrzeuge zuzurechnen sind. Die angemessene Zuordnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist allerdings nicht offensichtlich und unstrittig, sondern abhängig von der Betrachtungsweise. Hierbei ist zunächst zu unterscheiden zwischen

- einer Zurechnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Basis des konkreten Stromverbrauchs der Elektrofahrzeuge sowie der dahinter liegenden Stromerzeugung und
- einer Betrachtungsweise, die sich auf bilanzielle Zurechnungen im Rahmen eines definierten Gesamtsystems (z. B. Deutschland oder die EU) entsprechend den bestehenden regulatorischen Bilanzansätzen bezieht.

Letztere Betrachtung führt zu dem Ergebnis, dass Elektrofahrzeugen keine eigenständigen CO<sub>2</sub>-Emissionen zuzurechnen sind: Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung sind im Rahmen des Cap&Trade-Regimes des Europäischen Emissionshandelssystems (European Emission Trading Scheme) limitiert und gelten mit diesem Limit als definiert<sup>1</sup>. Menge und Art der Stromerzeugung (und -abnahme) verändern diesen Wert nicht, d. h. eine zusätzliche Nachfrage nach Strom etwa über den Einsatz von Elektrofahrzeugen führt in diesem System zu keinen Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Inwieweit zur genauen Einhaltung des im Rahmen des Emissionshandelssystems limitierten Emissionsplafonds Emissionszertifikate zugekauft oder verkauft werden und wer die jeweiligen Partner dieser Handelsvorgänge sind, bleibt für die insgesamt dem Stromsektor zugerechnete Emissionsmenge unbedeutend.

Die zuvor skizzierte Betrachtungsweise ist für die Bewertung der Klimabilanz von Elektrofahrzeugen unter systemanalytischen Gesichtspunkten und vor dem Hintergrund der geltenden energie- und klimapolitischen Regelungen grundsätzlich sinnvoll, erfordert aber bei der Analyse der erzielbaren Nettoeffekte eine Ausweitung der Systemgrenze. Insbesondere ist es notwendig, die - aktuell mögliche - Anrechnung der Elektrofahrzeuge im Rahmen der europäischen Flottenverbrauchslimits zu berücksichtigen. Konkret bedeutet dies:

- Sofern die Flottenverbrauchsgrenzen inklusive der Elektrofahrzeuge eingehalten werden, ergeben sich praktisch keine Auswirkungen der Elektrofahrzeuge auf die tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr.
- Werden die Flottenverbrauchsgrenzen hingegen ohne Elektrofahrzeuge erreicht, kommt es durch die Elektrofahrzeuge zu einer Verminderung der tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr.

Konzentriert man sich auf die im vorliegenden Vorhaben auftragsgemäß im Kern zu betrachtende Fragestellung, wie sich die konkreten Fahrten der Elektrofahrzeuge mit ihrem Stromverbrauch und den darauf direkt entfallenden Erzeugungsketten auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen auswirken, gibt es keine einfache Antwort. Vielmehr werden in der Literatur und in der öffentlichen Debatte (vgl. z. B. die Vorträge auf dem 43rd LCA Discussion Forum, Life Cycle Assessment of Electromobility, 6th of April 2011, ETH Zürich) unterschiedliche Vorstellungen über die Zuordnung vertreten, da eine physikalisch

<sup>1</sup> Nach Vorgaben des Europäischen Emissionshandelssystems müssen die Treibhausgasemissionen aus dem Bereich der Energiewirtschaft von 2005 bis 2020 um rd. 21% reduziert werden. Entsprechend der geltenden Direktive geht die EU für den Zeitraum nach 2020 (d.h. nach dem Ende der jetzt fixierten Verpflichtungsperiode) von einer linear fortschreitenden Reduktion des Caps von 1,74 %/a aus (vgl. Directive 2009/29/EC).

eindeutige Zuweisung einer bestimmten Stromerzeugung einerseits zu einer bestimmten Stromverwendung andererseits in der Regel schwierig ist. Da die unterschiedlichen Zuweiskonventionen zu weit auseinanderliegenden Ergebnissen führen, greift nachfolgende Analyse alle Ansätze auf und macht damit die Unterschiede transparent. Dabei wird unterschieden zwischen

- der vollständigen Versorgung der Elektrofahrzeuge mit erneuerbarem Strom (allgemein angestrebt und in den Modellregionen teils durch hohe Anforderungen an die Zertifizierung des Ladestroms gestützt),
- der Versorgung der Elektrofahrzeuge mit Strom entsprechend dem derzeitigen deutschen Strommix und
- der Versorgung der Elektrofahrzeuge mit Strom entsprechend der bei ökonomischem Betrieb anzusetzenden zusätzlichen Stromerzeugung für Elektrofahrzeuge als zusätzliche Stromverbraucher.

Die unterschiedlichen Verfahren stellen letztlich Bewertungen im Rahmen bestimmter Kontexte dar, die je nach Perspektive jeweils für sich einen hohen Grad von Nachvollziehbarkeit aufweisen und für die Praxis unterschiedlich geeignet sind. Ein Vergleich der Ergebnisse der Modellrechnungen lässt damit eine ganzheitliche Bewertung der Klimabilanz von Elektrofahrzeugen zu. Die quantitativen Ergebnisse der Fahrzeugvergleiche in den auswertbaren Fahrzeugsegmenten zeigt die nachfolgende Abbildung für den heutigen Status (Stand 2010). Den unteren Grenzwert stellt die „reine Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien“ dar. Als oberer Grenzwert wird zu theoretischen Vergleichszwecken die „Bewertung nach der Merit-Order-Methode“ und hier im doppelten Sinne als obere Bandbreite die Betrachtung eines Kohlekraftwerks als Grenzkraftwerk herangezogen.

	herkömmlicher Antrieb		Elektrofahrzeug			
	innerorts	komb.	Regen.	Mix 2010	Kohle	Gas
Minis / Kleinwagen	104	101	16	134	274	108
Kompakt- / Mittelklasse	144	116	16	131	270	106
Utilities	217	176	29	236	485	191

TABELLE: SPEZIFISCHE CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN (g CO<sub>2</sub>/km) IM VERGLEICH VON HERKÖMLICHEN FAHRZEUGEN UND ELEKTROFAHRZEUGEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN STROMQUELLEN

**BEWERTUNG DER KLIMABILANZ VON ELEKTROFAHRZEUGEN**

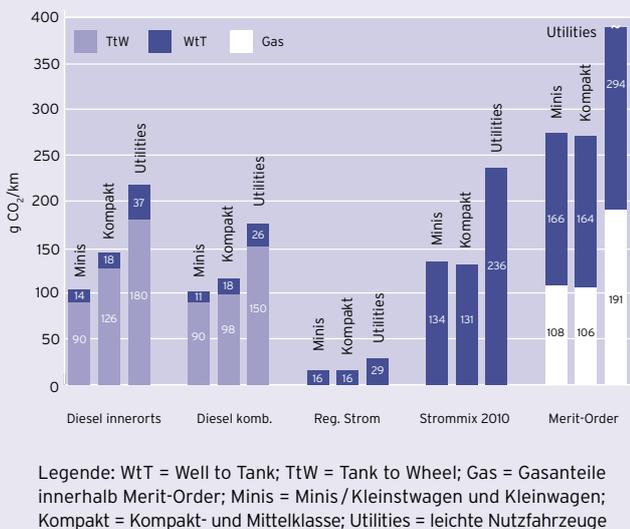


ABBILDUNG: BEWERTUNG DER KLIMABILANZ VON ELEKTROFAHRZEUGEN IM VERGLEICH ZU HERKÖMMLICHEN FAHRZEUGEN NACH UNTERSCHIEDLICHEN STROMERZEUGUNGSPFADEN FÜR DAS JAHR 2010, DARSTELLUNG NACH FAHRZEUGKLASSEN UND -SEGMENTEN: MINIS / KLEINSTWAGEN UND KLEINWAGEN (KOMBINIERT), KOMPAKT- UND MITTELKLASSE (KOMBINIERT) UND UTILITIES (LEICHTE NUTZFAHRZEUGE)

**Erläuterung der Abbildung:** Der regenerative Pfad ist der sinnvolle und perspektivisch anzustrebende Pfad der Stromerzeugung. Er reduziert die CO<sub>2</sub>-Emissionen beispielsweise im innerstädtischen Verkehr um den Faktor 6-9 (je nach Fahrzeugklasse, Vergleich der Realdaten innerhalb der Modellregionen mit Zyklusdaten konventioneller Fahrzeuge). Innerhalb des Strommix-Pfades fallen CO<sub>2</sub>-Emissionen nahezu in der Größenordnung konventioneller Fahrzeuge an. Dies gilt auch für eine Verschiebung in Richtung gasbasierter Kapazitäten im Merit-Order-Pfad. Mit zunehmender Anzahl an Elektrofahrzeugen und der vermehrten Integration erneuerbarer Energien in den Kraftwerkspark erhöhen sich die Klimaeffekte deutlich (s. auch perspektivische Annahmen zur Stromerzeugung für 2020 und 2030). Auch mit deutschem Strommix leisten Elektrofahrzeuge zukünftig einen Klimaschutzbeitrag.

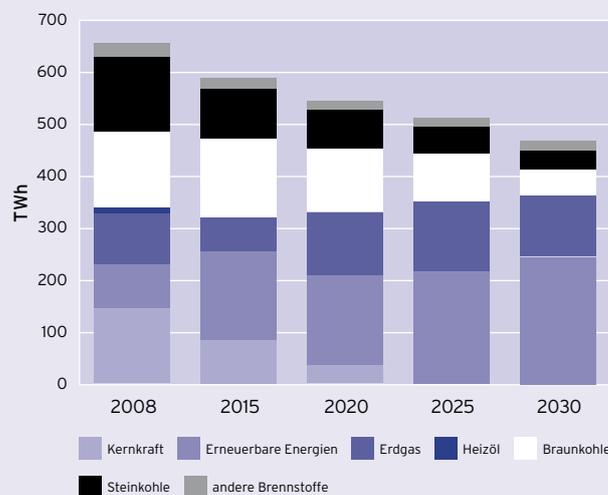
Bei der Bewertung der Ergebnisse ist - neben deren Bandbreite und den nicht unerheblichen Unsicherheitsmargen - zu berücksichtigen, dass die absoluten Mengen der rechnerischen Mehr- oder Minderbelastungen gegenwärtig wegen der geringen Zahl von Elektrofahrzeugen als weitgehend bedeutungslos anzusehen sind. Dies trifft in großem Umfang auch noch für 2020 zu, wenn sich die Anzahl der Elektrofahrzeuge zwar nach den Zielen der Bundesregierung deutlich auf 1 Mio. erhöht, aber gleichwohl nur etwa 2% des Fahrzeugbestands ausmacht.

Hinsichtlich des Stromverbrauchs ist der Anteil der Elektrofahrzeuge noch geringer. Er dürfte auch im Jahr 2020 noch deutlich unter einem halben Prozent des gesamten inländischen Stromverbrauchs liegen. Die Bewertung für das Jahr 2010 ist daher eine Momentaufnahme und nicht gleichzusetzen mit der Klimarelevanz von Elektrofahrzeugen in einem potenziellen zukünftigen Massenbetrieb in einer Zeit, in der auch der Energiemix für die Strombereitstellung verändert sein wird.

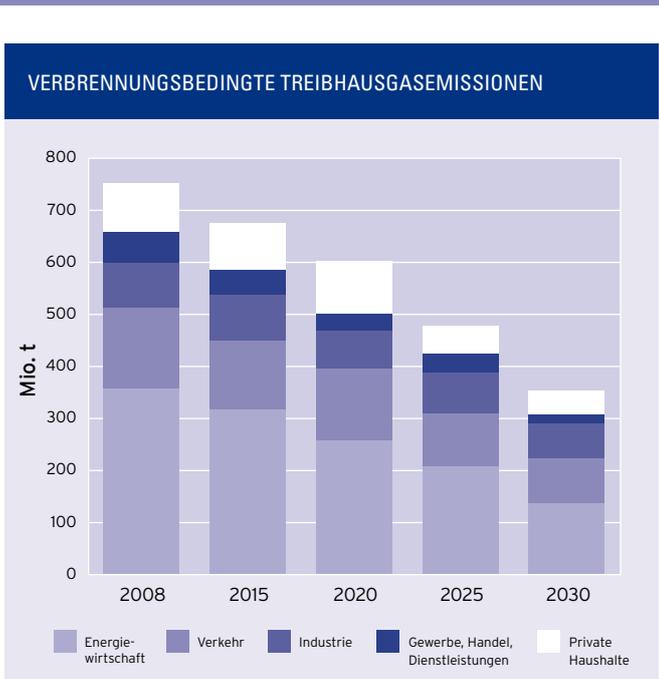
**PERSPEKTIVE 2020 UND 2030**

Während die Angaben für den Status quo mit empirischen Daten belegt werden können, sind für die weitere Perspektive Annahmen zu treffen bzw. Bezüge zu heute vorliegenden Szenarien notwendig. Als maßstababbildend hierfür kann derzeit das sogenannte „Ausstiegsszenario“ in den Energieszenarien 2011 von Prognos /EWI /GWS angesehen werden. Die dort vorgesehene Entwicklung der Stromerzeugung und der Treibhausgasemissionen zeigen die nachfolgenden Abbildungen.

**BRUTTOSTROMERZEUGUNG NACH ENERGIETRÄGERN IM AUSSTIEGSSZENARIO**



DATEN: PROGNOSE /EWI /GWS 2011



DATEN: PROGNOSE/EWI/GWS 2011

Durch den Kernenergieausstieg und den zunehmenden Anteil erneuerbarer Energien ändert sich der Strommix bis zum Jahr 2020 bereits deutlich. Allerdings tragen auch fossile Kraftwerke noch im erheblichen Umfang zur Stromerzeugung bei.

Für die Rahmenannahmen der hier betrachteten Bewertungsmethoden bedeutet dies Folgendes: Erneuerbarer Strom bleibt bei dem zu erwartenden Mix (mit sehr hohen Windenergieanteilen) sehr emissionsarm. Für die spezifischen Emissionen des nationalen Strommix resultiert dem „Austiegsszenario“ folgend bis 2020 ein Rückgang gegenüber dem Jahr 2010 von rund 10%. Der Merit-Order-Strom bewegt sich deutlich auf eine Gasstromerzeugung zu, je nach Einsatzweise der Elektrofahrzeuge ggf. auch auf eine teilweise erneuerbare Stromerzeugung.

Für die Energieeffizienz der Batteriefahrzeuge können Verbesserungen durch Konzeptoptimierungen erwartet werden. Die Energieumsetzungen im Elektromotor sind allerdings bereits nahe der physikalischen Grenze ausgereizt. Bei den herkömmlich angetriebenen Fahrzeugen ist in der Vorkette der Treibstoffbereitstellung einerseits eine leichte Verschlechterung durch einen steigenden Zugriff auf schlechtere Lagerstätten (mit höherem Energieaufwand für die Produktion) zu erwarten, andererseits eine leichte Verbesserung durch höhere Beimischungsanteile erneuerbarer Kraftstoffe. Fahrzeugseitig ist bei Umsetzung des EU-Zielwerts von 95 g CO<sub>2</sub>/km für die Neufahrzeuge 2020 eine erhebliche Absenkung gegenüber 2010 (Durchschnitt Deutschland: 151,7 g CO<sub>2</sub>/km) zu erwarten, wobei davon auszugehen ist, dass ein Teil der Absenkung durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen selbst realisiert wird.

Für 2030 und danach kann sich die Entwicklung deutlich modifiziert darstellen: Beim Strommix ist eine zunehmende Dominanz erneuerbarer Erzeugung zu erwarten (die Zielsetzung der Bundesregierung liegt als Zwischenschritt für die bis 2050 anvisierten 80% für 2030 bereits bei 55%), wodurch eine weitere schrittweise CO<sub>2</sub>-Minderung erreicht wird. Die Grenzstromerzeugung dürfte weitgehend auf Gaskraftwerken und bei gezielten Ladevorgängen der Elektrofahrzeuge vermehrt dann auch auf erneuerbarem Strom beruhen.

Bei den herkömmlichen Fahrzeugen kann sich nach 2030 eine zunehmend signifikante Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der fossilen Vorkette der Treibstoffbereitstellung ergeben. Eine langfristig stärkere Einbindung erneuerbarer Kraftstoffe (z.B. synthetisches Methan oder andere Kraftstoffe aus der Wirkungskette Windstrom-Elektrolyse-Wasserstoff-Kraftstoff-Synthetisierung) könnte diesen Effekt allerdings ganz oder teilweise kompensieren. Soweit nach 2020 die erneuerbare Stromerzeugung über das Maß der ausgeschleiften nuklearen Stromerzeugung hinaus weitere Anteile an der gesamten Stromerzeugung übernimmt, was aus heutiger Sicht zu erwarten und politisch klar intendiert ist, wird sich das Verhältnis deutlich zugunsten der Elektrofahrzeuge verändern. Bei einer für 2050 teils angestrebten sehr weitgehenden Stützung der Stromerzeugung auf erneuerbare Quellen (im Energiekonzept der Bundesregierung werden Anteile von mind. 80% am Strombedarf für das Jahr 2050 genannt) nähert sich der CO<sub>2</sub>-Wert im Stromerzeugungsmix demjenigen der reinen erneuerbaren Erzeugung immer weiter an.

Fasst man die vorgenannten Aspekte zusammen, lässt sich Folgendes feststellen: In der Literatur finden sich für die Klimabilanz von Elektrofahrzeugen unterschiedliche Bewertungsmethoden, deren Ergebnisse kurzfristig stark streuen und sich erst mittel- bis längerfristig perspektivisch annähern. Werden Elektrofahrzeuge mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben, ist ihre Klimabilanz sehr deutlich besser als diejenige fossil betriebener Pkw. Wann, inwieweit und unter welchen Voraussetzungen (Herkunftsnachweis) eine direkte Zuordnung des Fahrstroms zu einer Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien möglich ist, ist heute allerdings umstritten. Unter pragmatischen Gesichtspunkten bietet die Strommixmethode eine gute Orientierung für die klimabezogene Bewertung von Elektrofahrzeugen. Aufgrund der auf der Zeitachse zunehmenden Anteile erneuerbarer Energien im Strommix führt dies für die Zeiten, in denen eine signifikante Durchdringung mit Elektrofahrzeugen zu erwarten ist, zu einer gegenüber heute deutlichen Verbesserung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen und entsprechenden Vorteilen gegenüber mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Fahrzeugen. Führt man eine Bewer-

tung der Klimabilanz von Elektrofahrzeugen aus Systemsicht unter Berücksichtigung der regulatorischen Rahmenbedingungen durch (Europäisches Emissionshandelssystem), können den Elektrofahrzeugen rechnerisch CO<sub>2</sub>-Emissionen von null zugewiesen werden, zumindest solange die Einhaltung der ebenso von der EU vorgegebenen Flottenverbrauchsgrenzwerte ohne Elektrofahrzeuge erreicht wird.

#### WEITERE RELEVANTE UMWELTGESICHTSPUNKTE:

##### LÄRM UND ABGASE

Als weitere relevante Umweltgesichtspunkte wurden die im Verkehr und speziell im Autoverkehr regelmäßig als besonders wichtig und kritisch angesehenen Parameter Lärm, gasförmige Schadstoffe und Partikel betrachtet. Der grundsätzliche Vorteil der Elektrofahrzeuge wegen der Geräuscharmheit des Antriebs einerseits und der örtlichen Emissionsfreiheit andererseits liegt hier auf der Hand. Bei Lärm sind allerdings auch die Sorgen um eine mögliche Erhöhung der Unfallgefahren gerade wegen der Geräuscharmheit der Elektrofahrzeuge zu berücksichtigen. Gegenwärtig handelt es sich naturgemäß aufgrund der geringen Zahl um wenig relevante Effekte. Eine genauere Analyse führt allerdings zu dem Ergebnis, dass auch bei einer ganz erheblichen Ausweitung der Anzahl bis 2020 und danach nur geringe Effekte zu erwarten sind. Dies schließt jedoch nicht aus, dass fallweise oder in speziellen örtlichen Situationen bei einem schnellen Übergang zu Elektrofahrzeugen auch in absehbarer Zeit signifikante Verbesserungen erzielt werden können.

Bei Lärm ergibt sich die Relativierung daraus, dass die Antriebs- und Auspuffgeräusche nur einen Teil der von Pkw verursachten Geräuschemissionen darstellen und dass die akustische Störwirkung des Straßenverkehrs vielfach durch den Schwerverkehr oder motorisierte Zweiräder sowie durch von Einzelfahrzeugen erzeugte Geräuschspitzen maßgeblich mitbestimmt wird. Ein vergleichsweise noch sehr wichtiges Lärmreduktionspotenzial lässt sich vermutlich bei Fahrzeugen im Lieferverkehr mit häufigen Stopp- und Anfahrvorgängen erschließen. Gleiches gilt für die verstärkte Elektrifizierung von Bussen, Nutzfahrzeugen und Zweirädern. Die Verkehrsgefährdung durch die Geräuscharmheit von Elektrofahrzeugen erscheint demgegenüber nach jetzigem Stand wenig bedeutend.

Bei den gasförmigen Schadstoffemissionen sind bei Kohlenmonoxid und bei Kohlenwasserstoffen die Emissionen der herkömmlichen Pkw bereits jetzt auf ein weitgehend unkritisches Niveau abgesunken, sodass bei der zu erwartenden Fortsetzung des Absenkungspfades bei herkömmlichen Fahrzeugen der absolute Entlastungsbeitrag durch Elektro-Pkw

wenig relevant erscheint. Bei Stickoxidemissionen wurden durch die Verschärfung der europäischen Abgasvorschriften in den letzten Jahren deutliche Minderungen erreicht. So haben nach Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA) die Stickoxidemissionen aus dem Straßenverkehr bis zum Jahr 2010 um rd. 60% gegenüber 1990 abgenommen. Gleichwohl ist die Immissionsituation an Belastungsschwerpunkten gegenwärtig und noch auf längere Zeit kritisch; der denkbare Entlastungsbeitrag durch Elektro-Pkw ist damit grundsätzlich erheblich, verringert sich aber im Vergleich zu den zu erwartenden Minderungen beim Übergang auf die Emissionsstufen EURO 5 sowie vor allem EURO 6/VI bei konventionell betriebenen Fahrzeugen.

Bei den Partikelemissionen ist ebenfalls im Zuge der zunehmenden Flotteneinbindung gering emittierender Pkw von einer Fortsetzung des laufenden Emissionsminderungstrends auszugehen und entsprechend von einer abnehmenden Relevanz der Substitution durch Elektrofahrzeuge.

##### ÖKOBILANZIELLE BETRACHTUNGEN

Hinsichtlich des im Zentrum der meisten Untersuchungen stehenden Treibhausgaspotenzials zeigt sich auch in der Lebenszyklusbetrachtung insbesondere beim Vergleich mit herkömmlich angetriebenen Fahrzeugen eine deutliche Abhängigkeit der Ergebnisse von der Bewertungsmethode für den eingesetzten Strom. Beim kumulierten Energiebedarf in der Prozesskette schlagen im Vergleich mit herkömmlich angetriebenen Fahrzeugen die Fahrzeug- und insbesondere die Batteriebereitstellung für die Elektrofahrzeuge negativ zu Buche. Allerdings sind hierbei auch die erheblichen Unsicherheiten in beide Richtungen zu benennen, die sich aus unzureichenden Erfahrungswerten mit der Dauerhaltbarkeit der Batterien und aus dem weiteren Entwicklungspotenzial der Elektrofahrzeuge ergeben.

Daneben wird die Frage möglicher kritischer Ressourcen für Elektromobilität, insbesondere mit Blick auf die Komponenten, die für die Herstellung von Batterien und Antriebsmotoren notwendig sind, hinsichtlich der Verfügbarkeit und Umweltauswirkungen diskutiert. Insbesondere bei Nickel und Lithium besteht hier für Deutschland und die EU eine fast vollständige Abhängigkeit von Importen und damit trotz einer grundsätzlich hinreichenden geologischen Verfügbarkeit die Gefahr möglicher Versorgungsengpässe. Hinsichtlich der langfristigen Perspektiven muss der gegenwärtig eingeschränkte Kenntnisstand allerdings noch deutlich vertieft werden.

Demgegenüber bei herkömmlich angetriebenen Fahrzeugen kritischer und damit begrenzender Pfad ist die Klimabelastung durch die Nutzung zugänglicher Energievorräte, denn die potenziellen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energiereserven und -ressourcen werden die klimaverträglichen Lasten deutlich übersteigen. Es ist anzunehmen, dass im Zeitverlauf die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Kraftstoffbereitstellungskette ansteigen. Bezüglich der Kraftstoffbereitstellung kann es auch hier zu Versorgungsengpässen kommen.

Als ein weiterer kritischer Pfad für die Umweltverträglichkeit kann der Flächenanspruch fließender und ruhender Verkehre insbesondere in hoch beanspruchten städtischen Räumen benannt werden. Allein durch eine Variation der Antriebskomponenten ergeben sich diesbezüglich keine Veränderungen. Doch gerade im Bereich effizienterer Mobilitätssysteme können Elektrofahrzeuge einen Beitrag leisten. In den Modellregionen werden diese vielfach im Einsatz in integrierten Mobilitätskonzepten untersucht. Angebote und Inhalte dieser Projekte sind beispielsweise Carsharing-Anwendungen oder die Verknüpfung der Elektromobilität mit dem öffentlichen Verkehr (z. B. im Sinne einer Ergänzungsmobilität).

## WEITERER FORSCHUNGS- UND UNTERSUCHUNGSBEDARF

### SACHEMPFEHLUNGEN

Aus der durchgeführten Umweltbegleitforschung im Rahmen des Förderschwerpunkts „Elektromobilität in Modellregionen“ können neben anderen insbesondere zwei zentrale Sachempfehlungen abgeleitet werden:

- **Stabilisierung des Übergangs auf eine erneuerbare Stromerzeugung:**  
Wie die Berechnungen im Rahmen der Begleitforschung zeigen, können Elektrofahrzeuge dann einen deutlichen Klimavorteil erreichen, wenn - wie von der Politik angestrebt - die Stromerzeugung der Zukunft in immer stärkeren Maße durch erneuerbare Energien geprägt sein wird. Für die durch Elektrofahrzeuge zukünftig erreichbare CO<sub>2</sub>-Entlastung im Straßenverkehr bei steigenden Zahlen an Elektrofahrzeugen wird langfristig die konsequente Veränderung der derzeitigen Stromerzeugungsstrukturen hin zu erneuerbaren Energiequellen von entscheidender Bedeutung sein.

- **Nutzung der Lärmreduktionspotenziale und akustische Markierung von Elektrofahrzeugen:**

Lärmreduktionspotenziale lassen sich vermutlich bei Fahrzeugen im Lieferverkehr mit häufigen Stopp- und Anfahrvorgängen erschließen. Gleiches gilt für die verstärkte Elektrifizierung von Bussen, weiteren Nutzfahrzeugen und Zweirädern.

Eine Verkehrsgefährdung durch die Geräuscharmheit von Elektrofahrzeugen erscheint demgegenüber nach jetzigem Stand wenig bedeutend. Aus den Ergebnissen einschlägiger Projekte im Rahmen des Förderschwerpunkts (AUE-mobility/Angelico-Acoustic-Consult und CognE-mobil/Universität Duisburg) kann die Empfehlung abgeleitet werden, potenzielle Risiken aus der geringen Geräuschemission von Elektrofahrzeugen durch eine ausdrückliche akustische Markierung der Fahrzeuge zu minimieren. Hierfür dürfte allerdings eine geringe Geräuschanhebung im unteren Frequenzband sowie lediglich im niedrigen Geschwindigkeitsbereich bis etwa 30 km/h ausreichen. Dies könnte insbesondere bereits in der (frühen) Einführungsphase von Elektrofahrzeugen von Bedeutung sein.

- **Fortsetzung der Forschung und Entwicklung bei Elektrofahrzeugen:**

Eine Fortsetzung der Forschung und Entwicklung bei Elektrofahrzeugen bietet auch aus Umweltsicht noch große Chancen. Hierbei sind insbesondere die Energieeffizienz, aber auch z. B. der Materialeinsatz und die Haltbarkeit der Batterien von großer Bedeutung. Da die Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge und eine überwiegend erneuerbare Strombereitstellung und damit ein substanzieller Klimaschutzbeitrag der Fahrzeuge nicht vor 2030 zu erwarten sind, wird zudem die Weiterentwicklung herkömmlicher Antriebe hinsichtlich Energieverbrauchsreduktion empfohlen. Diese werden noch über mehrere Jahrzehnte große Teile der Fahrzeugflotte in Deutschland ausmachen.

- **Kostenreduktion bei Elektrofahrzeugen:**

Generell bedeutsam für die Frage einer Marktfähigkeit ist naturgemäß auch die erforderliche Kostenreduktion, die insbesondere auch für einen breiten Einsatz in dem als besonders interessant einzuschätzenden Segment der leichten Nutzfahrzeuge (Utilities) von Bedeutung erscheint.

## FORSCHUNGSEMPFEHLUNGEN

Für die weitere Forschung können aus dem Kontext der Begleitforschung Umwelt insbesondere folgende Aufgabestellungen herausgehoben werden:

- **Weitere Vervollständigung des Kenntnisstandes hinsichtlich des Betriebs der Elektrofahrzeuge:**

Aufgrund des schrittweisen Zugangs der Fahrzeuge und der Daten über ihren Betrieb und der gegebenen Fahrzeugauswahl konnten im Rahmen der Begleitforschung einerseits hinsichtlich des Winterbetriebs und seiner Besonderheiten, andererseits für Plug-in-Hybridfahrzeuge (einschließlich Range Extender) keine empirischen Befunde aus dem breiten Praxiseinsatz in den Forschungsprojekten zugrunde gelegt werden. Eine entsprechende Verbreiterung des Kenntnisstands durch Ausweitung bzw. Fortsetzung der Datenaufnahme und -analyse im Realbetrieb wird empfohlen.

- **Vertiefung des Kenntnisstands hinsichtlich der ökosystemaren Wirkungen von Elektrofahrzeugen:**

Die im Rahmen der Untersuchung aufgenommenen ökobilanziellen Betrachtungen weisen teilweise noch erhebliche Lücken und Unsicherheiten auf. Dies ist aufgrund der beschränkten Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen und der raschen technologischen Weiterentwicklung in diesem Bereich auch nicht vollständig zu vermeiden. Jedenfalls aber sollte für eine bessere Fundierung der ökosystemaren Beurteilung der diesbezügliche Kenntnisstand deutlich weiterentwickelt werden.

- **Vertiefung des Kenntnisstands hinsichtlich der verkehrssystemaren Wirkungen und Einbindung in die diesbezüglichen Entwicklungsziele:**

Die bisher hierzu vorliegenden Erkenntnisse haben mehr hinweisenden Charakter und sollten verbreitert werden. Für die weitere Entwicklung ist die Frage einer optimalen Verknüpfung mit den aus Umweltsicht bedeutenden Zielen der Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung weiter zu erkunden. Insbesondere vertiefende Untersuchungen zu den Potenzialen und praktischen Voraussetzungen für einen verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen (auch Zweirädern) und Carsharing in Verbindung mit öffentlichem Verkehr (Multimodalität) können empfohlen werden und vertiefende Hinweise zu Gestaltung und Einsatzbedingungen von Elektrofahrzeugen liefern.

- **Weitere ergebnisoffene Erforschung der Fahrzeugeinbindung in eine insgesamt erneuerbar basierte Energiewirtschaft:**

Im größeren Kontext stellen Elektrofahrzeuge lediglich eines der potenziell relevanten Elemente im Übergang zu einer postfossilen Energiewirtschaft dar und sind in dementsprechende gesamtheitliche Ansätze einzubinden. Im Rahmen der diesbezüglich anzustellenden systemanalytischen Fragestellungen sind dabei die möglichen Systemdienstleistungen von Elektrofahrzeugen für den Ausbau fluktuierender erneuerbarer Energieträger durch die Nutzung der Stromspeicher an Bord ein zentraler Gegenstand. Einen anderen stellen die Überlegungen dar, im Rahmen einer Gesamtstrategie zur Speicherung fluktuierender erneuerbarer Energien eine chemische Energiespeicherung (z. B. in Form von Wasserstoff oder synthetischem Methan) direkt zum Fahrzeugantrieb zu nutzen.

## >> 06 PKW/TRANSPORTER: BEGLEITFORSCHUNG SICHERHEIT

### HINTERGRUND UND ZIELE

Von entscheidender Bedeutung für die Erfolge des Förder-schwerpunkts ist die Gewährleistung der Sicherheit der in den Modellregionen im Einsatz befindlichen Elektrofahrzeuge. Allerdings wurde diese Sicherheit von Elektrofahrzeugen im Realeinsatz, insbesondere die Sicherheit der Traktionsbatterien und damit auch Hochvoltkomponenten, zuvor im Vergleich zur Sicherheit konventioneller Fahrzeuge kaum untersucht.

Übergeordnete Herausforderung der Begleitforschung Sicherheit war somit die Untersuchung und Gewährleistung der Sicherheit und Funktionalität von Traktionsbatterien im Fahrzeugsystem. Das Ziel bestand darin, den Sicherheitsstandard der in den Fahrzeugen eingesetzten Batterien nachzuweisen und möglichen Optimierungsbedarf im Rahmen derzeitiger Sicherheitsbestimmungen zu ermitteln.

Der aktuelle Normierungsstand für die Sicherheit von Fahrzeugbatterien und Elektrofahrzeugen ist weltweit noch nicht vereinheitlicht. Allerdings ist es im Zuge von Einzel- und Kleinserienzulassungen derzeit möglich, ein Elektrofahrzeug mit einer entsprechenden Traktionsbatterie europaweit zuzulassen, ohne dass die Batterien und sonstige Komponenten für den elektrischen Antriebsstrang gesondert und detailliert geprüft werden müssen. Diese ergänzende Prüfung erfolgte daher im Rahmen des Förderprogramms anhand der Dokumentation der jeweiligen Fahrzeuge. Die entsprechenden Dokumentenprüfungen wurden in enger Abstimmung mit den Projektpartnern und den zuständigen Prüfunternehmen durchgeführt.

Zu diesem Zweck wurde ein entsprechendes Prüfkonzept Elektrofahrzeuge entwickelt. Unter Leitung des Forschungszentrums Batterie des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) und der EnergieAgentur.NRW wurde in Kooperation mit der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) aus den in den Bereichen Batteriesicherheit und Verfahrensprüfung tätigen Unternehmen sowie den Betreibern der Fahrzeuge eine Expertengruppe gebildet.

Dieser aus ca. 30 Teilnehmern bestehende Facharbeitskreis setzte sich mit den folgenden Zielsetzungen auseinander:

- 1. Sicherheitsprüfung:** Ermittlung der in den Projekten vollzogenen Sicherheitsprüfungen auf der Basis von Dokumenten und persönlichen Interviews mit den Akteuren der Einzelprojekte. Mit einer entsprechenden Checkliste zur Dokumentenprüfung wurde der Stand der Projekte ermittelt und zusammengefasst, um daraus mögliche Verbesserungspotenziale abzuleiten.
- 2. Monitoring:** Erfassung von Aus- und Störfällen in den Projekten (Felddatensammlung, Fehlerüberwachung). Auf Grundlage der gewonnenen Daten erfolgte die Abschätzung von Risiken und die Ableitung von Hinweisen zur Verbesserung der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Batteriesysteme.

Das Ergebnis der Untersuchungen waren anwendungsbezogene Empfehlungen zur Sicherheitserhöhung. Diese können auch auf internationaler Ebene zur Etablierung von zukünftigen Standards beitragen und dabei helfen, die Sicherheitsstandards für Batterien und Hochvoltkomponenten weiter zu erhöhen.

#### MEILENSTEINE DER BEGLEITFORSCHUNG

Das Querschnittsthema Sicherheit im Rahmen der Plattform Umwelt und Sicherheit kann in drei Projektphasen eingeteilt werden:

bis zum 31.08.2010 Konzeptionsphase

ab 01.03.2011 Datenerhebung in den Modellregionen

ab 01.06.2011 Ergebnisauswertung

## KONZEPTIONSPHASE

Gegenstand der Konzeptionsphase waren zwei Teilbereiche: zum einen die Sicherheitsdokumentation der in den Modellregionen eingesetzten Fahrzeuge und zum anderen die Erfassung von Störfällen im Betrieb. Im ersten Schritt wurde von der NOW GmbH eine Expertenarbeitsgruppe zum Thema Fahrzeug- und Batteriesicherheit aufgebaut, bestehend aus

- der Cetecom ICT Services GmbH,
- der SGS Société Générale de Surveillance Holding (Deutschland) GmbH,
- der TÜV Nord Mobilität GmbH & Co KG,
- der FUEL CELL and BATTERY CONSULTING - FCBAT Ulm und
- der EnergieAgentur.NRW.

Diese Expertengruppe erfasste den Stand der Fahrzeugtechnik und bewertete ihn hinsichtlich des Grades der Sicherheit. In mehreren Workshops (vgl. Tabelle) wurden mittels Risikoanalyse Hinweise für ein verbessertes Sicherheitskonzept erarbeitet.

WORKSHOPS
Dez. 2009 Workshop 1: Expertenteam (Konzeptphase) Fahrzeugsicherheit
21.2.2010 Workshop 2: Expertenteam (Konzeptphase) Fahrzeugsicherheit
31.3.2010 Fahrzeug-Workshop: Umwelt + Sicherheit
9.7.2010 Workshop BMVBS & Bundesanstalt für Straßenwesen
Juli 2010 Präsentation des Konzepts: AG 7 - Rahmenbedingungen der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE)
2.2.2011 Plattformsitzung
10.5.2011 Plattformsitzung (Sicherheit)
31.8.2011 Plattformsitzung (Umwelt)

Zur Erfassung des technischen Stands wurden innerhalb der Sicherheitsdokumentation die Dokumente relevanter Komponenten, der Energiespeicher und des Gesamtfahrzeugs geprüft. Dies erfolgte über eine Abfrage der durchgeführten Sicherheitsmaßnahmen bei den im Förderschwerpunkt eingesetzten Fahrzeugen.

Die notwendigen Prüfschritte wurden zunächst anhand einer Risikoanalyse für Elektrofahrzeuge ermittelt. Die entsprechenden Prüfbereiche waren

- Funktionale Sicherheit<sup>1</sup>,
- Batteriesicherheit,
- EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit),
- Elektrische Sicherheit und
- Fahrzeugsicherheit (Konstruktive Sicherheit)<sup>2</sup>.

Der Prozess der Sicherheitsuntersuchung (siehe Abbildung 1) wurde innerhalb der Expertengruppe entwickelt, den beteiligten Fahrzeugherstellern und -umr stern vorgestellt und über entsprechende Testläufe in den Modellregionen auf seine Durchführbarkeit hin untersucht. Entsprechende Unterlagen zur Prüfung wurden entweder der Expertengruppe zur Verfügung gestellt oder vom Probanden direkt anhand der Checkliste bearbeitet. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden an die Hersteller und Umr ster zurückgespielt und flossen anonymisiert in den Ergebnisbericht ein. Diese Fehlerdokumentation diente als Grundlage für bilaterale Gespräche mit dem Fahrzeughersteller bzw. -umrüster zur Identifizierung von Verbesserungspotenzialen und zur Übermittlung von Handlungsempfehlungen.

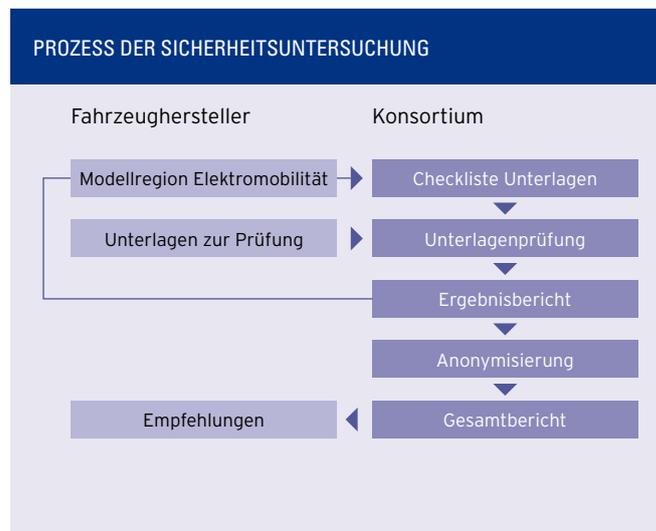


ABBILDUNG 1

In einem weiteren Schritt wurden Daten von Aus- und Störfällen von Elektrofahrzeugen in den Modellregionen abgefragt.

<sup>1</sup> Dieser Prüfschritt wurde am Rande in die Sicherheitsuntersuchung mit einbezogen. Er war kein Untersuchungsschwerpunkt, sondern diente der Komplettierung des Sicherheitsstatus.  
<sup>2</sup> Siehe Fußnote 1

Ziel war die Dokumentation der aktuellen Sicherheitssituation in den Regionen, ebenfalls zur Minimierung von Risiken und zur Ermittlung von Verbesserungspotenzialen.

Die Störfälle wurden zeitnah während des Feldbetriebs erfasst und gesammelt. Ähnlich der zuvor skizzierten Sicherheitsdokumentation wurden diese durch Befragungen vor Ort bzw. durch Fragebögen aufgenommen (siehe Abbildung 2). Die Ergebnisse wurden ebenfalls anonymisiert.

Um den unterschiedlichen Auswirkungen von Aus- und Störfällen Rechnung zu tragen, wurden diese wie folgt nach Schwere des Störfalls kategorisiert:

1. Weiterbetrieb möglich, kein Service-Fall
2. Weiterbetrieb möglich, Service-Fall
3. Kein Betrieb mehr möglich, keine Gefährdung
4. Gefährdung
5. Rettungseinsatz notwendig

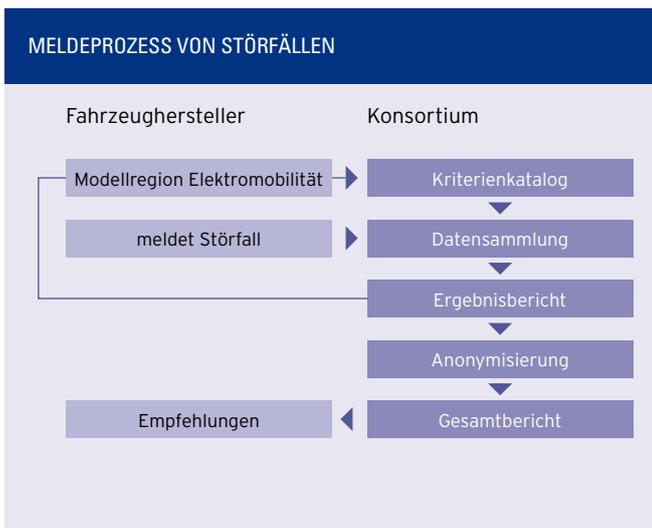


ABBILDUNG 2

Um die in diesem Vorhaben erarbeiteten Prüfschritte und Empfehlungen in die Praxis zu überführen und einem Expertengremium zur Verfügung zu stellen, wurden folgende Schritte unternommen:

1. Die Ergebnisse des Projekts wurden von den beteiligten technischen Diensten in die Diskussionen des Verbands der technischen Überwachungsvereine (VdTÜV) eingebracht und sollen in die sogenannten VdTÜV-Merkblätter aufgenommen werden. Die Erkenntnisse des Projekts können somit als Praxisempfehlungen für die Technischen Prüfstellen und Dienste herangezogen werden.

2. Einbringen der Ergebnisse bzw. des Sicherheitskonzepts in die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE), AG4 - Normung, Standardisierung und Zertifizierung (Diskussion und Abstimmung mit den Herstellern im Juli 2010). Die Empfehlungen der Expertengruppe werden in die Projektvorhaben zur Batteriesicherheit der AG 2 beim Thema Batteriesicherheit einfließen.
3. Testläufe innerhalb der Modellregionen an ausgewählten Einzelbeispielen in Zusammenarbeit mit der jeweiligen Zulassungsstelle.
4. Workshops für Nutzer und Anwender (technische Dienste, Hersteller, Umrüster von Elektrofahrzeugen, Sicherheits- und Rettungsbehörden).
5. Internationalisierung am Beispiel China (Zusammenarbeit der Modellregion Rhein-Ruhr mit der Pilotstadt Wuhan): Hier erfolgt ein Vergleich der bestehenden Konzepte zum Thema Batteriesicherheit.

## DATENERHEBUNG

### SICHERHEITSDOKUMENTATION:

Bei der Datenerfassung wurden sicherheitsrelevante Daten des Fahrzeugs, des Motors sowie der Antriebsbatterie erfasst.

Anhand dieser Daten wurde der Umfang der durchgeführten Sicherheitsmaßnahmen des Herstellers und des jeweiligen Fahrzeugs erfasst. Die Durchführung der gängigen Sicherheitsmaßnahmen wurde dabei vorausgesetzt. Die Checkliste bezieht sich daher auf darüber hinausgehende Maßnahmen. Die Checkliste kann in folgende Bereiche unterteilt werden:

**Elektrische Sicherheit** anhand ECE-R 100: ECE-R 100 ist eine internationale Richtlinie zur Überprüfung und Zulassung von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen, die u. a. Aussagen über die elektrische Sicherheit zulässt.

**Funktionale Sicherheit:** Zum Thema Funktionale Sicherheit wurde u. a. hinsichtlich der Durchführung einer Gefährdungsanalyse und Risikobeurteilung geprüft. Das Verfahren ist Bestandteil der FMEA (Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse) und gerade für den Entwicklungsprozess von sicherheitsrelevanter Software oder elektronischen Komponenten von Bedeutung.

**Konstruktive Sicherheit:** Beim Thema Konstruktive Sicherheit wurden Crashtests und mögliche weitere Prüfungen zur Beurteilung herangezogen.

**Batteriesicherheit:** Die Tests und Prüfungen zur Batteriesicherheit waren Schwerpunkt der Bestandsaufnahme. Es wurden vier Kategorien mit entsprechenden Unterkategorien abgefragt. Exemplarisch ist der sogenannte UN-Transporttest abgebildet: Lithium-Batterien müssen die UN-Transportanforderungen einhalten. Neben Performance-Parametern wie Kapazität, Selbstentladung und Lebensdauer werden Umweltaforderungen (z. B. die Europäische Norm EN 16750), Sicherheit und Verhalten bei Unfall und Missbrauch (z. B. US FreedomCAR) geprüft.

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):** Ein weiterer Schwerpunkt des Dokumentenchecks war die Überprüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Exemplarisch wurde hier die Frage nach der Erfüllung der internationalen Anforderung ECE-R10 (Funkentstörung) gestellt. Gerade bei batterieelektrischen Fahrzeugen mit hohen Spannungen und Strömen ist die Überprüfung der Funkentstörung von großer Bedeutung.

**Monitoring:** Als letzte Säule der Sicherheitsdokumentation wurden anhand eines Fragenkatalogs die Aus- und Störfälle beim Betrieb der Elektrofahrzeuge in den Modellregionen erfasst (siehe [Abbildung 3](#)).

Um eine möglichst breite Datenbasis zu generieren, wurde eine Auswahl repräsentativer Fahrzeuge (Hersteller- und Umrüstfahrzeuge) in den Modellregionen getroffen. Letztendlich wurden 19 Hersteller bzw. Betreiber von Fahrzeugen in die Betrachtung integriert (siehe [Abbildung 4](#)). Die Auswahl folgte dem Anspruch, Fahrzeuge aller Modellregionen zu integrieren, und umfasste zehn Hersteller und sieben Umrüstfahrzeuge.

Unter den Hersteller-Fahrzeugen waren einerseits spezielle Versuchsträger und andererseits Fahrzeuge, für die ein baldiger Serienstart geplant ist. Zwei der zehn Hersteller-Fahrzeuge sind frei am Markt verfügbar (Think, Smart EV). Die Auswahl und der Programmablauf erfolgten in enger Abstimmung mit den Herstellern, Umrüstern und Betreibern der Fahrzeuge.

Mit Stand Oktober 2011 beteiligten sich zehn Hersteller an der Sicherheitsuntersuchung. Bei zehn weiteren Herstellern stehen die Daten- und Dokumentenlieferungen noch aus oder diese beteiligen sich aus Gründen des Zeitaufwands und der Datenfreigabe nicht an der Untersuchung.

## ERGEBNISAUSWERTUNG

**Sicherheitsuntersuchung:** Grundsätzlich führten alle Fahrzeughersteller, die in der Untersuchung erfasst wurden, eine Sicherheitsdokumentation durch und erfüllen die notwendigen Sicherheitsvorschriften. Einige Hersteller haben darüber hinaus aufwendigere Prüfverfahren durchgeführt. Überprüfungen wie z. B. Crashtests, EMV-Tests oder Prüfungen zur funktionalen Sicherheit gehören bei ihnen in der Regel zu den Standardprüfungen, obwohl einige dieser Tests aufgrund der geringen Anzahl in den Verkehr gebrachter Fahrzeuge nicht oder noch nicht zwingend notwendig sind. Diese Prüfungen gehen einher mit den erhöhten Ansprüchen an die Sicherheits- und Qualitätsstandards, um potenzielle Gefahrenquellen frühzeitig zu erkennen.

Im Folgenden sind Auszüge aus den ersten Ergebnissen der Dokumentencheckliste aufgeführt.

**Zulassung und elektrische Sicherheit:** Innerhalb der zehn eingereichten ausgefüllten Dokumentenchecklisten haben acht Hersteller die Anforderungen der ECE-R 100 überprüfen lassen und erfüllt.

**Funktionale Sicherheit:** Acht der Hersteller haben u. a. eine Gefährdungsanalyse und Risikobeurteilung durchgeführt

**Konstruktive Sicherheit:** Sieben der zehn Hersteller haben das Basisfahrzeug bzw. das batterieelektrische Fahrzeug einem Crashtest unterzogen.

**Batteriesicherheit:** Sechs der zehn Hersteller haben den Batteriesicherheitstest durchführen lassen. Allerdings wurden bei zwei der Fahrzeuge, für die dieser Test nicht gemacht wurde, andere Batterieprüfungen durchgeführt, die ähnliche bzw. noch strengere Anforderungen aufweisen und international anerkannt sind. Somit sind bei lediglich einem Fahrzeug kein Batterietest durchgeführt bzw. die Nachweise nicht erbracht worden.

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):** Die Prüfung zur EMV haben neun der zehn Hersteller durchgeführt.

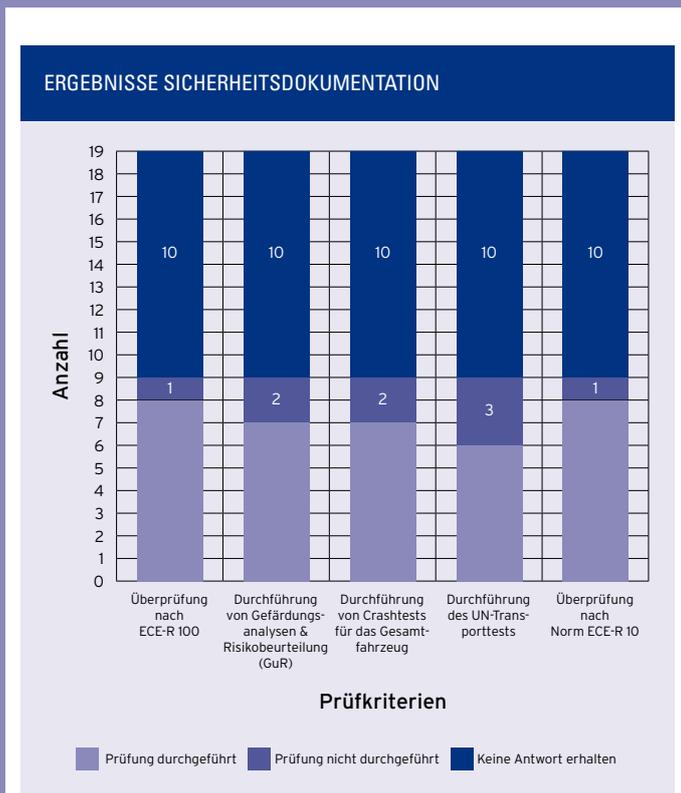


ABBILDUNG 3

**Monitoring-Ergebnisse:** Diese zeigten relativ schnell, dass es so gut wie keine Fehler gab, bei denen der Defekt oder Mangel so gravierend war, dass das Fahrzeug stillgelegt werden musste oder sogar eine potenzielle Gefahr für den Nutzer bestand (siehe Abbildung 5). Ferner zeigte sich, dass viele Fehler nutzerbedingt oder rein mechanisch-technischer Natur waren. Typi-

sche Anwenderfehler sind z. B. Fehler beim Starten des Fahrzeugs, die u. a. auf die häufig wechselnden Nutzer und auf unzureichende Einweisungen zurückzuführen sind. Diese können bei Elektrofahrzeugen problematisch sein.

Es ist jedoch anzumerken, dass aufgrund der geringen Datenbasis keine verallgemeinernden Aussagen über die generelle Sicherheit von Elektrofahrzeugen getroffen werden können. Es können nur Aussagen über die Sicherheit des jeweiligen Fahrzeugs bzw. Fahrzeugtyps in der speziellen Anwendung in der Fahrzeugflotte des Betreibers getroffen werden. Für zukünftige Programme sollte aber jedes Fahrzeug entsprechend untersucht werden.

**Monitoring-Ergebnisse im Detail:** Mit Stand Oktober 2011 waren insgesamt 352 Aus- bzw. Störfälle (bei zehn unterschiedlichen Fahrzeugtypen) übermittelt worden. Die folgende Abbildung zeigt deutlich, dass es keinen Fall gab, in dem eine akute Gefährdung von Personen bestand. Schwerwiegendste Fälle entsprachen maximal der Kategorie 3 (kein Weiterbetrieb möglich, keine Gefährdung).

### FAHRZEUGAUSWAHL IN DEN MODELLREGIONEN

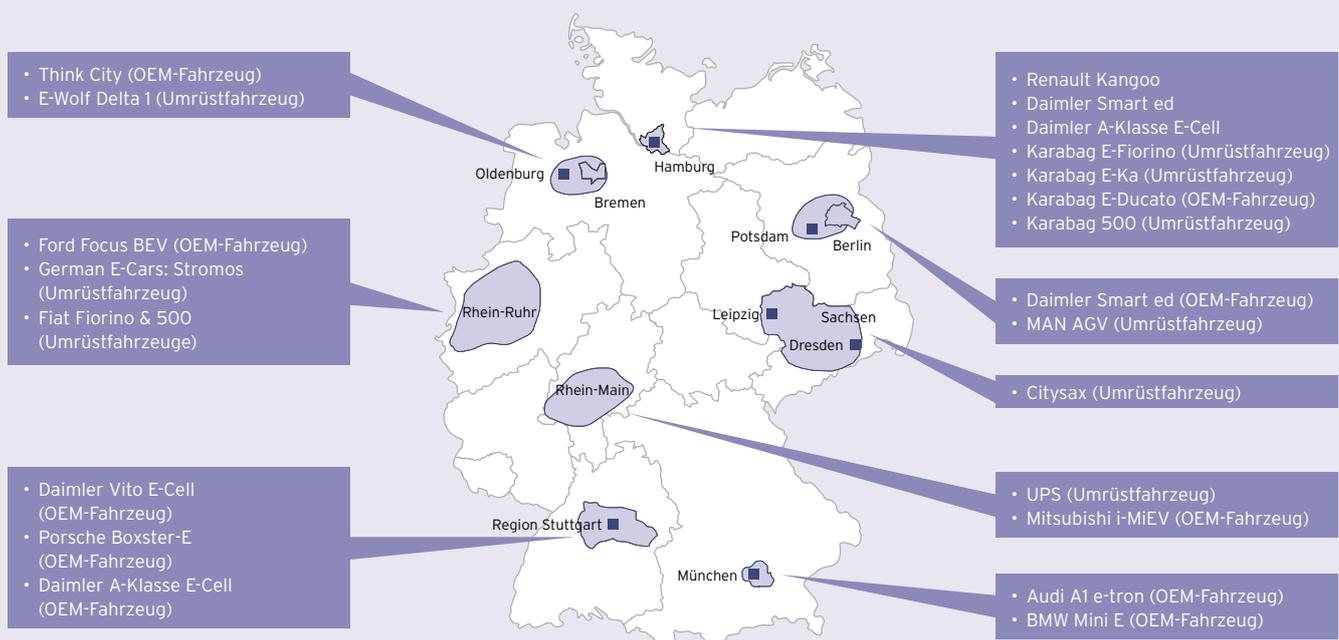


ABBILDUNG 4

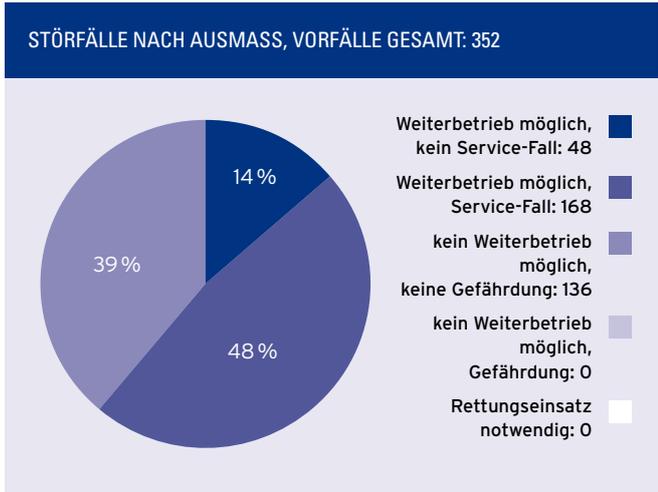


ABBILDUNG 5

Zusätzlich wurde der Betriebszustand zum Zeitpunkt des Störfalls bewertet. Von den Störfällen, die während der Fahrt auftraten, war keiner so gravierend, dass das Fahrzeug abrupt stehen blieb und somit zur potenziellen Gefahrenquelle geworden wäre. Immer war mindestens die Fahrt bis zu einer Haltebucht, einem Park- oder Rastplatz oder Ähnlichem möglich. Mehr als ein Drittel der Fehler trat beim Laden oder vor Fahrtantritt auf. Zu diesen Fehlern gehörten unter anderem Anwenderfehler wie nicht korrekt angeschlossene Ladestecker und auch technische Probleme mit der Ladetechnik.

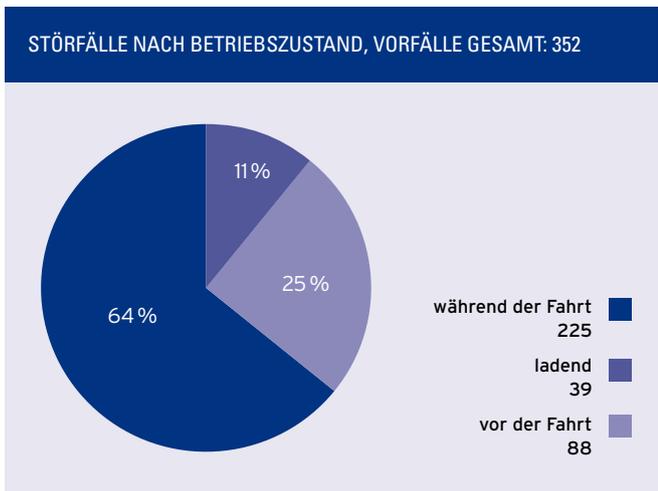


ABBILDUNG 6

Die Fehlerursachen waren in über 90 % der Fälle technischer Natur. Ein Großteil der Störfälle waren aber Fehler, die bei der Einführung von neuen Technologien zu erwarten sind, z. B. mangelnde Spannungstrennung oder Probleme beim Batteriecontroller. Diese Probleme wurden von den betroffenen Herstellern erkannt und teilweise bereits während der Projektlaufzeit behoben.

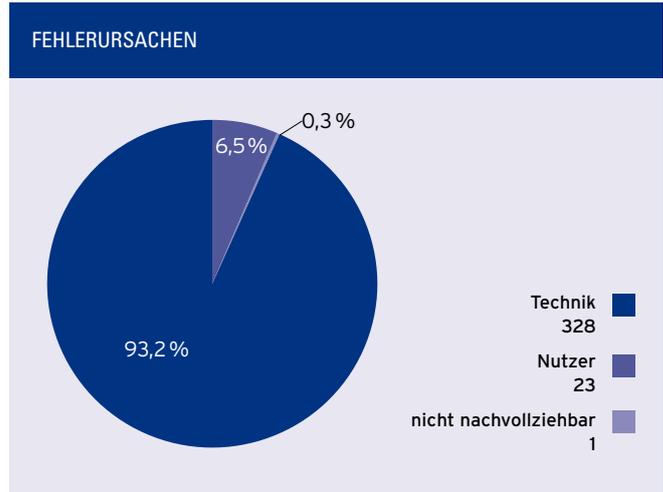


ABBILDUNG 7

Bei weiteren Fehlern handelte es sich um Softwarefehler, die z. B. das hochkomplexe Batteriemanagementsystem (BMS) betrafen. Ungefähr 30 % - also ca. 100 Fehler- bzw. Störfälle - waren reine technisch-mechanische Fehler, die nicht elektrofahrzeugspezifisch waren.

**FAZIT UND EMPFEHLUNGEN**

**Sicherheitsuntersuchung:** Bei den Untersuchungen wurden keine neuen Normen oder Standards definiert. Es sind vielmehr die Prüfbereiche einbezogen worden, die heute bei in den Verkehr gebrachten Elektrofahrzeugen noch nicht zwingend vorgeschrieben sind, z. B. Crashtests, EMV-Tests und Prüfungen zur funktionalen Sicherheit. Einen Großteil dieser Prüfungen führten die Hersteller selbst durch. Es kann davon ausgegangen werden, dass die richtigen Prüfbereiche angesprochen werden. In einem Folgeprogramm sollten mit den Herstellern, Umrüstern und jeweiligen technischen Diensten die Einzelheiten des Prüfkatalogs besprochen werden, um ein gleiches Verständnis aufzubauen. Die Prüfschritte sollten vereinheitlicht und besser strukturiert werden.

**Monitoring:** In diesem Bereich kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die in der Untersuchung erfassten und damit in den Modellregionen im Einsatz befindlichen Fahrzeuge einem hohen technischen Standard entsprechen. Gefahren für Personen gingen von diesen Fahrzeugen zu keinem Zeitpunkt aus. Ein Großteil der Störfälle waren Fehler, die man bei der Einführung von neuen Technologien oft beobachtet. Diese sind trotz der mitunter kurzen Laufzeit der Projekte von den Herstellern bereits erkannt und teilweise behoben worden. Es ist davon auszugehen, dass sich die erkannten Störfälle und deren Häufigkeiten bei längeren Betrachtungszeiträumen reduzieren. Eine Ausweitung des Untersuchungszeitraums wird daher empfohlen.

## WEITERER FORSCHUNGS- UND UNTERSUCHUNGSBEDARF

Die Bundesregierung hat als Ziel formuliert, dass im Jahr 2020 mindestens eine Million und im Jahr 2030 sechs Millionen Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen unterwegs sein sollen. Vor dem Hintergrund dieser Zahlen und des sich erweiternden Fahrzeugangebots wird das ohnehin wichtige Thema Sicherheit weiter an Bedeutung gewinnen. In künftigen Programmen sollten Sicherheitsaspekte daher präventiv untersucht und ausgewertet werden. Die Ausweitung auf andere Programme wird empfohlen, auch auf internationaler Ebene.

**Überarbeitung und Optimierung:** Dabei sollten die Präventivmaßnahmen vorrangig die Einhaltung gesetzlicher Zulassungsvorschriften untersuchen. Die Vorarbeiten im Rahmen der Begleitforschung zum Thema Sicherheit bieten eine gute Ausgangsbasis dafür. Eine Überarbeitung und Optimierung gemeinsam mit den beteiligten Akteuren ist anzustreben. Darüber hinaus sind Konzepte zur Identifikation von Schwachstellen notwendig.

**Laufzeitabhängige Untersuchung:** Ferner wird empfohlen, sicherheitsrelevante Bauteile, vor allem die Batterie, künftig in einer Art Hauptuntersuchung (HU) laufzeitabhängig zu überprüfen. Konkrete Empfehlungen und Festlegungen dazu sollten von einem Expertenkreis ausgearbeitet werden.

**Fortführung und Optimierung von Monitoring und Ausbau der Datenbasis:** Im Bereich der Auswertung sollte das etablierte Monitoring der Aus- und Störfälle in jedem Fall kontinuierlich weiterbetrieben und gemeinsam mit allen Beteiligten optimiert werden. Eine Ausweitung auf andere Programme wird empfohlen. Auf diese Art und Weise kann der Nachweis der Sicherheit anhand von Realdaten aus dem Betrieb der Fahrzeuge erfolgen. Eine detaillierte Auswertung der vorliegenden und zukünftigen Ergebnisse wird empfohlen.

**Erhöhung der Verbindlichkeit der Teilnahme:** Der Erfolg derartiger Untersuchungen hängt maßgeblich von der Mitarbeit der beteiligten Partner ab. Es wird empfohlen, die Verbindlichkeit zur Mitarbeit bei den relevanten Partnern über förderpolitische Maßnahmen zu erhöhen.

**Detailbetrachtung des Lebenszyklus und übergreifender Austausch:** Im Lebenszyklus von Fahrzeug und Batterie spielen neben der Nutzung die Phasen Produktion, Lagerung, Transport und Verwertung eine Rolle. Für die Batterie sind in den verschiedenen Phasen häufig dieselben Sicherheitsaspekte zu berücksichtigen. Zwischen den Experten der unterschiedlichen Lebenszyklusphasen sollte deshalb ein Austausch stattfinden.

**Austausch zwischen Sicherheitsexperten, Fahrzeugherstellern und Umrüstern:** Die von der Expertengruppe abgefragten Prüfungen sollten kurzfristig mit den Experten der Fahrzeughersteller und den Umrüstern zu einem Katalog zusammengestellt werden, sodass ein gemeinsames Verständnis zum Thema erzielt wird und die Fahrzeuge in den Prüfstellen nach einheitlicher Vorgehensweise beurteilt werden können.



# >> PROJEKTE

>> **01** HAMBURG 96

>> **02** BREMEN/OLDENBURG 106

>> **03** BERLIN/POTSDAM 128

>> **04** RHEIN-RUHR 140

>> **05** SACHSEN 160

>> **06** RHEIN-MAIN 168

>> **07** REGION STUTTGART 198

>> **08** MÜNCHEN 218

# >> 01 MODELLREGION HAMBURG

## >> KURZDARSTELLUNG

### Projektleitstelle

hySOLUTIONS GmbH

### Laufzeit

1.8.2009 - 30.9.2011

### Aufgaben & Projektziele

- Entwicklung und Umsetzung regionaler Strategien zur Marktvorbereitung und -einführung von Elektromobilität
- Initiierung und Koordinierung von Projekten zur Erprobung von Fahrzeugen
- Aufbau von Ladeinfrastruktur sowie Umsetzung verkehrsträgerübergreifender Mobilitätskonzepte

## >> MEILENSTEINE

Erfolgreiche Unterstützung bei der Durchführung laufender Projekte in der Modellregion

Bewertung der abgeschlossenen Projekte hinsichtlich der erzielten Ergebnisse, Identifikation von zukünftig notwendigen Maßnahmen, Fortschreibung der Umsetzungsstrategie

Umsetzung von Kommunikationsmaßnahmen (zwei große Pressekonferenzen mit Fahrzeugpräsentation, Launch der Website, Anwendertreffen)

Initiierung und Konkretisierung von Folgeprojekten zur Verankerung des Themas Elektromobilität in der Modellregion nach KoPa II

## ERGEBNISSE

Die Regionale Projektleitstelle unterstützte die Projekte in der Modellregion bei der Koordination des Aufbaus von Infrastruktur und des Betriebs von Fahrzeugen. Dazu gehörte auch die Hilfe beim Aufbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur, z. B. durch Gespräche mit Behörden und Bezirken. In ihrer übergeordneten Funktion konnte dabei die Einbindung aller Aktivitäten in eine übergeordnete Strategie sichergestellt werden, die auf die Verankerung des Themas Elektromobilität in der Region abzielt.

Dazu engagierte sich die Projektleitstelle auch bei der Perspektivenentwicklung für die Modellregion nach dem Konjunkturpaket II. So führte sie Sondierungen hinsichtlich der Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen bei den OEMs durch und befragte potenzielle Nutzer zur Möglichkeit des Einsatzes von Elektrofahrzeugen, beides Grundvoraussetzungen für den prognostizierten Markthochlauf von Elektrofahrzeugen.

Begleitend nahm die Projektleitstelle die Funktion als Schnittstelle zu Zuwendungsgeber und Ministerium wahr und zeichnete für die übergeordnete Öffentlichkeitsarbeit der Modellregion verantwortlich. Dabei standen die einheitliche Darstellung aller Aktivitäten sowie eine zielgruppengerechte Ansprache im Vordergrund, also z. B. der Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft ebenso wie der Endverbraucher.

Auf Bundesebene übernahm die Regionale Projektleitstelle Hamburg die Leitung des deutschlandweiten Benchmarking von Bussen und engagierte sich in den weiteren fünf Nationalen Plattformen. Unter anderem steuerte sie ihre Expertise bei der Erarbeitung von Rahmenbedingungen im Ordnungsrecht und der Infrastruktur bei, beispielsweise in der Diskussion um strassenverkehrsrechtliche Aspekte. Ebenso stellte sie mit dem in Hamburg entwickelten Modell des diskriminierungsfreien Zugangs aller Stromvertriebe zur öffentlichen Ladeinfrastruktur und der verpflichtenden Verwendung von grünem Strom einen ausgearbeiteten, replizierbaren Ansatz für alle Regionen und Kommunen in Deutschland zur Verfügung.



In der Nationalen Plattform Sozialwissenschaften brachte die Projektleitstelle die in Hamburg gemachten Erfahrungen beim Fahrzeugeinsatz in gewerblichen Flotten ein. In der Nationalen Plattform Umwelt und Sicherheit wurden Ergebnisse und Lösungsansätze zur Kompatibilität und Sicherheit der Ladeinfrastruktur vorgestellt, Daten aus dem Betrieb sowohl der Fahrzeuge als auch der öffentlichen und privaten Ladeinfrastruktur geliefert sowie die Diskussion um den eingesetzten Strommix (Grünstromkriterien) aktiv begleitet.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 23.11. Fahrzeugübergabe der ersten Elektro-Smarts an Hamburger Unternehmen und Behörden

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 11.5. Einweihung der ersten Hamburger Carsharing-Station mit Elektroautos am Hamburger Hauptbahnhof als Teil der E-Flinkster-Flotte der Deutschen Bahn
- 4.5. Übergabe von 20 Elektro-Fiorino und 15 Elektro-Kangoo an Hamburger Unternehmen am Hamburger Hafen

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Regionale Projektleitstelle plant derzeit Projekte und Maßnahmen, mit denen die bisherige Arbeit im Bereich Elektromobilität erfolgreich fortgesetzt und ausgebaut werden kann. Dies umfasst den Einsatz einer höheren Stückzahl vor allem größerer Fahrzeuge, um den Anforderungen von Handel und Gewerbe noch besser gerecht zu werden. Gerade kleine und mittelständische Unternehmen kommen künftig vermehrt als Fahrzeugnutzer in Betracht. Dadurch wird auch die Datenbasis bei der begleitenden Evaluierung vergrößert. Das eigens eingerichtete „Anwenderforum“, ein Netzwerk von Fuhrparkleitern und Unternehmensvertretern, dient dabei als Plattform zum Austausch mit und zwischen den Nutzern von Elektrofahrzeugen.

DIE REGIONALE PROJEKLEITSTELLE INITIIERT UND KOORDINIERT DIE AKTIVITÄTEN IN DER MODELLREGION.



## >> 01/01 ERPROBUNG VON FÜNF SERIELLEN DIESELHYBRIDBUSSEN BEI DER HOCHBAHN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Hamburger Hochbahn AG

#### Laufzeit

1.11.2009 - 30.6.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Evaluierung der Praxistauglichkeit im Linienverkehr
- Ermittlung weiterer technischer Optimierungspotenziale

#### Fahrzeuge

- 5 serielle Dieselhybridbusse MB Citaro G BlueTec Hybrid, Gelenkbusversion (18m)
- Die Busse werden auf verdichteten Linien in der Innenstadt mit einem hohen Anteil von Starts und Stopps eingesetzt.
- Im Rahmen des Projekts werden umfangreiche Aus- und Fortbildungsmaßnahmen für Mitarbeiter in der Technik und im Fahrdienst durchgeführt.
- Für die technische Betreuung wird eine auf dem Betriebshof der HOCHBAHN in Hamburg-Hummelsbüttel gelegene neue Werkstatt genutzt, die ursprünglich nur für Brennstoffzellenhybridbusse vorgesehen war.
- In der Werkstatthalle können auch die aufgrund der Position relevanter Komponenten auf dem Fahrzeugdach erforderlichen neuen Wartungs- und Instandhaltungskonzepte unter den Aspekten der Ergonomie und der Sicherheit (Hochspannung) erprobt werden.

### >> MEILENSTEINE

- AP 1: Betrieb
- AP 2: Technische Betreuung
- AP 3: Öffentlichkeitsarbeit
- AP 4: Projektmanagement & Dokumentation

**März 2010:** Inbetriebnahme der ersten zwei Dieselhybridbusse

**April 2010:** Inbetriebnahme der übrigen drei Fahrzeuge

Die fünf Busse haben bis zum Ende des Projektzeitraums eine Fahrleistung von etwa 100.000 Kilometern erbracht.

### ERGEBNISSE

Die Erprobung der fünf seriellen Dieselhybridbusse im Rahmen der Aktivitäten der Modellregion Elektromobilität Hamburg kann insgesamt als Erfolg bewertet werden. Die gewonnenen Erkenntnisse über die Leistungsfähigkeit einzelner Fahrzeugkomponenten und ihr Zusammenwirken im Gesamtsystem können unmittelbar für die technische Weiterentwicklung der Fahrzeuge genutzt werden. Dies ist z. B. im Fall mehrerer im Jahr 2011 in Betrieb genommener Busse bereits geschehen, an denen unter anderem Optimierungen im Bereich der Steuerung (Wechselrichter usw.) und bei der Systemintegration der Nebenaggregate in das Energiemanagement vorgenommen wurden. So konnten bereits die Busse des Auslieferungsjahrgangs 2011 eine höhere durchschnittliche Laufleistung (zurzeit etwa 4.000 Kilometer im Monat) erzielen als die ersten beiden im Jahre 2009 in Betrieb genommenen Busse. Ihre tägliche Einsatzbereitschaft liegt mit Spitzenwerten von bis zu 90 Prozent ebenfalls höher.

Busse mit seriellem Hybridantrieb wurden vor allem deswegen ausgewählt, weil das Einsatzprofil der HOCHBAHN durch kurze Haltestellenabstände und viele Starts und Stopps geprägt ist, bei denen diese Hybridantriebe ihre konzeptionellen Vorteile besser ausspielen können und so zu einer Senkung des Treibstoffverbrauchs beitragen. Zudem war eine der wesentlichen Anforderungen der rein elektrische Betrieb ohne relevante Geräuschemissionen möglichst über längere Strecken bis zu mehreren Kilometern. Die erwarteten Vorteile sind im Feldtest tatsächlich eingetreten: Zum Beispiel wurde seitens der Fahrgäste der geringere Geräuschpegel wahrgenommen, wie eine Befragung gezeigt hat. Die Verringerung des Dieserverbrauchs bleibt mit 7 bis 15 Prozent zurzeit allerdings noch hinter den Erwartungen zurück. Als Ergebnis der regelmäßigen gemeinsamen Schwachstellenanalysen von HOCHBAHN und Daimler Buses wird jedoch auch hier mittelfristig eine weitere Verbesserung erwartet.

Darüber hinaus war die Nutzung der Fahrzeuge unter Praxisbedingungen eine wesentliche Voraussetzung für die alltagsgerechte Definition geeigneter Wartungs- und Instandhaltungsstrategien, die den Ansprüchen an die Ergonomie und - angesichts der eingesetzten Hochspannungssysteme - an die Sicherheit erfüllen. Aufgrund der Erfahrungen aus der täglichen Arbeit in der Werkstatt wurde ein Katalog weiterer Maß-

nahmen zur fahrzeugseitigen Verbesserung der Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit erstellt.

Mehr als 70 Mitarbeiter des Fahrdienstes der HOCHBAHN wurden für den Umgang mit seriellen Hybridbussen im Liniendienst geschult. Im Bereich der Technik wurden zwölf Mitarbeiter zu „Elektrofachkräften für festgelegte Tätigkeiten an Hybridfahrzeugen“ ausgebildet. Mehr als 120 Mitarbeiter der Technikbereiche haben eine grundsätzliche Weiterbildung zur Hybridtechnologie erhalten. Außerdem wurden weitere Mitarbeiter der HOCHBAHN (Leitstelle usw.) sowie der Polizei und der Feuerwehr geschult.

Die Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern gestaltete sich über die gesamte Laufzeit sehr konstruktiv und ergebnisorientiert. Diese Tatsache wird nicht zuletzt durch die kontinuierliche technische Fahrzeugoptimierung und die dadurch ermöglichte Ausweitung des Einsatzprofils der neuen Fahrzeuge unterstrichen.



DER HYBRIDANTRIEB MACHT DEN BUS UMWELTFREUNDLICHER UND KOMFORTABLER FÜR FAHRGÄSTE.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die offizielle Übergabe der ersten Dieselhybridbusse erfolgte am 15.3.2010 vor dem Hamburger Rathaus im Beisein von Staatssekretär Ferlemann (BMVBS), Senator Gedaschko (Wirtschaftssenator Hamburg), Herrn Göpfarth (Daimler Buses) sowie dem Vorstandsvorsitzenden der HOCHBAHN, Herrn Elste, vor zahlreichen Gästen und Pressevertretern.

Um eine hohe Sichtbarkeit bei den Fahrgästen und allgemein im Straßenraum zu erreichen, besitzen die Dieselhybridbusse ein auffälliges Design, das auf ihre ökologischen Vorteile hinweist. In den Fahrzeugen werden den Fahrgästen auf Monitoren das Prinzip der Hybridtechnologie und die Energieflüsse während der Fahrt erläutert. Es wurde eine eigene Website ([www.busbus-hamburg.de](http://www.busbus-hamburg.de)) eingerichtet. Auf verschiedenen Veranstaltungen - auch im Rahmen der Aktivitäten für Hamburg als Europäische Umwelthauptstadt - wurde unter anderem mit Flyern und einer mobilen Messewand über das Projekt informiert. Fahrgastbefragungen ergaben eine hohe Zufriedenheit mit dem Dieselhybridbus. Als positiv wurden u.a. die geringe Geräuschentwicklung und der hohe Fahrkomfort genannt.

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Hinsichtlich der Erprobung neuer, nachhaltiger Bussysteme bleibt die HOCHBAHN aktiv und wird ihrer Vorreiterrolle in Bezug auf den Einsatz umwelt- und klimafreundlicher Technologien im Bereich des öffentlichen Nahverkehrs weiter gerecht. Im August 2011 wurden die ersten beiden von insgesamt sieben neuen Brennstoffzellenhybridbussen an die HOCHBAHN ausgeliefert.

Der Einsatz von Dieselhybridbussen wird in den nächsten Jahren weiter ausgebaut werden. Dabei sollen unter anderem auch besonders große (24 m Länge) Busse erprobt werden. Die Entscheidung über die Beschaffung weiterer Dieselhybridbusse auf der Basis der in diesem Feldversuch optimierten Technologie steht bislang noch aus. Grundsätzlich sieht die HOCHBAHN jedoch für das nächste Jahrzehnt einen wachsenden Einsatz von Hybridbussen, bis diese Technologie mittelfristig durch Brennstoffzellenbusse abgelöst wird.

# >> 01/02 HH=MORE – EINSATZ VON ELEKTRISCH ANGETRIEBENEN PKW UND AUFBAU VON LADEINFRASTRUKTUR IN DER MODELL-REGION HAMBURG

## >> KURZDARSTELLUNG

### Partner

- hySOLUTIONS GmbH (Konsortialführer)
- DB FuhrparkService GmbH
- Hamburg Energie GmbH
- Hamburger Hochbahn AG
- HVV Hamburger Verkehrsverbund GmbH
- Freie und Hansestadt Hamburg
- Vattenfall Europe Innovation GmbH
- Daimler AG

### Laufzeit

1.11.2009 – 30.9.2011

### Aufgaben & Projektziele

- Einsatz von Elektrofahrzeugen in gewerblichen Flotten
- Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur

### Fahrzeuge & Infrastruktur

#### Fahrzeuge

- 50 Smart Electric Drive
- 18 Daimler A-Klasse E-Cell

#### Nutzung der Fahrzeuge

- Die Nutzung der Fahrzeuge erfolgte in gewerblichen Fuhrparks für den Personen- oder Dokumententransport, z. B. im Kunden- und Wartungsdienst bei Energieversorgern und Immobilienmaklern.
- Mehrere Fahrzeuge wurden bei den Behörden der Stadt Hamburg eingesetzt, andere im Carsharing der Deutschen Bahn.

#### Infrastruktur

- 92 Ladepunkte auf öffentlichem Grund
- 8 Ladepunkte auf P&R-Plätzen
- 78 Ladepunkte auf Unternehmensgelände
- Alle Ladepunkte bestehen aus siebenpoligem Stecker (IEC 62196) und Schutzkontaktstecker.
- Der Zugang erfolgt für Nutzer mit der RFID-Karte ihres Stromlieferanten (diskriminierungsfreier Zugang), solange es sich um ein Grünstromprodukt handelt (Grünstromvorgabe).

## >> MEILENSTEINE

Ermittlung geeigneter Unternehmensfuhrparks und Übergabe der Fahrzeuge

Identifikation und Bewertung städtischer Ladestandorte

Einholen von bezirklichen Genehmigungen und Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur

Entwicklung und Umsetzung eines Modells für den diskriminierungsfreien Infrastrukturzugang mit verpflichtendem Grünstromeinsatz

Erste Versuche zum netzlastgesteuerten Laden

Multimodaler Einsatz von Fahrzeugen im Carsharing

## ERGEBNISSE

Der Einsatz von batteriebetriebenen Pkw sowie der Aufbau einer öffentlichen und privaten Ladeinfrastruktur verliefen nach Plan und können insgesamt als Erfolg bewertet werden. Unternehmen der Hamburger Wirtschaft wurden über die Handelskammer, die Handwerkskammer sowie weitere Branchenvertretungen zur Prüfung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen in ihren Fuhrparks angesprochen. Nutzern mit geeigneten Fuhrparkstrukturen und Einsatzprofilen wurden 68 Elektrofahrzeuge zur Erprobung im täglichen Betrieb bereitgestellt.

Auf den jeweiligen Unternehmensgeländen wurden Lademöglichkeiten installiert. Im öffentlichen Straßenraum wurden parallel dazu Standorte für Ladestationen identifiziert und beim jeweiligen Bezirk Baugenehmigungen beantragt. Da jede installierte Ladesäule über zwei unabhängige Anschlussmöglichkeiten verfügt, stehen in Hamburg nunmehr 92 Ladepunkte im öffentlichen Straßenraum sowie acht auf P&R-Plätzen zur Verfügung. Hinzu kommen die Lademöglichkeiten auf Unternehmensgeländen.

Um den diskriminierungsfreien Zugang zur Ladeinfrastruktur für dritte Stromvertriebe zu ermöglichen, wurde ein bundesweit einmaliges, rechtssicheres Vertragsmodell zur Durchleitung geschaffen, das zugleich die Nutzung von Grünstrom

sicherstellt. Die Herkunft des Stroms aus erneuerbaren Energien wurde im Projekt als verbindliches Kriterium festgelegt und mit der zuständigen städtischen Fachbehörde abgestimmt.

Um langfristig auch netzseitig die stärkere Nutzung von Grünstrom zu ermöglichen und Erzeugungsspitzen zu vermindern, wurden exemplarisch erste Versuche eines netzlastgesteuerten Ladens der Fahrzeuge auf Unternehmensgelände unternommen.

Über die Anbindung aller öffentlichen und privaten Ladepunkte an ein zentrales Computersystem war zum einen die lückenlose Überwachung der Ladeinfrastruktur im Hinblick auf Funktionsmängel möglich, zum anderen aber auch die Kontrolle der Verbrauchsstände und Ladezeitpunkte, um so einen zukünftigen Ausbau dieser innovativen Lademethode und ihr Potenzial zur Netzlastminderung zu untersuchen.

Neben dem Einsatz der Fahrzeuge in gewerblichen Fuhrparks wurden sechs E-Smart im Carsharing der Deutschen Bahn der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Durch den Verzicht auf die sonst übliche Anmeldegebühr und ein einmaliges Fahrtguthaben konnte in Zusammenarbeit mit dem Hamburger Verkehrsverbund ein attraktives Angebot zur persönlichen Mobilitätserweiterung durch Carsharing für Nutzer des öffentlichen Verkehrs entwickelt werden.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

- 23.11.2010:** Fahrzeugübergabe der ersten Elektro-Smarts an Hamburger Unternehmen und Behörden im Beisein des Ersten Bürgermeisters, der Umweltsenatorin, eines Vertreters des Bundesverkehrsministeriums sowie von Presse und Öffentlichkeit am Hamburger Rathaus
- 4.5.2011:** Teilnahme der Projektfahrzeuge an einem langen Konvoi durch die Hamburger Innenstadt anlässlich der Übergabe von Fahrzeugen für den Wirtschaftsverkehr
- 11.5.2011:** Einweihung der ersten Hamburger Carsharing-Station mit Elektroautos am Hamburger Hauptbahnhof als Teil der E-Flinkster-Flotte der Deutschen Bahn

## VERANSTALTUNG

- 31.8.2011:** Erstes Anwendertreffen, Netzwerk der Elektrofahrzeugnutzer in der Modellregion Hamburg



IM NOVEMBER 2010 WERDEN 50 ELEKTRO-SMART AN HAMBURGER UNTERNEHMEN ÜBERGEBEN.

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die bisherige Fahrzeugnutzung hat bei der Hamburger Wirtschaft großes Interesse am weiteren Einsatz von Elektrofahrzeugen geweckt. Zukünftige Projekte werden dieses anfängliche Interesse aufgreifen und die gemachten Erfahrungen mit der neuen Technologie vertiefen, um so die Elektromobilität in der Region fest zu verankern. Vor allem kleine und mittelständische Unternehmen werden in Zukunft noch stärker an die Vorteile und Nutzungsmöglichkeiten von Elektrofahrzeugen herangeführt werden, z. B. durch innovative Förderkonzepte und ansprechende vertragliche Ausgestaltungen bei der Bereitstellung von Fahrzeugen. Hamburgs Vorreiterrolle bei neuartigen Ladekonzepten wie dem netzlastabhängigen Laden oder induktiven Ladesystemen wird weiter ausgebaut und in Folgeprojekten in größerem Maßstab demonstriert werden. Auch Fragen des Ordnungsrechts, bei dem Hamburg auf Bundesebene die Diskussion mitgestaltet, sollen in der Folgeperiode aufgegriffen und umgesetzt werden. Ebenso wird der ausschließliche Einsatz von Grünstrom weiter Vorgabe bleiben.

## >> 01/03 HAMBURG PURE – PROJEKT ZUR UMSETZUNG REGIONALER E-MOBILITÄT IN HAMBURG

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Renault Deutschland AG (Konsortialführer)

#### Assoziierte Partner

hySOLUTIONS GmbH

#### Laufzeit

1.3.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Einsatz von batteriebetriebenen leichten Nutzfahrzeugen im Wirtschaftsverkehr

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

15 Renault Kangoo Z.E.

##### Nutzung der Fahrzeuge

- Die Nutzung der Fahrzeuge erfolgte in Unternehmensfuhrparks.
- Die höhere Nutzlast und das größere Raumangebot als bei Pkw erlauben neben dem Personen- und Dokumententransport, z. B. im Kunden- und Wartungsdienst bei Energieversorgern und Immobilienmaklern, auch die Auslieferung von Waren und die Mitnahme von Arbeitsmaterial.
- Mehrere Fahrzeuge wurden bei öffentlichen Institutionen der Stadt Hamburg eingesetzt.

### >> MEILENSTEINE

Anpassung der bestehenden Vertriebs- und Wartungskonzepte an Elektroautos

Umrüstung der Werkstätten für Hochspannungsarbeiten und Schulung der Hamburger Vertragshändler

Ermittlung geeigneter Unternehmensfuhrparks und Übergabe der Fahrzeuge

Bewertung möglicher Einsatzrouten und spezieller Anforderungen im betrieblichen Ablauf

Nutzerbefragung zu Handhabung und Fahrleistung

Ermittlung technischen Optimierungsbedarfs

### ERGEBNISSE

Renault setzt in der Modellregion Elektromobilität Hamburg 15 Batteriefahrzeuge aus dem Sektor der leichten Nutzfahrzeuge ein. Sie werden im Alltagsbetrieb bei Unternehmen der Industrie, des Handels und Handwerks und der Dienstleistungsbranche sowie bei kommunalen Partnern auf ihre technische Tauglichkeit hin untersucht. Basierend auf der bewährten Fahrzeugplattform des Kangoo weist die Elektrovariante des Fahrzeugs keinerlei Einschränkungen hinsichtlich der Raumgröße oder der Nutzlast auf. Dies erlaubt den reibungslosen Einsatz in betrieblichen Fuhrparks, ohne dass Arbeitsabläufe gestört werden, weil z. B. Material wegen des Gewichts oder der Größe nicht mehr transportiert werden kann. Um vor Ort die Fahrzeuge optimal betreuen zu können, wurden zwei Hamburger Vertragswerkstätten für die Wartung von Elektroautos technisch erweitert. Auch wurde das Werkstattpersonal im Umgang mit Hochspannungskomponenten geschult. Die Auslieferung der Fahrzeuge erfolgte ebenfalls über die Vertragshändler.

Die Auswahl der Nutzer erfolgte anhand möglicher Fuhrparkszenarien. Dabei zeigte sich auf Nutzerseite ein durchweg großes Interesse, da mit dem im Projekt eingesetzten Fahrzeugtyp offenbar ein sehr breites betriebliches Anwendungsspektrum realisiert werden kann. Neben großen Unternehmen der Logistikbranche (Hermes und HHLA) konnten auch Handel und kommunale Unternehmen (Energie, Abfall, Flughafen) als Projektteilnehmer gewonnen werden. Die Fahrzeuge stellten ihre technische Tauglichkeit unter Beweis, und auch die Schnittstelle Fahrzeug-Ladeinfrastruktur funktionierte einwandfrei, wenn auch (wie bei allen Projekten in der Modellregion) eine gewisse Gewöhnungsphase für die Nutzer im Umgang mit Ladeterminal und Stecker nötig war. Nennenswerte Ausfallzeiten entstanden lediglich aufgrund aufwendiger Ersatzteilbeschaffung im Bereich der Nebenaggregate (Standheizung).

Da alle Fahrzeuge in gewerblichen Fuhrparks mit eigener Ladeinfrastruktur eingesetzt wurden, konnte immer ein ausreichender Ladezustand der Batterien gewährleistet werden, sodass die in der Öffentlichkeit häufig diskutierte begrenzte Reichweite im Projekt kein Problem darstellte. Gezielte Reichweitenversuche halfen allerdings dabei, vertiefte Kenntnisse der Batteriekapazität unter realen Bedingungen zu erlangen, also z. B. je nach Wetter und Fahrstil. Das in der Modellregion Elektromobilität Hamburg initiierte „Anwendertreffen“ konnte als Forum für den Erfahrungsaustausch der am Projekt beteiligten Fuhrparkleiter etabliert werden.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

- 27.4.2011:** Schulung der Fahrzeugnutzer im Umgang mit den Autos
- 4.5.2011:** Offizielle Übergabe der Fahrzeuge an die Nutzer in Anwesenheit des Hamburger Wirtschaftsensors Horch und des PStS Ferlemann aus dem BMVBS
- 31.8.2011:** Erstes „Anwendertreffen“ zur Etablierung eines Netzwerks der projektbeteiligten Fuhrparkleiter mit anderen Elektrofahrzeugnutzern in der Modellregion Hamburg

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Eine Auswahl von Hamburger Unternehmen konnte sich durch die Nutzung der Kangoo Z.E. von der technischen Tauglichkeit von Elektrofahrzeugen überzeugen und ihre Integration in den eigenen Fuhrpark ausprobieren. Auch nach Ablauf der Projektphase besteht bei der Hamburger Wirtschaft großes Interesse an einer Fortsetzung und am weiteren Ausbau der Erprobung von Elektrofahrzeugen. Künftige Aktivitäten zielen auf weitergehende Optimierungen sowohl der Handhabung im Betriebsalltag als auch der eingesetzten Technik ab.

SCHLÜSSELÜBERGABE: 15 VOLLELEKTRISCHE RENAULT KANGOO Z.E. WERDEN AN IHRE NUTZER ÜBERGEBEN.



## >> 01/04 HH=WISE – EINSATZ VON BATTERIEELEKTRISCHEN FAHRZEUGEN IM WIRTSCHAFTSVERKEHR

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- hySOLUTIONS GmbH (Konsortialführer)
- Karabag GmbH

#### Assoziierte Partner

- Freie und Hansestadt Hamburg
- Hamburg Port Authority AöR
- Logistik-Initiative Hamburg e.V.
- Handelskammer Hamburg KdöR
- Handwerkskammer Hamburg KdöR
- FGA Bank Germany GmbH

#### Laufzeit

1.1.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Einsatz von batteriebetriebenen leichten Nutzfahrzeugen im Wirtschaftsverkehr
- Feldtest von induktiven Ladesystemen

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 160 Karabag New500E
- 40 Karabag e-Ka
- 20 Karabag Fiorino Electric
- 15 Karabag Ducato Electric

##### Nutzung der Fahrzeuge

- Die Nutzung der Fahrzeuge erfolgte im Wirtschaftsverkehr, also in Fuhrparks des Handels und des Handwerks.
- Das Angebot verschiedener Wagengrößen erlaubte neben dem Personen- und Dokumententransport, z. B. im Kunden- und Wartungsdienst bei Energieversorgern und Immobilienmaklern, auch die Auslieferung von Waren und die Mitnahme von Arbeitsmaterial.
- Mehrere Fahrzeuge wurden bei öffentlichen Institutionen der Stadt Hamburg eingesetzt.

##### Infrastruktur

- 20 Induktionsladegeräte
- Kontaktstelle auf Fahrzeugseite am vorderen Nummernschild

### >> MEILENSTEINE

Umrüstung der Fahrzeuge und technische Komponentenoptimierung

Aufbau von Vertriebs- und Wartungskonzepten

Ermittlung geeigneter Unternehmensfuhrparks und Übergabe der Fahrzeuge

Identifikation und Bewertung von Einsatzrouten und variierenden Anforderungen im betrieblichen Ablauf

Nutzerbefragung zu Handhabung und Fahrtenleistung

## ERGEBNISSE

Im größten Fahrzeugprojekt in der Modellregion Elektromobilität Hamburg wurden 235 Batteriefahrzeuge unterschiedlicher Baugrößen im Alltagsbetrieb bei Unternehmen der Industrie, des Handels, des Handwerks und der Dienstleistungsbranche sowie bei kommunalen Partnern auf ihre technische Tauglichkeit hin untersucht.

Die Antriebsstränge der Fahrzeuge wurden nach Maßgabe der Karabag GmbH umgerüstet, wobei technische Optimierungen und Erfahrungen aus vorangegangenen Einsätzen direkt in die Produktion einfließen. Hier galt es, die Einhaltung von Qualitätsstandards und terminlich fixierten Lieferzusagen laufend zu überwachen und bei Bedarf nachzusteuern. Im Umrüstungsprozess konnte eine weitgehende Systemoptimierung erzielt werden – einhergehend mit einer deutlichen Kostenverringerung –, die es bei einer Vielzahl der im Projekt geförderten Fahrzeuge ermöglicht, sie zu monatlichen Kosten von unter 300 Euro bereitzustellen.

Zugleich ist es gelungen, deutsche Unternehmen aus Industrie und Mittelstand als Geschäftspartner zu gewinnen: Die Elektromotoren werden künftig von der Linde Material Handling GmbH geliefert, das Batterie-Managementsystem stammt von der I+ME ACTIA GmbH aus Braunschweig, und auch vor Ort ansässige Zulieferer wie das metallverarbeitende Hamburger Unternehmen Graupe-Thews GmbH sind in Zukunft am Umrüstungsprozess beteiligt. Ebenso wurde eine Vertriebsstrategie einschließlich der nachgelagerten organisatorischen Abläufe entwickelt und eine Wartungsinfrastruktur

bei der Karabag GmbH aufgebaut. Die Auslieferung der Fahrzeuge erfolgte über den Projektzeitraum verteilt in mehreren Tranchen.

Auf Nutzerseite bestand durchweg hohes Interesse, da mit dem im Projekt eingesetzten Fahrzeugtyp offenbar ein sehr breites betriebliches Anwendungsspektrum realisiert werden kann. Hinsichtlich der Nutzerauswahl war somit eine der wichtigsten Erkenntnisse, dass neben großen Industrieunternehmen (Airbus, Aurubis) und technischen Dienstleistern (TÜV Nord, KRAVAG Logistik Versicherung) auch Handel und Versicherungen (Stevens Bike Company, Itzehoer Versicherung), kommunale Institutionen (Universitätskrankenhaus Eppendorf, Behördentransportservice Finanzbehörde, Institut für Hygiene und Umwelt) und Institutionen des Handwerks (Innung des Kfz-Handwerks) als Projektteilnehmer infrage kommen und Elektrofahrzeuge sinnvoll in ihre bestehenden Fuhrparks integrieren können.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

- 7.4.2011** Übergabe der ersten 20 Fahrzeuge an die Fahrzeugnutzer auf dem Betriebsgelände des Projektpartners Karabag
- 4.5.2011** Offizielle Übergabe der ersten Fahrzeuge durch die Politik in Anwesenheit des Hamburger Wirtschaftssenators Horch und des Parlamentarischen Staatssekretärs Ferlemann aus dem BMVBS

## VERANSTALTUNG

- 31.8.2011** Erstes Anwendertreffen, Netzwerk der Elektrofahrzeugnutzer in der Modellregion Hamburg

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Aufgrund der großen Anzahl verfügbarer Fahrzeuge konnte vielen Hamburger Unternehmen die Möglichkeit geboten werden, sich selbst von der technischen Tauglichkeit von Elektrofahrzeugen zu überzeugen. Dadurch wurde bei der Hamburger Wirtschaft ein gleichbleibend großes Interesse für den fortgeführten Einsatz von Elektrofahrzeugen sichergestellt. Künftige Aktivitäten werden auf Optimierungen im Bereich der Technik und der Nutzung und Handhabung der Fahrzeuge im täglichen Einsatz abzielen. Besonders die eingesetzte Induktionsladetechnik ist bundesweit auf viel Interesse gestoßen und wird in Zukunft mithilfe neu hinzukommender Anlagen in noch größerem Umfang demonstriert werden können.



UNTERSCHIEDLICHE WAGENGRÖSSEN ERLAUBEN VIELFÄLTIGE ANWENDUNGEN IM WIRTSCHAFTSVERKEHR.



INSGESAMT 235 FAHRZEUGE STANDEN UNTERNEHMEN IM RAHMEN DES PROJEKTS ZUR VERFÜGUNG.

# >> 02 MODELLREGION BREMEN/OLDENBURG

## >> KURZDARSTELLUNG

### Projektleitstellen

- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM (Konsortialführer)
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH

### Laufzeit

1.1.2010 - 30.9.2011

### Aufgaben & Projektziele

- Verwaltung und Koordination des Gesamtvorhabens
- Berichterstattung an den nationalen Programmkoordinator
- Steuerung und Organisation der Partnerstruktur in der Modellregion
- Netzwerkaktivitäten, regional und überregional
- Schnittstelle zu Vertretern der Länder und Kommunen in der Modellregion
- Integration und Koordination von regionalen Akteuren
- Initiierung von weiteren Projekten im Rahmen der Modellregion

### Fahrzeuge & Infrastruktur

- 5 Pkw (3 Think City, ein Mega eCity, ein Tazzari)
- 2 Kleinlaster (Eco Carrier)
- ein Maxi Scooter (Vectrix)
- 5 Pedelecs

## >> MEILENSTEINE

Verwaltung und Koordination des Gesamtvorhabens

Berichterstattung an den nationalen Programmkoordinator

Steuerung und Organisation der Partnerstruktur in der Modellregion

Netzwerkaktivitäten, regional und überregional

Schnittstelle zu Vertretern der Länder und Kommunen in der Modellregion

Integration und Koordination von regionalen Akteuren

Initiierung von weiteren Projekten im Rahmen der Modellregion

## ERGEBNISSE

Die Regionale Projektleitstelle (RPL) der Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg übernahm die übergeordnete Programmkoordination auf regionaler Ebene und war direkter Ansprechpartner der vom BMVBS beauftragten Programmkoordinationsstelle (NOW GmbH). Von der RPL aus wurden alle administrativen Prozesse des Vorhabens gesteuert.

Die RPL übernahm die Koordination der Aktivitäten aller regionalen Akteure, die unmittelbar oder mittelbar als Partner in die Projekte der Modellregion eingebunden waren. Die langfristige Unterstützung der Akteure im Bereich Elektromobilität war erklärtes Ziel der RPL. In enger Abstimmung mit der NOW GmbH erfolgte die Programmkoordination des Gesamtvorhabens in der Modellregion. Diese umfasste das übergeordnete Management aller Projekte der Modellregion, aber auch die Abstimmung mit den Ländern, Kommunen und Landkreisen. Als zentrales Organ der Modellregion wurde ein Beirat einberufen, in dem Vertreter aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft die Aktivitäten begleiteten.

Darüber hinaus kamen im sogenannten „Projektleiterkreis“ in regelmäßigen Abständen die Projektleiter und Konsortialführer der Projekte der Modellregion zusammen, um übergeordnete Fragestellungen der Koordination zu besprechen, Plattformaktivitäten zu koordinieren und Schnittstellen zwischen den Einzelvorhaben zu etablieren.

Auch die übergeordnete Steuerung der Öffentlichkeitsarbeit (Messen, Informationsmedien, Veranstaltungen usw.) war Aufgabe der RPL. So wurden ein kontinuierlicher Informationsfluss und eine einheitliche Außendarstellung aller Einzelvorhaben sichergestellt.

Zugleich war die Begleitung der Projektpartner bei der Projektbeantragung - besonders in der Anfangsphase der Modellregion - eine wichtige Aufgabe der RPL. Außerdem waren die Mitarbeiter der RPL Ansprechpartner für andere Fördervorhaben im Bereich der Elektromobilität.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 21.6. Auftaktveranstaltung „Eine Region wird (elektro-) mobil - Die Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg“, World Trade Center Bremen  
15./16.9. Konferenz „Clean Mobility Insights“, Berlin

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 4.-8.4. MobiliTec, Hannover Messe  
14./15.9. Fachtagung Elektromobilität, Bremen



ELEKTROFAHRZEUGE DER MODELLREGION BREMEN / OLDENBURG HABEN IM RAHMEN DER PROJEKTE SCHON EINE STRECKE ZURÜCKGELEGT, DIE EINER MEHRFACHEN ERDUMRUNDUNG ENTSpricht.

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Es ist erklärtes strategisches Ziel der Länder und Kommunen der Modellregion Bremen/Oldenburg, Elektromobilität als ein zentrales Zukunftsthema der Region weiterzuführen und zu entwickeln. Aus diesem Grund wurde die Fortsetzung der Arbeit der RPL bis Ende 2013 beantragt und auch bewilligt. Damit ist sichergestellt, dass in der Region auch weiterhin erfolgreich einschlägige Projekte initiiert werden.

„ELEKTROMOBILITÄT FÜR JEDERMANN“ IST DAS MOTTO DER MODELLREGION BREMEN / OLDENBURG. DAS ZEIGTE SICH AUCH AUF DER FACHTAGUNG AM 14. / 15.9.2011 IM PARKHOTEL BREMEN.



## >> 02/01 PMC MODUL 1: AUFBAU UND BETRIEB PERSONAL MOBILITY CENTER FÜR ELEKTROMOBILITÄT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. (FhG) (Konsortialführer)
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH

#### Laufzeit

1.10.2009 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Aufbau und Betrieb des Personal Mobility Center Bremen

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- 5 Pkw (3 Think City, ein Mega eCity, ein Tazzari)
- 2 Kleinlaster (Eco Carrier)
- ein Maxi Scooter (Vectrix)
- 5 Pedelecs

### >> MEILENSTEINE

Auftaktveranstaltung „Eine Region wird (elektro-) mobil“ am 21.06.2010

Anlaufstelle für Elektromobilität wurde eingerichtet und in der Region NordWest etabliert

Versuchs- und Demonstrationsflotte wurde einsatzbereit gemacht

Vernetzung in der Modellregion

Überführung der Aktivitäten der Modellregion in das PMC: Gründungsversammlung der „PMC Personal Mobility Center NordWest eG“ am 16.08.2011

Fachtagung Elektromobilität am 14./15.09.2011 in Bremen

### ERGEBNISSE

Mit dem Personal Mobility Center für Elektromobilität (PMC) wurde eine zentrale Anlaufstelle in der Modellregion Bremen/Oldenburg in Sachen Elektromobilität geschaffen. Die PMC-Mitarbeiter boten Projektpartnern, Unternehmen, Medienvertretern und der Öffentlichkeit Beratung und Unterstützung. Das PMC verfügte über eine kleine Fahrzeugflotte, die potenziellen E-Fahrzeugnutzern für Testfahrten zur Verfügung stand. Außerdem wurden diese Fahrzeuge für Veranstaltungen und Messeauftritte sowie für Schulungs- und Ausbildungszwecke genutzt.

Seit Bestehen der Modellregion hat das PMC diverse Veranstaltungen organisiert und durchgeführt und als teilnehmender Partner auf Veranstaltungen die Modellregion Bremen/Oldenburg repräsentiert. Als zentrale Veranstaltungen der Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg waren dies u. a. die Auftaktveranstaltung „Eine Region wird (elektro-)mobil“ am 21.6.2010 und die Fachtagung Elektromobilität am 14./15.9.2011.

Das PMC diente aber auch als Servicezentrum für Betreiber von Fahrzeugen in der Modellregion, zum Beispiel für das Projekt „e-Car4all“. Neben der Beschaffung, Zulassung und Inbetriebnahme der Fahrzeuge übernahm das PMC die Wartung (Inspektion, Hauptuntersuchung, Winterreifen usw.) und bei Bedarf auch die Instandsetzung der Fahrzeuge. Darüber hinaus wurden die Fahrzeuge mit Messelektronik ausgestattet, sodass eine kontinuierliche Datenerfassung bezüglich der zurückgelegten Wegstrecken (abhängig vom Fahrzeugtyp) und einzelner Komponenten des Antriebsstrangs (Batterie, Motor, Umrichter) sichergestellt war. Die Inbetriebnahme der Messtechnik und der Buchungsplattform für „e-Car4all“ erfolgte durch das PMC.

Auch die Betreuung der Fahrer und Fahrerinnen übernahm das PMC. Neben der Fahrzeug-Ersteinweisung standen die PMC-Mitarbeiter den Fahrzeugnutzern mit Rat und Tat zur Seite und organisierten die Fahrzeugüber- und -rückgabe.

Ziel des Projekts war u. a. die Etablierung des Personal Mobility Center als ständige Einrichtung. Am 16.8.2011 fand die Gründungsversammlung der „PMC Personal Mobility Center Nord-West eG“ statt. Die Genossenschaft bietet den lokalen Akteuren einen Rahmen, um gemeinschaftlich die Weiterführung von Projekten im Bereich Elektromobilität zu betreiben. Dazu zählen u. a. die Anbahnung und Beantragung einschlägiger Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die Erstellung von Studien, das Betreiben von E-Fahrzeugflotten, die Organisation und Durchführung von Schulungen sowie die Beratung zu Infrastrukturlösungen auf Basis erneuerbarer Energien.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 21.6. Auftaktveranstaltung „Eine Region wird (elektro-) mobil - Die Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg“, World Trade Center Bremen
- 5.9. Autofreier Sonntag in Bremen
- 19.9. swb-Marathon, Begleitung der Strecke mit Elektrofahrzeugen
- 28.10. swb-Vertrieb, Fachvortrag auf der Geschäftskunden-Fachtagung
- 30.10. Vortrag bei „Wissen um 11“ im Haus der Wissenschaft
- 15.10.10 Ausstellung „Die Zukunft der Energie - Bremen nimmt Kurs“ im Haus der Wissenschaft
- 12.11.11 Vorstellung der Modellregion vor dem Parlamentarischen Beirat der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten e. V.

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 12./13.3. Rad+Outdoor Messe, Bremen
- 4.-8.4. MobiliTec, Hannover Messe
- 21.5. „Weltretter-Tag“ des Fachbereichs Produktionstechnik, Universität Bremen
- 26.5. Quartier Überseestadt Bremen - „Mit Strom unterwegs“
- 1.6. Journalistenworkshop in Berlin: Vortrag und Round Table
- 14./15.9. Fachtagung der Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg



ENAK FERLEMANN (PARLAMENTARISCHER STAATSEKRETÄR, BMVBS), MARTIN GÜNTNER (SENATOR FÜR WIRTSCHAFT UND HÄFEN, BREMEN) UND PROF. DR.-ING. MATTHIAS BUSSE (FRAUNHOFER IFAM) BEI DER SCHLÜSSEL-ÜBERGABE AM 21.6.2010 IM RAHMEN DER VERANSTALTUNG „EINE REGION WIRD (ELEKTRO-)MOBIL“ IM WTC BREMEN

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Elektromobilität wird als ein zentrales Zukunftsthema der Region weitergeführt und ausgebaut. Die Personal Mobility Center NordWest eG wird weiterhin als Initiatorin von Elektromobilitätsprojekten tätig sein. Die Fahrzeuge werden auch in Zukunft für Flottenversuche und Forschungsvorhaben zur Verfügung stehen und weiter genutzt werden. Die technologische Entwicklung soll vor allem in den Bereichen Energiespeicher, Fahrzeugtechnologie und Netzintegration in der Region weiter vorangetrieben werden.

29.10.2010: DIE ERSTEN FAHRZEUGE WERDEN IM RAHMEN DES PROJEKTS „E-CAR4ALL“ AN PRIVATNUTZER ÜBERGEBEN.



## >> 02/02 PMC MODUL 2: INTELLIGENTE INTEGRATION ELEKTROMOBILITÄT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (Konsortialführer)
- Fraunhofer-Gesellschaft der angewandten Forschung (FhG)
- Freie Hansestadt Bremen

#### Laufzeit

1.10.2009 - 30.9.2010

#### Aufgaben & Projektziele

- Akquise von Daten zu Elektromobilität im Rahmen der Flottenversuche der Modellregion Bremen/Oldenburg
- Identifikation des aktuellen Standards
- Evaluation der gesammelten Daten
- Entwurf und Implementierung notwendiger Instrumente zu Überwachungs- und Auswertungszwecken für unterschiedliche Zielgruppen
- Virtualisierung der Modellregion

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Datenerfassungsinfrastruktur

- Im Rahmen von „Intelligente Integration Elektromobilität“ ist eine E-Mobility-Datenerfassungsinfrastruktur entstanden.
- Das Gesamtsystem setzte sich aus mehreren Komponenten zusammen und bediente sich aktueller Standards im Bereich der Kommunikationstechnologie.

##### Datenerhebung

- Die Datenerhebung in den Fahrzeugen erfolgte mit sogenannten Datenloggern, die durch die Integration in die CANBus-Systeme der Fahrzeuge eine Vielzahl von Laufzeitdaten erfassen.
- Für alle unterschiedlichen Fahrzeugtypen in der Datenerfassung konnte ein minimales Datenset identifiziert werden, welches die folgenden Daten umfasst: GPS-Position, Geschwindigkeit, Ladezustand sowie Batteriespannung, -strom und -temperatur.
- Die Datenübertragung erfolgte über das GSM-Netz mithilfe getunnelter Machine-to-Machine-Kommunikation. Damit war zugleich eine bidirektionale Kommunikation sichergestellt, die die Fernwartung der Systeme ermöglichte.
- Das Monitoring umfasste derzeit 42 Fahrzeuge insgesamt sechs unterschiedlicher Typen.

##### Datenhaltung

- Alle erzeugten und aufgezeichneten Daten wurden zentral in einer dedizierten Datenbank gehalten.
- Durch ein mehrstufiges Konzept wurden Rohdaten parallel zu Daten vorgehalten, die durch Auswertungen und Berechnungen generiert wurden.

### >> MEILENSTEINE

Okt. 2009 - Sept. 2011: Management - Planung und Organisation des Projektverlaufs

Okt. 2009 - Feb. 2010: Spezifikation

Dez. 2009 - Dez. 2010: Datenbank - Konzeptionierung und Aufbau der Datenbank als zentrale Komponente des Vorhabens

Aug. 2010 - Sept. 2011: Virtuelle Modellregion Bremen/Oldenburg - Integration und Test der Werkzeuge

Okt. 2010 - Sept. 2011: Datenverarbeitung - Implementierung diverser grundlegender Analysemodule

Okt. 2010 - Sept. 2011: Visualisierung - Realisierung der webbasierten und interaktiven Darstellungsmodule

## ERGEBNISSE

Als zentrales Element ist im Verlauf des Projektes „Intelligente Integration Elektromobilität“ eine umfassende Datenerfassungs- und Datenverarbeitungsinfrastruktur entstanden. Damit steht nun eine Plattform für zahlreiche Auswertungen und Analysen unter Anwendung moderner Methoden der künstlichen Intelligenz zur Verfügung. Darüber hinaus konnten Basisinstrumente für die Vorverarbeitung, Bereitstellung und Interpretation der Daten implementiert werden.

### STRATEGIEN ZUR DATENVERARBEITUNG UND ANALYSE

An den Datenbestand sind unterschiedliche Softwarepakete zur Aufbereitung und Auswertung der Daten angeschlossen, sogenannte Logikmodule. Diese Module greifen auf den Datenbestand zu und generieren je nach konkretem Einsatzzweck weitere Nutzdaten. Dabei wurde im ersten Schritt eine Applikation zur Decodierung der fahrzeugspezifischen CANBus-Daten in einzelne für die Weiterverarbeitung geeignete Messwerte entwickelt. In weiteren Modulen erfolgt die Zuordnung der GPS-Koordinaten und der an diesem Punkt aufgenommenen Daten zu Geoinformationen, also konkreten Adressdaten, mit deren Hilfe die Abbildung der gefahrenen Routen auf vorhandenem Kartenmaterial möglich ist. Ein weiteres Logikmodul separiert die kontinuierlich geloggteten Daten der Fahrzeuge in tatsächlich gefahrene Strecken, Stand- und Ladezei-

ten und Änderungen des Ladezustands. An dieser Stelle setzen „Data Stream Mining“-Module an, die die Identifikation zeitlicher Muster in den elektromobilen Telemetriedaten ermöglichen. Die Abbildungen visualisieren beispielhaft ein Nutzungsmuster und ein Lademuster. Ziel ist es, dadurch Vorhersagen für Nutzungs- und Ladeintervalle zu erzeugen.

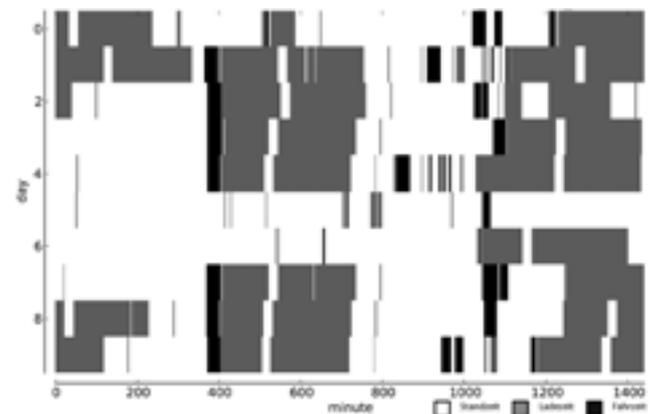
Durch die Zuordnung der Laufzeitdaten zu konkreten Fahrten und Strecken ist eine Wissensbasis entstanden, die aufgrund der Verschneidung mit sekundären Daten zu zahlreichen Analysen genutzt werden kann. So sind bereits erste Ansätze für die Umsetzung eines energieeffizienten Routenplaners auf Basis realer Daten und lernender KI-Methoden implementiert.

### VISUALISIERUNGEN UND TOOLS

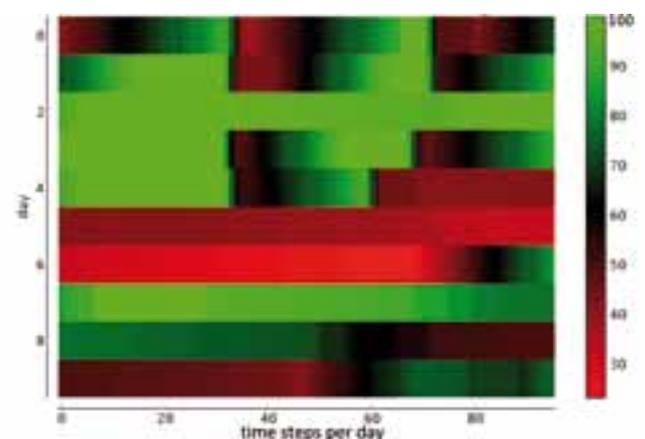
Dem Datenbestand nachgeschaltet sind konkrete Anwendungen und Visualisierungen. Aufgabe dieser Instrumente ist die Präsentation der in den Logikmodulen erzeugten Daten. Hierzu zählen unter anderem Instrumente zur Überwachung des Dateneingangs. Eine Form der konkreten Implementierung stellen Browseranwendungen dar. Zu diesem Zweck können über die Schnittstelle eines Web-Backends Daten abgerufen und im Web-Frontend zur Anzeige gebracht werden. Das ermöglicht zudem den Einsatz auf diversen mobilen Endgeräten. Ein Beispiel dafür ist das Einzelfahrzeug-Monitoring: Nach Eingabe der Fahrzeug-ID und des Zeitrahmens oder der Fahrt-ID werden in der allgemein bekannten Umgebung von Google Maps Strecken und die zugehörigen Spannungs-, Strom-, Temperatur- und Ladezustandsverläufe in Form von Graphen angezeigt.

### ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Im Zuge der Weiterführung der Datenerfassung und -auswertung werden nicht nur weitere Fahrzeuge und Typen integriert, sondern auch zusätzliche Sensoriken. Die räumliche Verteilung der Fahrzeuge wird sich schrittweise ausweiten. Der Fokus der Datenanalyse wird nach der Implementierung von Basisinstrumenten stärker auf gezielte Anwendungen gelegt. Es erfolgt eine stärkere Verschneidung mit Daten aus sekundären Quellen (z. B. Verkehr, Wetter und Geoinformationen). Das Ziel besteht darin, Werkzeuge zu entwickeln, die von diversen Nutzern - wie dem Fahrer selbst, Flottenbetreibern und Energielieferanten - zu Planungszwecken einsetzbar sind. Das E-Fahrzeug fungiert somit als Informationsgeber, der durch die konstante Energieversorgung immer verfügbar und somit auch über den Zweck der Fortbewegung hinaus dienlich ist, z. B. in den Bereichen der Verkehrssicherheit und -planung.



NUTZUNGSMUSTER EINES ELEKTROFAHRZEUGS ÜBER MEHRERE TAGE,  
DFKI GMBH 2011



LADEMUSTER EINES ELEKTROFAHRZEUGS ÜBER MEHRERE TAGE,  
DFKI GMBH 2011

## >> 02/03 PMC MODUL 3: FLOTTENVERSUCHE VON FAHRZEUGEN UNTER ALLTAGSBEDINGUNGEN FÜR PRIVATE UND GEWERBLICHE NUTZUNG

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

#### Laufzeit

1.3.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Erprobung der Alltagstauglichkeit von Elektrofahrzeugen in Firmenflotten und bei Privatnutzern im neuartigen Carsharingmodell e-Car4all

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- 9 Think City
- 11 Stromos
- 6 eWolf Delta
- ein Eco Carrier ES

### >> MEILENSTEINE

**September 2010:** Beschaffung der Fahrzeuge abgeschlossen, Inbetriebnahme der Datenlogger

**September 2011:** Projektende, erhobene Daten und Ergebnisse fließen in die Abschlussberichte in Modul 1.2 und 2

### ERGEBNISSE

Das Fraunhofer IFAM führte in zwei thematisch getrennten Flottenversuchen Erprobungen zur Alltagstauglichkeit der heute am Markt verfügbaren Elektrofahrzeuge durch. Zum einen wurde dabei untersucht, ob die Fahrzeuge den Anforderungen gewerblich betriebener Fuhrparks genügen, und zum anderen, ob sich die E-Fahrzeuge für privates Carsharing eignen. Die zentrale Fragestellung lag dabei im Bereich der Restriktionen, die sich aus den Eigenschaften der Batterie ergeben, also in erster Linie der Kapazität (und somit der Reichweite) und der Ladedauer. Beim Flottenversuch zur gewerblichen Nutzung kamen Zweisitzer, Viersitzer (Viertürer) und ein Kleinlaster mit Pritschenaufbau zum Einsatz.

Die Fahrzeuge dienten zum Teil als Ergänzungen vorhandener Fuhrparks neben konventionell angetriebenen Fahrzeugen (z. B. bei der Bremer Straßenbahn AG), wurden aber auch in Firmen eingesetzt, wo das E-Fahrzeug das einzige Dienstfahrzeug war (z. B. beim E-Werk Ottersberg). Ebenso waren die Fahrprofile unterschiedlich: Während einige der Fahrzeuge nur in der Stadt (Bremen, Oldenburg) genutzt wurden, waren andere auch im ländlichen Raum unterwegs (Ottersberg, Wangerland). Das Spektrum der Nutzung war somit vielfältig, deckte die gesamte Nutzungspalette für den individuellen Personennahverkehr ab und erlaubte somit Rückschlüsse über die generelle Eignung elektrisch angetriebener Fahrzeuge.

Die Fahrzeuge waren mit Datenloggern ausgestattet, sodass neben der im Gesamtprojekt durchgeführten Befragung der Nutzer auch fahrzeugspezifische technische Daten und Fahrprofile (GPS-Daten) erhoben werden konnten. Diese Daten wurden automatisch an einen Server übermittelt und im Rahmen des Projekts „Intelligente Integration Elektromobilität“ (Modul 2) verarbeitet und ausgewertet.

Das private Carsharing wurde ebenfalls mit Zwei- und Viersitzern durchgeführt. Zusätzlich zum obligatorischen Datenlogger wurde ein Teil der Fahrzeuge mit einem internetbasierten Buchungssystem ausgestattet, das den jeweiligen Nutzergruppen ermöglicht, ihr Fahrzeug dezentral zu verwalten. Die Nutzergruppen teilten sich wiederum in zwei Untergruppen ein: Nachbarn mit einem festen Stellplatz über Nacht im Wohngebiet und Betriebsgruppen mit einem festen Stellplatz tagsüber am Arbeitsplatz.

Neben der Erprobung der Fahrzeuge wurde untersucht, inwieweit die Nutzer mit den Elektroautos im täglichen Leben zurechtkamen und welche Erfahrungen mit der selbstorganisierten gemeinschaftlichen Nutzung der Fahrzeuge gemacht wurden.

Im Rahmen des hier beschriebenen Projekts wurden 27 Elektrofahrzeuge im Alltagsbetrieb getestet. Über 250 Fahrer nutzten sie erfolgreich für ihre täglichen Fahrten im Beruf und privat und konnten mit einer kumulierten Gesamtstrecke von über 200.000 km - also viereinhalbmal um den Erdball - die Alltagstauglichkeit der Elektrofahrzeuge nachweisen. Zudem wurde über 800 Menschen durch Probefahrten ein erster Eindruck vom Elektrofahrzeug vermittelt.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Um die Fahrzeuge und die Erfahrungen aus dem Alltagsbetrieb einer möglichst breiten Öffentlichkeit zu präsentieren, nahmen sowohl gewerbliche als auch private Nutzer an verschiedenen Veranstaltungen in Zusammenarbeit mit dem Personal Mobility Center der Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg teil.

So konnten beispielsweise bei einer Hörprobe sehbehinderte und blinde Menschen erste Eindrücke der leisen Elektrofahrzeuge in unterschiedlichen Verkehrssituationen gewinnen. Bei einer Reihe verschiedener Energietage und Hausmessen wurden die Fahrzeuge der Öffentlichkeit präsentiert und teilweise auch für Probefahrten bereitgestellt.

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 14.6. Energiespartag, Golfplatz Syke
- 3.10. Feierlichkeiten zum Tag der Deutschen Einheit in Bremen
- 26.10. Airbus Bremen, Hausmesse
- 29.10. BEGO Bremer Goldschlägerei Wilh. Herbst GmbH & Co. KG, Hausmesse
- 4.11. Fahrzeugübergabe an private Nutzer
- 10.11. Energiespartag, Ottersberg

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 8.5. Energiespartag, Ottersberg
- 7.6. Hörprobe mit sehbehinderten und blinden Menschen
- 30.6. Erste Fahrzeugrücknahme und Übergabe an neue private Nutzer
- 27.8. Hella Fahrzeugkomponenten GmbH, Hausmesse
- 14./15.9. Fachtagung Elektromobilität, Bremen
- 16.9. Bremer Straßenbahn AG, Hausmesse
- 17.9. E-Mobilitätstag der BSAG, Marktplatz Bremen

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Nach Beendigung des Vorhabens stehen die Fahrzeuge weiterhin für Forschungszwecke zur Verfügung. Die Schwerpunkte zukünftiger Vorhaben werden unter anderem auf Energiespeichertechnologie und Energiemanagement sowie Fahrzeugtechnologie liegen.

Des Weiteren wird die Fragestellung der Integration elektrisch angetriebener Pkw in Gesamtverkehrskonzepte Gegenstand weiterführender Forschungsansätze sein, und zwar zum einen in innerstädtische, aber insbesondere auch in solche im suburbanen Raum und im Bereich der großstädtischen Tangentialverkehre. Dazu gehören neben der Anbindung an öffentliche Nahverkehre auch das Zusammenspiel aller Verkehrsmittel im Intermodalmix und die Integration der Elektrofahrzeuge und der Ladeinfrastruktur in sogenannte Mobilpunkte.



ANLIEFERUNG DER ERSTEN ELEKTROFAHRZEUGE

## >> 02/04 PMC MODUL 3: DFKI-FLOTTENVERSUCH MIT WISSENSCHAFTLICHER BEGLEITUNG (SCHWERPUNKT GEWERBLICHE UND PRIVATE ANWENDER)

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (Konsortialführer, Einzelvorhaben)

#### Laufzeit

1.3.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

##### Durchführung und Untersuchung von Flottenversuchen mit Elektrofahrzeugen:

- Betreiben einer Fahrzeugflotte mit verschiedenen Fahrzeugtypen
- Ausrüstung von Fahrzeugen mit Datenerfassungssystemen und Schnittstellen zum Auslesen von Informationen
- Bereitstellung der Fahrzeuge für ausgewählte Nutzergruppen
- Auswertung von nutzungsbezogenen Daten
- Erstellung von Fahrzeugkonzepten für Elektromobilität

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeug

Zum Einsatz kamen insgesamt neun batterieelektrische Fahrzeuge der Typen Tazzari, Think, Delta 1, Vectrix und Eco Carrier.

##### Nutzung

###### Private Nutzer:

- 64 individuelle Nutzer
- 98 Nutzungen (jeweils eine Woche)

###### Kommerzielle Nutzer:

- Bremenports GmbH & Co KG
- Eurogate GmbH & Co KGaA, KG
- BLG Logistics Group AG & Co KG
- Stadt Langen, Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
- Willenbrock Fördertechnik GmbH & Co. KG
- 15 von 21 Interessenten konnten mangels Verfügbarkeit noch keine Fahrzeuge übergeben werden.

##### Schnittstelle

- 230 V Schuko, CEE rot 400 V, 16 A
- Lademode 1; Anschluss nach VDE-AR-E2623-2-2 400 V, 32 A
- Lademode 3; 230-V-Anschluss über entsprechenden Adapter
- Die notwendige Infrastruktur für das Aufladen wurde von den jeweiligen Nutzern im Firmenumfeld oder privat zur Verfügung gestellt.

### >> MEILENSTEINE

31.12.2010: Beschaffung der Fahrzeuge, Inbetriebnahme der Fahrzeuge mit integriertem Datenlogging, Durchführung Flottenversuche

- Arbeitspaket 1: Projektbegleitung
- Arbeitspaket 2: Fahrzeuge
- Arbeitspaket 3: Anwender
- Arbeitspaket 4: Schnittstellen
- Arbeitspaket 5: Daten

## ERGEBNISSE

Die Fahrzeuge wurden für mehrere Wochen an verschiedene Unternehmen in der Region übergeben, unter anderem an solche auf dem Hafengelände in Bremerhaven und aus dem Umfeld der regionalen Wirtschaftsförderung und des Technologieparks. Dort wurden sie innerhalb der Firmenflotten für Firmenzwecke eingesetzt. Motivation der Betriebe war meist der Imagegewinn aufgrund der ökologisch positiven Ausstrahlung der Elektromobilität.

Die Elektrofahrzeuge wurden von vielen Mitarbeitern auf Dienstfahrten wie Kundenbesuchen, Servicefahrten und Lieferungen getestet und konnten trotz der begrenzten Reichweite und Geschwindigkeit zu verschiedenen Zwecken erfolgreich eingesetzt werden. Bei den privaten Nutzern handelte es sich um Pendler mit unterschiedlichen Profilen in Bezug auf Fahrstrecke und intermodale Nutzung. Zur Ausstattung der Firmengelände und Wohnsitze mit Lademöglichkeiten wurden Außensteckdosen in der Nähe der Stellflächen installiert, was keine nennenswerten Schwierigkeiten bereitete.

Nach anfänglicher Skepsis zeigte sich die Mehrzahl der Nutzer begeistert. Viele der Befragten können sich nach dem Flottenversuch vorstellen, eigene Elektrofahrzeuge anzuschaffen, auch für private Zwecke. Lediglich der momentan noch sehr hohe Preis und die geringe Verfügbarkeit und Typenvielfalt sind dafür verantwortlich, dass noch nicht in nennenswerter Anzahl Käufe stattfinden.

Nach der Inbetriebnahme traten bei verschiedenen Fahrzeugen Fehler in der Steuerelektronik auf. Dadurch mussten die Flot-

tenversuche mehrmals für mehrere Tage unterbrochen werden. Durch gute Kommunikation gelang es jedoch, die Nutzer davon zu überzeugen, dass derartige Fehler dank der Weiterentwicklung in Zukunft nicht mehr auftreten werden und nicht typisch für Elektromobilität sind.

Positiv zu erwähnen ist weiterhin, dass die Elektrofahrzeuge im Winter 2010/2011 ohne Einschränkungen betrieben werden konnten. Zwar verringerte sich die Reichweite aufgrund der niedrigen Temperaturen, aber da die Nutzer permanent über die aktuell verfügbare Reichweite informiert werden, konnten sie diesen Umstand in ihre Planung einbeziehen. Die bewusste Planung von Fahrten mit batterieelektrischen Fahrzeugen hat sich als typischer Bestandteil der Elektromobilität erwiesen.

Alle Fahrzeuge wurden mit sogenannten Datenloggern ausgerüstet. Um auch persönliche Erfahrungswerte der Nutzer zu erfassen, wurden Fragebögen verteilt. Daten zu den einzelnen Fahrten innerhalb der Flottenversuche wurden aufgezeichnet und werden im Rahmen weiterer Projekte in Bezug auf technologische und nutzerbezogene Aspekte ausgewertet. Während der Flottenversuche wurde auf Wunsch ein „elektronisches Fahrtenbuch“ eingesetzt: Mit dieser interaktiven Benutzerschnittstelle in den Fahrzeugen ist es möglich, Informationen zum Anlass der einzelnen Fahrten mit den erfassten Daten zusammen zu speichern.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABEN 2010

- 1.8. Bremenports GmbH & Co KG
- 1.11. BLG Logistics Group AG & Co KG
- 1.10. Eurogate GmbH & Co KGaA, KG

### ÜBERGABEN 2011

- 1.6. Stadt Langen
- 1.7. Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
- 1.9. Willenbrock Fördertechnik GmbH & Co. KG

## VERANSTALTUNGSLISTE

Über 25 Veranstaltungen, unter anderem Auftaktveranstaltung „Eine Region wird (elektro-)mobil“, Bremen Autofrei, swb-Marathon, City-Lauf Oldenburg, Feierlichkeiten zum Tag der Deutschen Einheit in Bremen (siehe Bild), i2b-meet-up „E-Mobility“, swb Fachtagung, BEGO-Hausmesse, MobiliTec / Hannover Messe, Praxistest „Sehbehinderte und blinde Menschen testen Elektroautos“, Rad+Outdoor Bremen, Fachtag für Alternative Antriebs- und Kraftstofftechnologie, Fachtagung Elektromobilität



ELEKTROFAHRZEUGE, DIE IM RAHMEN DER FLOTTENVERSUCHE AM DEUTSCHEN FORSCHUNGSZENTRUM FÜR KÜNSTLICHE INTELLIGENZ EINGESETZT WURDEN.

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Flottenversuche werden inklusive Datenerhebung und Auswertung in Folgevorhaben fortgesetzt. Aus den gesammelten Daten und Erfahrungswerten der untersuchten Nutzerprofile haben sich diverse neue Fragestellungen ergeben, die in Zukunft untersucht werden müssen, wie z. B. Verhalten der Nutzer in Bezug auf Ladezyklen, Ausnutzung der Batteriekapazität, prozentualer Anteil an Fahrten zurückgelegt mit Elektrofahrzeugen im Vergleich zur Nutzung von Pkw mit Verbrennungsmotor. Bei den nächsten Flottenversuchen wird es z. B. mehr um Szenarien wie Pendlerverhalten, intermodale Mobilität und ganzheitliche Transportketten gehen. Auch zukünftig gewonnene Daten und Ergebnisse werden in die Entwicklung von Fahrzeugkonzepten einfließen.

## &gt;&gt; 02/05 EWE-FLOTTENVERSUCH ELEKTROMOBILITÄT

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

EWE AG

## Laufzeit

1.6.2010 - 31.10.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Entwicklung einer bedarfsorientierten Ladeinfrastruktur unter wirtschaftlichen, technischen und nutzerabhängigen Gesichtspunkten
- Beschaffung von Elektrofahrzeugen sowie deren praktische Erprobung im Alltag
- Aufbau einer Testflotte aus zwei EWE E3 und fünf Mitsubishi iMiEV
- Begleitender Aufbau einer bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur aus insgesamt 36 Ladepunkten, strategisch verteilt in der Modellregion Bremen/Oldenburg.

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

- 2 EWE E3
- 5 Mitsubishi i-MiEV

## Nutzung

privat

## Infrastruktur

öffentliche und Heimpladepunkte

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Ermittlung des Ladeinfrastrukturbedarfs

Aufbau öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur

Konzeptionierung und Start des Flottenversuchs

Ende Flottenversuch/ Auswertung der Daten

## ERGEBNISSE

In einem schwierigen Beschaffungsumfeld für in Serie gefertigte Elektrofahrzeuge ist es im Frühjahr 2011 mit Einführung des Mitsubishi i-MiEV gelungen, eine signifikante Anzahl von Fahrzeugen für den Flottenversuch zu beschaffen. Ergänzend wurden zwei EWE E3 angeschafft. Die Testbenutzung erfolgte durch 40 ausgewählte Probanden, die während des Flottenversuchs mehr als 50.000 km zurücklegten. In der Modellregion wurden 19 Stromtankstellen mit insgesamt 38 Ladepunkten installiert, die auch der Erforschung der Anforderungen an eine öffentliche Ladeinfrastruktur dienen.

Der Flottenversuch lieferte wichtige Erkenntnisse über die Lade/-Entladeprofile der Fahrzeugbatterien und über die praktische Nutzung der Ladeinfrastruktur.

Insgesamt lässt sich ein großes Interesse am Thema Elektromobilität konstatieren, das unter anderem durch den Umweltschutzgedanken gestützt wird. Für die Elektromobilität sprechen über das emissionsfreie Fahren hinaus auch noch die geringen Unterhaltskosten der Fahrzeuge und der Fahrspaß.

War die Reichweite der Fahrzeuge vor Beginn des Flottenversuchs für die meisten Probanden ein Hemmnis gewesen, so bezeichneten 85 % von ihnen sie nach dem Versuch als „knapp aber ausreichend“ oder sogar „komfortabel und damit absolut ausreichend“. Hier ist eine Änderung in der Wahrnehmung der eigenen Mobilitätsbedürfnisse zu erkennen: Der von den Teilnehmern im Vorfeld angegebene Kilometerbedarf lag im Durchschnitt etwa 100 km über der tatsächlich erreichten wöchentlichen Laufleistung, die Teilnehmer überschätzten also zumeist die von ihnen gefahrenen Strecken.

Bei der Untersuchung des Ladeverhaltens konnte festgestellt werden, dass 95 % der Ladevorgänge an der Arbeitsstätte oder zu Hause stattfanden. Dennoch ist die öffentliche Ladeinfrastruktur ein wichtiges Instrument zur Verbesserung des Sicherheitsempfindens der Probanden in Bezug auf die Reichweitenproblematik und somit essenziell für eine signifikante Verbreitung von Elektromobilität. Insbesondere Ladepunkte an Parkplätzen mit langer Verweildauer, zum Beispiel bei Freizeiteinrichtungen oder Einkaufszentren, sind aufgrund der Ladezeiten als sinnvoll einzuschätzen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Probanden im Laufe der Fahrversuche eine deutlich positivere Einstellung gegenüber der Elektromobilität entwickelten. Lediglich der hohe Anschaffungspreis, die geringe Variantenvielfalt der Fahrzeuge sowie ein hoher Aufklärungsbedarf in der Bevölkerung bremsen derzeit eine höhere Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Ein Großteil der Öffentlichkeitsarbeit bestand in der medienwirksamen Einweihung von Stromtankstellen. Ein prominentes Beispiel ist die Inbetriebnahme einer Stromtankstelle auf dem Gelände des Center-Parc Tossens durch Niedersachsens Umweltminister Hans-Heinrich Sander am 25.5.2011. Hintergrund für die Kooperation von EWE mit dem Center-Parc Tossens war die Tatsache, dass über 50 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den An- und Abreiseverkehr der Besucher verursacht werden.

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 03.05. Eröffnung Stromtankstelle Bockhorn
- 12.05. Eröffnung Stromtankstelle Tossens
- 07.06. Eröffnung Stromtankstelle Bad Zwischenahn
- 07.06. Übergabe Testfahrzeug i-MiEV an den Landkreis Ammerland
- 25.06. Beteiligung am Tag der Elektromobilität in Visbek
- 26.06. Eröffnung Stromtankstelle Edeweicht
- 15.09. Vortrag Fachtagung Elektromobilität in Bremen

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die im Rahmen des Forschungsprojektes installierten Ladepunkte werden weiterhin von EWE betrieben und dienen vorwiegend der technischen Erprobung. Schwerpunktmäßig stehen Handhabung und Ausfallquoten sowie sicherheitsrelevante Kriterien im Vordergrund. Ebenso wird künftig die Erstellung und Umsetzung von Abrechnungsprozessen bis hin zur Realisierung von Geschäftsmodellen thematisiert. Generell wird das Thema Elektromobilität nach wie vor durch die Teilnahme an Arbeitsgruppen bzw. Spiegelgremien der im Mai 2010 durch die Bundesregierung etablierten Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) verfolgt und aktiv mitgestaltet.



## >> 02/06 PMC MODUL 3: FLOTTENVERSUCHE SWB – AUFBAU, BETRIEB UND WEITERENTWICKLUNG DER LADEINFRASTRUKTUR IN BREMEN UND BREMERHAVEN SOWIE DURCHFÜHRUNG VON FLOTTENVERSUCHEN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

swb AG (Einzelvorhaben)

#### Laufzeit

1.3.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

##### Nachweis der Alltagstauglichkeit von E-Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur im öffentlich zugänglichen und privaten Raum:

- Installation und Betrieb öffentlich zugänglicher Ladestationen in Bremen und Bremerhaven
- Testen von Elektroautos im Fuhrpark der swb und bei Partnern

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 2 C1 Ev'ie, Citroen, Umrüstungen von „The Electric Car Corporation Plc“ (ECC), Lademode 1; Ladekabel mit Schuko-stecker (blau) zum Fahrzeug und zur Ladeinfrastruktur
- 4 Mitsubishi i-MiEV, Lademode 2; Ladekabel mit Inline-Modul; Typ 2-Stecker zum Fahrzeug und Schuko-stecker zur Infrastruktur

##### Infrastruktur

- 24 compleo, HEAdD 41, Hersteller ebg, Lünen, Authentifizierung der Nutzer mit RFID-Karten, Standard myfare desfire EV1
- 2 Ladepunkte pro Ladesäule: CEE rot 400 V, 16 A, Lademode 1, Anschluss nach VDE-AR-E2623-2-2 400 V, 32 A, Lademode 3, 230-V-Anschluss über entsprechenden Adapter
- eine Ladesäule Home, The Mobility House, 400 V, 32 A, Lademode 3

### >> MEILENSTEINE

Arbeitspakete (erfolgten durch PMC): Festlegen der Spezifikationen von Ladeinfrastruktur und Fahrzeugen, Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur und Datendreh-scheibe, Durchführung von Flottenversuchen, Schnittstellenmanagement zu den Modulen Datentransfer, Verkehrskonzepte, Geschäftsmodelle

Einsatzzeitpunkt Ladeinfrastruktur: 1. Version P3: August 2008, verbesserte 2. Version P4: April 2011 bis September 2011

Einsatzzeitpunkt C1: August 2010, i-MiEV: März 2011

### ERGEBNISSE

Um einen einheitlichen Ladesäulenstandard in der Modellregion sicherzustellen, wurde die Spezifikation der Ladesäulen hinsichtlich Sicherheit, TAB, Stromzähler und RFID-Standards gemeinsam mit EWE festgelegt.

Insgesamt wurden in Bremen, Bremerhaven und den Umlandgemeinden Lilienthal, Osterholz und Ritterhude 25 Stromtankstellen errichtet. Die Errichtung erfolgte auf bereits vorhandenen Parkplätzen von Partnern, die von swb während der Projektlaufzeit gewonnen werden konnten. Partner sind z. B. Gesellschaften der Parkraumbewirtschaftung (BREPARK, STÄPARK), Betreiber von Einkaufszentren, Unternehmen, die E-Fahrzeuge in ihren Fuhrparks oder zum Carsharing einsetzen, und Privatpersonen (privates E-Carsharing). An den Ladesäulen wurde Ökostrom bereitgestellt und die Abgabe erfolgte derzeit kostenfrei.

Die öffentlich zugänglichen Ladesäulen standen allen Elektrofahrzeugbesitzern in der Modellregion zur Verfügung. Die erforderlichen RFID-Karten stellte swb kostenfrei zur Verfügung. Ferner bestand die Option, in Kundenzentren der Partner RFID-Karten für das Stromladen zu erhalten. Die öffentlich zugänglichen Ladestationen waren auf der Website der swb verzeichnet. Außerdem stand ein Routenplaner zur Verfügung, um den Zugang zur Ladestation für Ortsfremde zu erleichtern.

Die Ladesäulenversion P4 ist im Vergleich zur Vorgängerversion P3 in der Handhabung und in der Sicherheit der Datenübertragung verbessert sowie um eine Fernwartungsfunktion ergänzt worden. Die Nutzung der Stromtankstellen erfolgte in der Regel ohne Probleme. Um eine Überlastung von Schuko-steckdosen und Hausinstallationen auszuschließen, empfahl swb, vor der Nutzung die Eignung durch eine Fachkraft prüfen zu lassen („Infrastruktur-Check“).

Zur Überwachung der Ladesäulen wurde eine Datendreh-scheibe aufgebaut, mit der der Energieverbrauch der einzelnen Ladevorgänge sowie Störungen zeitnah zentral überwacht wurden. Die entsprechenden Daten wurden an einen Server übertragen, auf dem die Auswertung bzw. die Störungsmeldungen generiert wurden.

Von den sechs E-Fahrzeugen der swb wurden vier im firmeneigenen Carpool für Dienstfahrten im Raum Bremen, Bremerhaven und Oldenburg eingesetzt; jeweils ein Fahrzeug wurde bei Bremer Wohnungsbaugesellschaften für Dienstfahrten im Rahmen von Hausmeistertätigkeiten eingesetzt.

Die Fahrzeuge waren mit Rettungskarten ausgestattet, denen Rettungskräfte die Einbauorte der wichtigsten sicherheitsrelevanten elektrischen Fahrzeugkomponenten entnehmen können.

Die Reichweite der Fahrzeuge war für die gewählten Anwendungen ausreichend; die Resonanz der Nutzer war sehr positiv. Im Winterbetrieb wurde allerdings festgestellt, dass Fahrleistung und Reichweite stark von der Temperatur abhängen; aus Sicherheits- und Komfortgründen sollten die Fahrzeuge mit Zusatzheizungen ausgestattet werden.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### PRESSETERMINE

- 1.10.2010** Inbetriebnahme Ladestation Parkhaus „Am Brill“, Bremen
- 1.4.2011** Inbetriebnahme Ladestation DFKI, Bremen
- 29.4.2011** Inbetriebnahme Ladestation Einkaufszentrum „Waterfront“, Bremen
- 16.5.2011** Inbetriebnahme Ladestationen Parkhäuser „Hafenwelten“ und „Columbus-Center“, Bremerhaven
- 1.7.2011** Inbetriebnahme Ladestationen BREPARK-Parkhäuser „Mitte“ und „Stephani“, Bremen
- 27.7.2011** Inbetriebnahme Ladestation und Fahrzeugübergabe GEWOSIE, Bremen
- 30.7.2011** Inbetriebnahme Ladestation Studenten Residenz Galileo, Bremen
- 7.9.2011** Inbetriebnahme Ladestation Einkaufszentrum Weserpark, Bremen
- 09/2011** Inbetriebnahme Ladestationen, Flughafen Bremen
- 09/2011** Inbetriebnahme Ladestationen Schulzentrum Grenzstraße, Bremen

- 8.10.2011** Inbetriebnahme Ladestation Fischereihafenbetriebsgesellschaft, Bremerhaven
- 11/2011** Inbetriebnahme Ladestation Beratungszentrum „bauraum“, Bremen
- 11/2011** Inbetriebnahme Ladestation Einkaufszentrum „BAUHAUS“, Bremen

### VERANSTALTUNGEN

- 10.6.2010** 7. Fachtag für alternative Antriebs- und Kraftstofftechnologie
- 5.9.2010** Autofreier Sonntag der Stadt Bremen, Ausstellung und Beratung
- 17.9.2010** HanseLife 2010, Präsentation von E-Fahrzeugen und Informationen sowie Beratung auf der Consumer-Ausstellung
- 21.6.2011** Mobilitätstag am Weserstadion mit Präsentation von E-Fahrzeugen
- 14./15.9.2011** Fachtagung Elektromobilität: „Erfahrungen - Entwicklungen - Erwartungen“

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Für die Benutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur hält swb das zeitabhängige Abrechnen von Ladevorgängen über die Mobilfunkrechnung für einen vielversprechenden Weg und arbeitet aus diesem Grund mit dem Projekt ZALM der ebg in Lünen zusammen.

Die im Projekt entwickelten swb-Dienstleistungen wie Fahrzeugausleihe und Infrastruktur-Check sollen möglichst durch Zusammenarbeit mit Partnerunternehmen um weitere Dienstleistungen und Produkte ergänzt werden. Ein erster Schritt ist das Angebot eines Vorteilspakets in Kooperation mit Opel, das einen kostenfreien Infrastruktur-Check für Ampera-Fahrer sowie ein vergünstigtes Ökostromangebot umfasst.

## >> 02/07 PMC MODUL 3: ERPROBUNG VON ZWEI GELENKBUSSEN MIT DIESEL-ELEKTRISCHEM ANTRIEB UND ELEKTROSPEICHER UND VERGLEICH MIT KONVENTIONELL ANGETRIEBENEN BUSSEN IM LINIENEINSATZ

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Bremer Straßenbahn AG BSAG

#### Laufzeit

1.4.2010 - 30.9.2011

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- Fahrzeugtyp: Citaro G BlueTec Hybrid
- Hersteller: Mercedes-Benz, EvoBus GmbH Mannheim
- Erstzulassung: 31.3.2011
- Länge/Breite/Höhe: 17,94 m/2,55 m/3,34 m
- Antrieb: 4 Zyl. Dieselmotor, Leistung: 160 kW, Hubraum: 4.800 ccm, Euro 5
- Generator: 160 kW
- Batteriesystem: Lithium-Ionen, 26 kWh
- Referenzfahrzeuge: Urbino 18, Hersteller: Solaris; 18 m/2,55 m/3,05 m, Bj. 2008, Antrieb: 6 Zyl. Diesel, Hubraum: 9.186 ccm, 231 kW, EEV

##### Nutzung der Fahrzeuge

Hybridfahrzeuge im Linieneinsatz der BSAG

### >> MEILENSTEINE

**AP1:** Projektmanagement - Organisation, Koordinierung, Berichterstellung, Controlling (01.04.2010-30.09.2011)

**AP2:** Fahrzeuge - Beschaffung, Ausrüstung, Schulung, Betriebsplanung, Instandhaltung (01.07.2010-30.09.2011)

**AP3:** Linieneinsatz - Linieneinsatz, Zwillingsstest, tägliche Datenerfassung (Tankdaten, Störungen, Ausfälle) (01.07.2010-30.09.2011)

**AP4:** Schnittstellen - Austausch von Ergebnissen, Daten und Erfahrungen innerhalb der Modellregionen („Busplattform“)

**AP5:** Daten - Spezifikation der zu erfassenden Daten, Loggen der Daten und Vorauswertung

### ERGEBNISSE

Zunächst wurden die Hybridbusse beschafft und in die bestehende Busflotte der BSAG integriert. Dafür wurden 400 Fahrer in die Handhabung eingewiesen, Werkstattmitarbeiter (Elektrofachkräfte) geschult und die Fahrzeuge bei Polizei und Feuerwehr vorgestellt. Seit dem 11.7.2011 befanden sie sich im Linieneinsatz. Der Einsatz der beiden Hybridbusse und der beiden Referenzbusse erfolgte auf der Linie 26, einer „Schwerlastlinie“, die quer durch die Innenstadt von Bremen und die Umweltzone führt. Auf vier ausgesuchten Kursen wurden die Hybridbusse und Referenzbusse im täglichen Wechsel eingesetzt.

Im Rahmen der Untersuchung wurden Befragungen des Fahrpersonals und der Fahrgäste im Hybridbus und an Haltestellen der Linie 26 durchgeführt und die Ergebnisse PE International zur Auswertung zur Verfügung gestellt. Laufleistungen, Einsatztage und Tankdaten wurden auf der virtuellen „Busplattform“ gesammelt und ebenfalls von PE International ausgewertet.

Belastbare DK-Verbrauchswerte liegen wegen der geringen Laufleistungen (11.700 km) und aufgrund technischer Probleme im Hybridteil noch nicht vor. In der KW 38 wurde ein Zwillingsstest mit Hybrid- und Referenzfahrzeug zur Ermittlung von Kraftstoffverbrauchswerten durchgeführt.

Eine umfassende Analyse der erhobenen Daten steht noch aus, aber erste Erkenntnisse liegen bereits vor. Dazu gehört, dass Hybridbusse von den Fahrern positiv bewertet werden. Es wird angeführt, dass in der Bedienung kein Unterschied zum Dieselbus und auch keine Probleme bei der Umstellung auf den Hybridbus bestehen, dass die Beschleunigung ruckfrei und schnell vonstatten geht und dass die Fahrzeuge insgesamt eine geringere Geräusentwicklung aufweisen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 11.4. Vorstellung der Hybridbusse in der regionalen Presse und im regionalen Fernsehen (Beitrag in der Sendung „Buten und Binnen“ von Radio Bremen)
- ab Sept. Hinweise auf die Hybridbusse durch Spots im Rundfunk (RB)
- 14./15.9. Präsentation im Rahmen der Fachtagung „Elektromobilität“, Veranstalter: DFKI und Fraunhofer IFAM
- 16.9. BSAG-interne Präsentation im Rahmen der Veranstaltung „Mobil für Morgen“
- 17.9. Präsentation der Hybridbusse für die Bremer Bürger im Rahmen der Veranstaltung „Mobil für Morgen“ auf dem Marktplatz

### ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Hybridbusse werden auch über den Projektzeitraum hinaus weiter eingesetzt. Vom 4. Quartal 2011 bis zum 2. Quartal 2012 nimmt der Hersteller Nachrüstungen an den Fahrzeugen vor, die der Erhöhung der Fahrzeugverfügbarkeit und der Optimierung im Hinblick auf Betriebsstrategie, Servicefreundlichkeit sowie Brenn- und Kraftstoffverbrauch dienen. Im Rahmen des zukünftigen Einsatzes der Fahrzeuge wird der Schwerpunkt darauf liegen, Daten zur Nutzung von Hybridbussen im täglichen Linieneinsatz zu erheben, auf deren Grundlage die beste Vorgehensweise ermittelt werden kann, um die vorhandene Busflotte effektiv, umweltfreundlich und kostensparend zu erneuern.

## >> 02/08 PMC MODUL 3: LEICHTBAUFAHRZEUGE FÜR DEN STÄDTISCHEN KURZSTRECKENVERKEHR IM BEREICH TOURISTIK UND STÄDTISCHE INFRASTRUKTUR

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- H2O e-mobile GmbH
- Varel

#### Laufzeit

1.7.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Aufbau einer Flotte von 15 Leichtbaufahrzeugen mit Batterie-Elektroantrieb auf Basis von Microcar M.Go
- Einsatz in Fahrzeugflotten und im Einzelbetrieb im städtischen Verkehr bei Pflegediensten, Stadtverwaltungen, touristischen Einrichtungen und im Individualverkehr

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- Es wurden insgesamt 14 konventionelle Fahrzeuge des Typs Microcar M.Go zu H2O e-mobile Elano 1.Go umgebaut, außerdem ein Ligier BeUp zum H2O e-mobile cruiser.
- Sowohl Microcar als auch Ligier gehören zur französischen Planet Drive-Gruppe.
- Die Fahrzeuge wurden in der Klasse L7E zugelassen mit einem maximalen Gesamtgewicht (Referenzgewicht) von 400 kg.
- Sie wurden bisher privat im Individualverkehr genutzt sowie im Flotteneinsatz bei einem Pflegedienst und einem Elektroanlagengbauer.

##### Infrastruktur

An Infrastruktur wurden fünf Ladesäulen der Firma EBG vom Typ complEo beschafft, die kompatibel zu den von der EWE benutzten Säulen sind.

### >> MEILENSTEINE

Ursprünglich war geplant gewesen, das Projekt vom **1.7.2010 bis zum 30.6.2011** durchzuführen, es wurde aber fördermittelnneutral bis zum 30.9.2011 verlängert.

Als am **12.11.2010** der Zuwendungsbescheid vorlag, wurde mit der konkreten Arbeit begonnen.

Die Fertigstellung der ersten Fahrzeuge erfolgte im **Januar 2011**, die Prüfung und Zulassung im Februar.

Danach wurde das Verfahren zur Prüfung der Serienzulassung eingeleitet, wozu **von April bis Juli 2011** die EMV-Prüfungen durchgeführt wurden.

Dann folgte die Produktion der übrigen Fahrzeuge.

### ERGEBNISSE

Die Fahrzeuge haben sich als attraktiv für Nutzer erwiesen, da sie ansprechend im Design und leistungsfähig im Fahrverhalten sind. Das Zuladevolumen ist für Fahrzeuge dieser Klasse ungewöhnlich groß. Nach anfänglicher Skepsis konnten sich die Fahrer rasch auf die Besonderheiten der Fahrzeuge einstellen (Nachladen während der Fahrpausen, Nachladen über Nacht, Wegfall des Schaltens, fehlendes Motorengeräusch, hohes Drehmoment usw.) und stufte das Fahrerlebnis zusammenfassend als sehr attraktiv ein.

Die Kapazität der aus Kosten- und Vereinfachungsgründen eingesetzten Blei-Vlies-Batterien ist - insbesondere bei kalter Witterung - nicht ausreichend. Bei städtischem Stop-and-go-Verkehr mit häufigen Halten, bei denen sich die Batterien regenerieren können, wurden bis über 50 km mit einer Ladung erreicht. Bei kalter Witterung nimmt dieser Wert stark ab. Zudem scheint eine Reichweite von 100 km eine psychologische Grenze für die Akzeptanz bei den Kunden darzustellen.

Die Ausrüstung mit Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien konnte erst zum Ende der Laufzeit aufgenommen werden und befindet sich noch in der Auswertung. Das Preis-Leistungs-Verhältnis ist im Vergleich zu Bleibatterien allerdings inakzeptabel, da die zusätzliche Leistung nicht die Mehrkosten rechtfertigt (3-fache Energiemenge bei 5-fachem Preis). Deshalb sollte anstelle von Fahrzeugen mit erhöhter Reichweite eine insgesamt verbesserte Kostenstruktur mit günstigeren Fahrzeuggrundkosten angestrebt werden.

Die Kosten der Komponenten konnten durch weiterentwickelte Spezifikationen, neue Partner und vereinfachte Systeme z. T. stark gesenkt werden. Insbesondere wirkte sich positiv aus, dass die Umbaukomponenten vor Ort in Varel auf hohem professionellem Niveau gefertigt werden konnten.

Das Zulassungsverfahren birgt noch einige Unwägbarkeiten, da die anzuwendenden EU-Richtlinien nicht immer konsistent sind. Nach Auskunft des TÜV war H<sup>2</sup>O e-mobile die erste Firma, die eine Serienzulassung eines Leichtbaufahrzeugs mit Elektroantrieb einschließlich EMV-Prüfung betrieben hat. Hier ist Nacharbeit in den Normungsgremien notwendig, für die bisher bei BMVBS und Elektromobilitäts-Leitgremien nur ansatzweise Sensibilität geweckt werden konnte.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 25.2. Presstetermin - Vorstellung der ersten beiden Fahrzeuge zusammen mit Dr. Rausch (Fraunhofer IFAM)
- 20.7. Fahrzeugpräsentation auf der emobility world in Pachfurth, Österreich
- 14.9. Projektpräsentation im Rahmen des Elektromobilitäts-Workshops des PMC in Bremen
- 26.9. Projektpräsentation im Rahmen der Sustainable-Development-Konferenz der UNO in Dubrovnik

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Das Vorhaben wird mit Fokus auf verbesserte Batterietechnik, modulare und flexible Inneneinrichtungssätze und flexible Anmietkonzepte fortgesetzt (1.10.2011 - 31.12.2013).

Die Fahrzeugflotte wird durch weitere Fahrzeuge im Leasing ergänzt und der Betrieb weitergeführt und erweitert. Bei den Verhandlungen mit Vertriebspartnern wird ein Produktionsbeginn im Jahr 2012 im Umfang von 100 bis 200 Fahrzeugen jährlich angestrebt.



H<sup>2</sup>O E-MOBILE ELANO 1.GO UND TOURISTISCHES ANGEBOT AM VARELER HAFEN  
– EINSATZ IM NAHBEREICH UND ZUR ANBINDUNG VON SEHENSWÜRDIGKEITEN

## >> 02/09 PMC MODUL 3: MOVE ABOUT – E-MOBILITÄT STATT FAHRZEUGBESITZ

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Move About GmbH

#### Laufzeit

01.05. 2010 - 30.09.2011

#### Aufgaben

- Vermittlung von Finanzierungslösungen und Versicherungsverträgen für Elektroautos
- Import und Vertrieb von Elektroautos und E-Rollern
- Ausbildung von Werkstattpersonal in Kooperation mit Bosch Schulungszentrum, Berufsbildungszentren und Handwerkskammern
- Kooperation im Bereich Fahrzeugdiagnose mit der Robert Bosch GmbH
- Kooperation im Bereich Ersatzteillogistik
- Evaluierung von diversen Bordcomputern und Datenloggern für die Eignung im E-Fahrzeug
- Kooperation mit der Continental AG im gesteuerten Laden von E-Fahrzeugen
- Kooperation mit ADAC im Bereich Fahrzeugsicherheit und Rettungskarte
- Aufbau eines professionellen Kundenbeziehungsmanagements auf Basis von „SAP Business ByDesign“ für die flächendeckende Markteinführung von E-Fahrzeugen
- Aufbau einer öffentlichen Carsharing-Station an einem Wohnheim auf dem Campus der Universität Bremen
- Aufbau eines Franchise-Konzepts für Werkstätten und Autohäuser
- Nutzerbefragung auf Basis der Fragebögen der Begleitforschung

#### Ziel

Elektromobilität als Produkt mit vergleichbarem oder größerem Nutzen als die derzeit verfügbare Mobilität anzubieten

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 3 Pkw THINK City (Modelljahr 2008, 2010 und 2011), 2x Natrium-Nickelchlorid-Batterien („ZEBRA“) und 1x Lithium-Ionen-Batterie
- ein Leichtfahrzeug City EL, Bj. 2007, Lithium-Ionen-Batterie
- 6 E-Roller, Typ Govecs S.1.2, Blei-Gel-Batterie

##### Infrastruktur

- Eine öffentliche Carsharing-Station auf Privatgrundstück mit Ladesäule des Projektpartners swb (Stadtwerke Bremen)
- Zugang zu allen swb-Ladesäulen in der Umgebung über RFID-Karte

##### Nutzung der Fahrzeuge

- Die Fahrzeuge wurden im öffentlichen Carsharing (E-Pkw und E-Roller) und als Werkstatersatzfahrzeuge benutzt.
- Auf Anfrage wurden Fahrzeuge (E-Pkw und E-Roller) an Privatpersonen vergeben, die diese im Pendlerverkehr genutzt haben.
- Des Weiteren wurden die Fahrzeuge für Events wie Messen und andere öffentliche Termine benutzt.

### >> MEILENSTEINE

**24.2.2010:** Zulassung des ersten Elektroautos durch Move About in Bremen

**19.10.2010:** Kooperationsvertrag für Werkstattpartnerschaft Bosch-Service

**1.11.2010:** Inbetriebnahme des SAP-CRM-Systems

**30.6.2011:** Einweihung der öffentlichen Elektroauto-Carsharing-Station

## ERGEBNISSE

Die Move About GmbH hat für die Projektpartner und ihre eigene Geschäftstätigkeit die für die Markteinführung von Elektroautos notwendige Infrastruktur aufgebaut. Diese umfasst neben Finanzierungsinstrumenten und Versicherungsverträgen insbesondere eine funktionierende Werkstattinfrastruktur.

Move About hat die ersten Serienelektroautos für die Projektpartner importiert. Das war unumgänglich, da auf dem deutschen Markt keine homologierten Fahrzeuge verfügbar waren, sondern nur Umbauten von konventionellen Fahrzeugen. Parallel dazu gelang es, die Bosch-Service-Organisation als Kooperationspartner für die Wartung dieser Fahrzeuge zu gewinnen. Im Bereich Aus- und Weiterbildung von Werkstattmitarbeitern wurden Lehrgänge zur Fahrzeug- und Hochvolttechnik durchgeführt. Dadurch ist eine funktionierende Wartungsinfrastruktur für Elektroautos in Bremen und Umgebung entstanden.

Die zum Teil neuartigen Steuergeräte wurden in die Werkstatt-Diagnosesysteme von Bosch aufgenommen. Die Diagnosesignale von E-Fahrzeugen sind nicht einheitlich, weshalb hier weiterer Normungsbedarf besteht. Die über die Fehlerdiagnose weit hinausgehende Messung und Analyse von Batterie- und Fahrzeugdaten setzt detailliertes Wissen über die im Fahrzeug verbauten BUS-Systeme voraus.

Für die Vermietung müssen Bordcomputer und Kartenlesegeräte in die Fahrzeugelektrik (Türöffnung, Wegfahrsperr) integriert werden. Die Buchungssysteme müssen bei der Fahrzeugdisposition live den aktuellen Ladezustand der Batterie abfragen, weshalb Move About mehrere dieser Systeme verglich. Derzeit ist ein THINK City mit dem Buchungssystem des

Herstellers EILEO (Hertz) ausgerüstet, ein anderer prototypisch mit einer Elektronik des Automobilzulieferers Continental, mit der das Laden des Fahrzeugs gesteuert werden kann. Für die Ausleihe von Rollern wird an besonders preisgünstigen, mobil nutzbaren Lösungen gearbeitet. Eine Herausforderung ist der wirtschaftliche Aufbau einer funktionierenden Ersatzteillogistik bei noch geringen Stückzahlen.

Die Erprobung der Elektrofahrzeuge fand in verschiedenen Szenarien statt. Ein THINK City wurde gemeinsam mit zwei E-Rollern als Carsharing-Fahrzeug am internationalen Studentenwohnheim „Galileo Residenz“ am Campus der Universität Bremen eingesetzt. Die anderen Fahrzeuge dienten als Kundenersatzfahrzeuge, für öffentliche Veranstaltungen und für die Erstellung des Werkstatt-Diagnosesystems. In einigen Fällen benutzten Privatpersonen, die zu ihrer Arbeitsstelle pendeln, Fahrzeuge auch über mehrere Wochen ausschließlich. Um die privaten und gewerblichen Anfragen nach Elektromobilität optimal betreuen zu können, wurde ein Customer-Relationship-Managementsystem des deutschen Herstellers SAP in Betrieb genommen. Auf Initiative des ADAC wurden durch Vermittlung von Move About sicherheitsrelevante Informationen für Rettungskräfte auf einer Rettungskarte für den THINK City zusammengestellt und alle Fahrzeuge in der Modellregion damit ausgestattet.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABETERMIN 2010

- 18.6. Übergabe der ersten E-Autos an die Projektpartner Fraunhofer IFAM und DFKI

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 12.5. Präsentation des Geschäftsmodells „Mobilität auf Abruf“ für Institute und Unternehmen im Technologiepark, After-Work-Party Technologiepark, Universität Bremen
- 15.6. Vortrag „Mobility on Demand - Anforderungen an moderne ITSysteme“, SAP Innovationsmarktplatz, Mannheim
- 7.6. Beitrag Radio Bremen: „Neue Fahrzeuge bergen neue Herausforderungen für Rettungskräfte“
- 30.6. Übergabe eines THINK an die Carsharing-Station „Galileo Residenz“
- 30.6. Diagnosesoftware für THINK City verfügbar, außerdem Mitarbeit bei diversen Veranstaltungen in der Modellregion Bremen-Oldenburg

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Aus- und Weiterbildungskampagne für Werkstätten, die in Zusammenarbeit mit der Bosch-Service-Organisation, den Handwerkskammern und den Berufsbildungszentren durchgeführt wurde, soll weiterbetrieben und ausgeweitet werden.

Außerdem ist geplant, ein Franchise-System im Bereich Car-sharing für Werkstätten und Autohäuser aufzubauen. Zum Zweck der Bestimmung des Restwerts von Fahrzeugen und Batterien werden derzeit und auch zukünftig Fahrdaten aus dem Realbetrieb ermittelt und analysiert. Weiterhin sollen Batterien als stationäre Energiespeicher (Second Life) z. B. in Ausleihstationen genutzt werden. Eine weitere Maßnahme wird darin bestehen, die IT-Infrastruktur für die Buchung von E-Fahrzeugen und ihre administrative Abwicklung auszubauen und in den öffentlichen Personennahverkehr zu integrieren.

## >> 02/10 PMC MODUL 4: VERKEHRSKONZEPTE UND GESCHÄFTSMODELLE

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
- Jacobs University gGmbH
- BIBA - Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
- OFFIS e. V.
- Verein zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in der Freien Hansestadt Bremen e. V. (VFwF)
- Freie Hansestadt Bremen
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. (FhG)
- Universitäten Bremen

#### Laufzeit

1.10.2009 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Ermittlung von Nutzerbedürfnissen, Analyse der Hersteller- und Betreibersicht sowie des Infrastrukturlayouts
- Entwicklung von Geschäftsmodellen und Verkehrskonzepten im Bereich Elektromobilität
- Erstellung fundierter und durchführbarer Vorschläge sowie belastbarer Pläne zur Einbindung von Elektrofahrzeugen in Konzepte und Strategien der „Urbanen Mobilität“ und des öffentlichen Nahverkehrs

### >> MEILENSTEINE

**8.10.2011:** Vorstellung und Diskussion der Zwischenergebnisse aller Partner im Rahmen eines Modulworkshops

**1.5.-17.6.2011:** Befragung potenzieller Nutzer in der Modellregion

**18./19.8.2011:** Wissenschaftlicher Workshop „Evolutionary Paths towards the Mobility Patterns of the Future“, u. a. Vorstellung und Diskussion ausgewählter vorläufiger Ergebnisse der sozioökonomischen Begleitforschung der Modellregionen

### ERGEBNISSE

Da Modul 4 einen kooperativen Charakter hatte und seine Arbeitspakete aufeinander aufbauten, fand eine enge Zusammenarbeit zwischen den Modulpartnern statt. Der fachliche Austausch und ein kontinuierlicher Informationsfluss wurden dabei insbesondere durch die zahlreichen Workshops, Lenkungs-kreistreffen und einen Share-Point auf der Internetseite der Modellregion sichergestellt.

In der Modellregion Bremen/Oldenburg wurde eine Befragung durchgeführt, um zu ermitteln, welcher Personenkreis im Hinblick auf sein Mobilitätsverhalten als Nutzer von Elektrofahrzeugen infrage kommt und wie verschiedene Personengruppen derzeit Elektromobilität wahrnehmen und bewerten. Dadurch konnten die Bedürfnisse verschiedener potenzieller Nutzer ermittelt werden, was die Entwicklung von Geschäftsmodellen und Verkehrskonzepten im Bereich Elektromobilität mit Blick auf die Betreiber und die Infrastruktur ermöglichte.

So sind Elektroautos z. B. im Rahmen des alltäglichen Fahrverhaltens hinsichtlich ihrer Reichweite für die meisten Befragten durchaus akzeptabel. Außerdem können die meisten Nutzer die Batterien sogar zu Hause aufladen. Carsharing und Car2Go bilden dabei aufgrund der kurzen Strecken eine gute Basis für die Etablierung der Elektromobilität im städtischen Kontext. Die Anwendung im ländlichen Raum, beispielsweise als Zweitwagen, führt zu einer schnelleren Amortisation der hohen Anschaffungskosten, da hier im Schnitt eine höhere Fahrleistung zu beobachten ist, die aber trotzdem bereits heute durch Elektrofahrzeuge geleistet werden kann. Das ländliche Umland in der Modellregion Bremen/Oldenburg ist insgesamt durch ein eher dünnes ÖPNV-Netz gekennzeichnet. Vor diesem Hintergrund ist die Betrachtung von elektrisch angetriebenen Pkw in der Modellregion von besonderer Bedeutung. Bei der Sensibilisierung für das Thema Elektromobilität sollte der Schwerpunkt auf den ländlichen Raum gelegt werden, da das Bremer Stadtgebiet verhältnismäßig gut im ÖPNV vernetzt ist und die meisten Einwohner aufgrund ihrer ganzjährigen Nutzung des Fahrrads effizient mobil sind.

Im Rahmen des Projekts wurde ein Simulationsmodell zur Planung und Steuerung entwickelt, um so das Potenzial verschiedener Infrastrukturlayouts, besonders im Hinblick auf die Verteilung von Ladestationen, zu ermitteln.

Die Nutzerbefragung und die Simulation des Verkehrsnetzes haben gezeigt, dass für eine effiziente Infrastruktur gezielt Standorte ausgewählt werden sollten, die auch tatsächlich als Lademöglichkeiten zur Verfügung stehen und/oder den Fahrern das Gefühl geben, bei Bedarf laden zu können. Dabei scheint es nicht erforderlich zu sein, ein sehr enges Infrastrukturnetz aufzubauen: Fast alle Pkw werden zum Einkauf genutzt und dann vor Ort für einen längeren Zeitraum abgestellt; die Parkplätze an entsprechenden Einkaufsmöglichkeiten sind häufig nicht im öffentlichen Raum angesiedelt und deshalb besonders gut für die Errichtung von Ladeinfrastruktur geeignet.

Die meisten Befragten sehen Elektromobilität als ökologisch positiv oder sehr positiv. Gleichzeitig zeigt sich, dass Elektromobilität sowohl über den Kostenfaktor als auch über die Umweltfreundlichkeit glaubhaft punkten muss, um den Kundenerwartungen zu genügen.

Das Modul 4 unterstützte darüber hinaus weitere Projekte in der Modellregion Bremen/Oldenburg hinsichtlich sozioökonomischer Fragestellungen, z. B. die Flottenversuche (Modul 3). Deshalb wurde die Ausweitung der Laufzeit von Modul 4 notwendig, um die Aktivitäten der länger laufenden anderen Module in der Modellregion begleiten und den Informationsfluss zwischen allen Modulen gewährleisten zu können. Weiterhin wurden zur Zielerreichung in Modul 4 Ergebnisse aus Modul 2 („Intelligente Integration Elektromobilität“) im Rahmen der Flottenversuche erprobt und umgesetzt.

WORKSHOP „EVOLUTIONARY PATHS TOWARDS THE MOBILITY PATTERNS OF THE FUTURE“, AUGUST 2011

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 15.9. „Clean Mobility Insights“ - Präsentation der Zwischenergebnisse aus Arbeitspaket 2 auf der NOW-Veranstaltung
- 15.1. Vorstellung des Zwischenstands der Arbeiten im Rahmen der 5. Beiratssitzung der Modellregion

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 18./19.8. Koordination und Durchführung des Workshops „Evolutionary Paths towards the Mobility Patterns of the Future“
- 15.9. „Fachtagung Elektromobilität: Erfahrungen - Entwicklungen - Erwartungen“ - Vorträge des Konsortialführers und aller Partner

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Folgende Themen bieten sich zur zukünftigen Bearbeitung an:

- Rolle spezifischer Nutzergruppen als Pionieranwender für die Diffusion und Steigerung der Akzeptanz von Elektromobilität
- Einbindung von Elektromobilität in dezentrale Konzepte der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen
- Möglichkeiten der Elektromobilität für ausgewählte Nutzergruppen (Senioren und Kinder)
- Elektromobilität im ländlichen Raum
- Einbindung der Elektromobilität in intermodale Verkehrskonzepte
- Auswirkungen von Elektromobilität auf Stadt- und Regionalplanung



# >> 03 MODELLREGION BERLIN/POTSDAM

## >> KURZDARSTELLUNG

### Projektleitstelle

TSB Innovationsagentur Berlin GmbH

### Laufzeit

1.7.2009 - 31.10.2011

### Aufgaben & Projektziele

- Zentrale Anlaufstelle in der Modellregion
- Integration und Koordination der Einzelakteure
- Kommunikation des Gesamtthemas
- Langfristige Unterstützung der Elektromobilität in der Region

## >> MEILENSTEINE

Der Aufgabenbereich der Regionalen Projektleitstelle gliederte sich in die drei Bereiche Programmmanagement, Projektentwicklung und Umsetzung sowie Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit.

Neben der Funktion als zentrale Anlaufstelle betreute die Projektleitstelle mehrere Projekte auf ihrem Weg zur Bewilligung und danach, setzte die Website [www.e-mobil-bb.de](http://www.e-mobil-bb.de) auf und wirkte am „Aktionsprogramm Elektromobilität Berlin 2020“ mit.

## ERGEBNISSE

Das Interesse an den Aktivitäten der Modellregion Berlin/Potsdam war sehr groß. Die regionale Projektleitstelle beantwortete eine Vielzahl von Anfragen unterschiedlicher Herkunft und versorgte die Interessierten mit Informationen über die Modellregion und die laufenden Projektaktivitäten. Die Projektleitstelle führte regelmäßig Präsentationen durch, und zwar sowohl in der Region als auch im nationalen und internationalen Maßstab. Die Leitstelle konnte den meisten Anfragen nachkommen, die Modellregion Berlin/Potsdam und darüber hinausgehend den Modellregionenansatz als Ganzes vorzustellen. Mithilfe der Website wurde zudem die Versorgung der breiten Öffentlichkeit mit Informationen zur Modellregion sichergestellt.

Eine Reihe von Gesprächen mit potenziellen Projektpartnern, nationalen Verbänden und internationalen Delegationen führte zu einer engeren Vernetzung mit den verschiedenen Akteuren im Bereich Elektromobilität, aber auch zur gemeinsamen Durchführung von Maßnahmen mit den anderen Modellregionen und der NOW. Zwei Statusseminare „Elektromobilität Berlin-Brandenburg“ wurden veranstaltet, um auch die regionale Fachöffentlichkeit zielgerichtet über die Arbeiten in der Modellregion und mögliche Folgeaktivitäten zu informieren.

Die Projektleitstelle nahm zudem unterstützend an der Projektentwicklung teil. In Abstimmung mit dem Projektträger Jülich, der NOW und der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung konnten mehrere Projekte gemeinsam mit den Partnern zur Bewilligung gebracht werden.

Das Thema Elektromobilität hat seit dem Start der Modellregion Berlin/Potsdam eine hohe Dynamik entwickelt. Mit der Gründung der Berliner Agentur für Elektromobilität (eMO) im 2. Halbjahr 2010 erfolgte unter Mitwirkung der Projektleitstelle eine weitere Bündelung der Kräfte in der Region, um das Thema in nachhaltiger Weise zu entwickeln.

Die Entwicklung der Elektromobilität in der Hauptstadtregion wird vom Berliner Senat als wichtige Aufgabe angesehen. Das Aktionsprogramm „Elektromobilität Berlin 2020“, das im März 2011 präsentiert wurde, behandelt neben den verkehrlichen, mobilitätsbezogenen und stadtentwicklungspolitischen Aspekten auch Fragen der Technologie- und Standortentwicklung.

Das unter Mitarbeit der Projektleitstelle erarbeitete Aktionsprogramm zeichnet den Weg vor, den Berlin zum Erreichen seiner Ziele im Bereich E-Mobilität beschreiten will, und definiert verschiedene Aktionsfelder. Im Zuge der Entwicklung des Programms wurde eine Reihe von Projektansätzen bestimmt, die mit Unterstützung der Projektleitstelle für die Umsetzung konkretisiert wurden und bundesweite sowie regionale Programme und Förderschwerpunkte betreffen. Im Laufe des Jahres wurde das Programm in Partnerschaft mit dem Land Brandenburg in einen konkreten Maßnahmenplan überführt.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABETERMIN 2010

- 21.12. Übergabe des letzten Förderbescheids im Programm „Modellregionen Elektromobilität“ durch Bundesminister Dr. Peter Ramsauer (MdB) an das Projekt „E-City-Logistik“

### VERANSTALTUNG 2010

- 16.-19.9. Messe Clean Tech World, Berlin

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 1.3. 1. Statusseminar Elektromobilität  
Berlin-Brandenburg
- 4.-8.4. MobiliTec, Hannover Messe
- 13.5. Pressekonferenz zur Einrichtung des Innovationslabors Elektroverkehr in Steglitz-Friedenau
- 1.7. Journalistenworkshop im Rahmen des Forums Technikjournalismus, Berlin
- 25.10. 2. Statusseminar Elektromobilität  
Berlin-Brandenburg

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Arbeiten der Regionalen Projektleitstelle der Modellregion Berlin/Potsdam sollen auch weiterhin kontinuierlich fortgeführt werden, um die langfristige Entwicklung der Elektromobilität in der Hauptstadtregion sicherzustellen. Die TSB Innovationsagentur Berlin hat daher einen entsprechenden Projektantrag beim BMBVS eingereicht, der positiv beschieden wurde.

## &gt;&gt; 03/01 BERLIN ELEKTROMOBIL (KURZ: BeMOBILITY)

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- Deutsche Bahn (Konsortialführer)
- InnoZ
- Bosch
- HaCon
- RWE
- Vattenfall
- DAI-Labor
- Solon
- Contipark

## Assoziierte Partner

- BVG
- S-Bahn
- VBB
- Toyota
- TÜV Hessen
- LSE
- NBB
- Reiner Lemoine Institut
- Schneider Electric
- GASAG

## Laufzeit

August 2009 - September 2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Integration von Elektrofahrzeugflotten in den öffentlichen Verkehr
- Aufbau elektrischer Fahrzeugflotten und Stellplätze
- Entwicklung und Umsetzung integrierter Produktbilder
- Informationen über Internet und Smartphone-Applikation

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

- Im Projekt befanden sich 50 Elektro- und Hybridfahrzeuge im eCarsharing-Einsatz sowie partiell in betrieblichen Flotten.
- Die eCarsharing-Autos standen an Verkehrsknotenpunkten sowie in Wohngebieten des Bezirks Prenzlauer Berg zur Ausleihe zur Verfügung.
- Die Standorte wurden mit Ladeinfrastruktur der Partner DB Energie, RWE und Vattenfall ausgerüstet.
- Es bestanden 15 Entleihstationen und rund 25 Ladestellen, von denen DB Energie neun, Vattenfall 14 sowie RWE und Solon je zwei unterhielten.
- Eine Schnittstelle zwischen der Infrastruktur (Fahrzeuge, Ladesäulen) und Nutzern bildete die Android/iPhone-Applikation „BeMobility Suite“, die Fahrzeug-, Routen- und Standortinformationen auf einer gemeinsamen Benutzeroberfläche bietet.

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Die Laufzeit gliederte sich in drei Phasen:

**August 2009 - März 2010:** Laborphase

**April - Oktober 2010:** Entwicklungsphase

**November 2010 - September 2011:** Pilotphase

Die Projektarbeit fand während dieser Zeit in sieben Arbeitspaketen statt.

AP 2 (Nutzeranforderungen) führte Befragungen durch:

**November / Dezember 2010:** T0-Befragung (vor Erstnutzung)

**November 2010 bis April 2011:** T1 (nach Erstnutzung)

**ab August / September 2011:** T2 (nach längerer Nutzung)

**Juni 2011 - September 2011:** TOM / TIM (Befragungen zur Mobilitätskarte)

## ERGEBNISSE

Es wurden fünf Produktbilder entwickelt, von denen „Berlin Mobil“ ausgewählt und weitgehend umgesetzt wurde. Es bestand ein Carsharing-Angebot mit Elektro- und Hybridautos, die im Innenstadtbereich an 15 Stationen in Nähe zum öffentlichen Verkehr bzw. Wohnungsnähe entleihbar waren. Mit der Mobilitätskarte wurde ein dazu passendes integriertes Angebot getestet, das es den Nutzern erlaubte, herkömmliches und elektromobiles Carsharing, ein Fahrradverleihsystem und den öffentlichen Nahverkehr im Berliner Tarifbereich ABC zu nutzen.

Die Ergebnisse der Begleitforschung haben gezeigt, dass die Nutzer vor allem dem typischen Carsharer-Profil entsprachen: mehrheitlich männlich, ca. 40 Jahre alt, hohes Bildungsniveau, erwerbstätig mit überdurchschnittlichem Einkommen, Smartphone-Verfügbarkeit, diverse Mobilitätsformen. Die Auswertungen weisen darauf hin, dass generell ein hohes Nutzungsinteresse besteht, aber nicht die Bereitschaft, signifikant mehr als für klassisches Carsharing zu bezahlen. Die Käufer der Mobilitätskarte entsprachen ebenfalls dem genannten Nutzertyp. Sie wohnen meist in der Innenstadt, nutzen oft den ÖPNV und sind für multimodale Konzepte offen. „Grüner“ Ladestrom ist vielen wichtig. Als Verbesserungen wurden in erster Linie eine Erhöhung der Stationsdichte und eine Verringerung der Kartenzahl gewünscht (derzeit Kunden-, Lade-, Park- und Mobilitätskarte).

Die Umsetzung litt am Projektbeginn unter verzögertem Fahrzeugzulauf und witterungsbedingten Fahrzeugausfällen. Die für die Stationen ausgewählten Standorte haben sich bewährt. Die Reichweite der Fahrzeuge wurde im Alltag meist als ausreichend eingeschätzt; nur bei Routinebrüchen stellte ihre Begrenztheit gelegentlich ein Problem dar. Die technischen Rahmenbedingungen sind noch verbesserungsfähig. So sind aufgrund mangelnder Standardisierungen der Ladeinfrastruktur (Stromanschlüsse) in Berlin bis dato keine Ladestationen für Pedelecs im öffentlichen Raum verfügbar. Des Weiteren zeigten sich bei den elektrischen Umbaufahrzeugen der ersten Generation technische Schwächen, die die Verlässlichkeit im Carsharing-Einsatz beeinträchtigten. Außerdem bedürfen lückenhafte Datenschnittstellen zwischen den Anbietern einer technischen und organisatorischen Überbrückung.

Auf der ordnungspolitischen Ebene erwiesen sich die Genehmigungsverfahren zur Einrichtung der Stellplätze als zeitintensiv. Mangelnde gesetzliche Grundlagen und fehlende Geschäftsmodelle zur Infrastrukturfinanzierung stellten hier die zentralen Hürden dar. Sie sorgten für erhöhten Betriebsaufwand und führten teilweise zu Verunsicherung auf Seiten der Nutzer. Auf der Organisationsebene hat sich die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Unternehmen als entscheidend erwiesen. Erfolgsfaktoren waren hier gemeinsame Arbeits- und Projekttreffen im Rahmen der „Plattform elektroMobilität“.

Die Übertragung des Konzepts auf ähnliche Nutzungsumfelder im Ausland ist durch internationale Kontakte vorbereitet worden, wird aber aufgrund der unterschiedlichen Bedingungen eine Herausforderung darstellen. Trotz der genannten Einschränkungen ist nach wie vor ein großes Interesse in Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit zu verzeichnen, das den Bedarf an erfahrbaren Praxisbeispielen bestätigt.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABETERMINE 2010

<b>Mai</b>	Beginn des Zulaufs der Citroën C 1
<b>Mai</b>	Übergabe der Pedelecs
<b>Juni</b>	Übergabe der Toyota Prius Plugin Hybrid
<b>Juni</b>	Einweihung der Plattform elektroMobilität
<b>August</b>	Übergabe Smart ed

### ÜBERGABETERMINE 2011

<b>Februar</b>	Übergabe Fiat 500 zur dreiwöchigen Testnutzung
<b>Mai</b>	Fertigstellung der erweiterten Carsharing-Station an der Plattform elektroMobilität
<b>Mai / Juni</b>	Zulauf Citroën C Zero
<b>Juli / August</b>	Fertigstellung der Stellplätze im Berliner Bezirk Prenzlauer Berg

### VERANSTALTUNGEN (AUSWAHL)

<b>5.-6.10 / 28.5.</b>	Lange Nacht der Wissenschaften 2010 und 2011
<b>2.2. 2011</b>	„Intelligent City Salon“ zum Zwischenstand BeMobility
<b>11.7.-30.9. 2011</b>	Ausstellung „Zukunft der Mobilität“ im „Q110 - Die Deutsche Bank der Zukunft“
<b>8.12.2011</b>	Abschlussveranstaltung BeMobility 1.0

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

In dem Anschlussprojekt Berlin elektromobil 2.0 wird angestrebt, die Zahl der Testnutzungen zu erhöhen, um Verkehrseffekte zu berechnen und die Entwicklung eines integrierten Terminals voranzutreiben (inklusive Ladung und Buchung von Rad, Pedelec und Elektroauto). Dazu sollen die Fahrzeugflotte ausgebaut und erneuert sowie eine Erweiterung der Ladestellen erreicht werden. Ziel ist, die Verfügbarkeit der Fahrzeuge weiter zu erhöhen und ihre Integration in ein Smart-Grid zu untersuchen. Das theoretisch entwickelte Produktbild „Stadt-Pedelecs“ soll praktisch umgesetzt und erforscht werden. Es soll weiterhin daran gearbeitet werden, die Übertragbarkeit des Konzepts auf andere Großstädte im In- und Ausland sicherzustellen.



E-CARSHARING-STATION BEI DER LANGEN NACHT DER WISSENSCHAFTEN, MAI 2011

## >> 03/02 AUE-MOBILITY – AKUSTISCHE EIGENSCHAFTEN DER E-MOBILITÄT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Angelo D' Angelico

#### Laufzeit

1.2.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Fundierte Datenbanken, Analysen und Studien zur Abwägung des tatsächlichen Gefahrenpotenzials zukünftiger geräuscharmer Fahrzeuge
- Betrachtung des Potenzials der Elektromobilität zur Lärmemissionsreduzierung
- Generierung von Lösungen für Signalklänge

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- Keine eigenen Fahrzeuge
- Zugriff auf Fahrzeuge der Partner in den Modellregionen

### >> MEILENSTEINE

**Januar 2011:** Theoretische Studien und Abgleich bekannter Studien abgeschlossen

**März 2011:** Onlineumfrage abgeschlossen  
(mehr als 400 Teilnehmer, ca. 800.000 gefahrene km)

**April 2011:** Einbringung neuer Aspekte in die United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) und die Plattform Umwelt

**Mai 2011:** Messungen an diversen Fahrzeugen abgeschlossen

**Juni 2011:** Abschluss Auswertung Audioaufnahmen und 3-D-Grafiken

**Juli 2011:** Präsentation vorläufiger Ergebnisse für die Öffentlichkeit

### ERGEBNISSE

Das Projekt deckte strukturelle Fehler im bislang verwendeten Norm-Messverfahren für akustische Vergleiche von E-Fahrzeugen mit solchen mit Verbrennungsmotor auf. Es wurde die anspruchsvolle Aufgabe unternommen, eine eigene Messanordnung zu entwerfen. Die mit dieser neuen Anordnung durchgeführten Messungen deckten erhebliche Unterschiede bei der Klangentwicklung herannahender E- und konventioneller Fahrzeuge auf.

Es wurde eine universell gültige Klangstruktur bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren identifiziert. Auf Grundlage dieser Struktur wurde ein künstliches Fahrgeräusch entwickelt, das E-Fahrzeuge mithilfe eines Audiogenerators von sich geben können. Es zeigte sich, dass die modifizierten Fahrzeuge von Verkehrsteilnehmern erheblich besser wahrgenommen werden als herkömmliche E-Fahrzeuge, auch wenn der Pegel gering und die Modifikation nur beim Anfahren zugeschaltet sind: Offensichtlich spielt die Art des Klanges eine entscheidendere Rolle als die Lautstärke.

Bei der Recherche konnten keine dokumentierten Unfälle ermittelt werden, die eindeutig auf die Geräuscharmheit von E-Fahrzeugen zurückzuführen sind. Im Rahmen einer Onlineumfrage wurden erfahrene Nutzer um ihre Einschätzung der Risiken von E-Fahrzeugen gebeten. Auf diese Weise wurden u. a. Schilderungen kritischer Situationen festgehalten, die in die Untersuchung von Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit einfließen werden.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2011

- März** Vorstellung der Ergebnisse, speziell in Bezug auf die Thematik Lärminderung, Metropolenkongress - Grüne Stadt der Zukunft, Berlin
- April** Portrait UNESCO San Diego State University
- Oktober** Präsentation der Ergebnisse auf der DEGA-Jahrestagung

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

In Zukunft wird zum einen überprüft werden müssen, ob Geräuschgeneratoren als zusätzliche Klangquelle in E-Fahrzeugen sinnvoll sind, und zum anderen, ob die Klangerzeugung in einer vertretbaren Lautstärke überhaupt möglich ist.

Als Nächstes ist ein Projekt zur zusätzlichen akustischen Optimierung von E-Lieferfahrzeugen angedacht, bei dem insbesondere die Aspekte der erweiterten Lieferzeiten und der innerstädtischen Lärminderung berücksichtigt werden. Außerdem soll eine audiovisuelle Simulation erstellt werden, mit deren Hilfe die Potenziale zukünftiger Lärminderung durch E-Mobilität anschaulich dargestellt werden können.

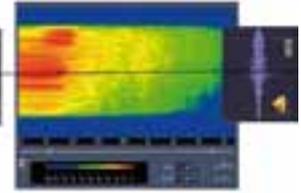
Die Kommunikation der Partner aus verschiedenen Modellregionen sollte für zukünftige Projekte optimiert werden, denn es zeigte sich, dass erst zu einem späten Zeitpunkt projektübergreifende Synergieeffekte erzielt wurden.

### AKUSTISCHER VERGLEICH VORBEIFAHREN EINES KURIERFAHRZEUGES BEI 30 KM/H

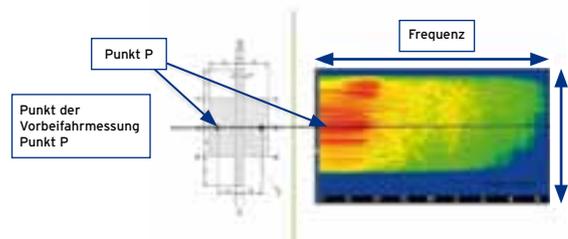
Elektrofahrzeug



Fahrzeug mit  
Verbrennungsmotor



### VORBEIFAHRTMESSUNG NACH DIN ISO 362 MESSUNGEN AUE-MOBILITY



Der eigentliche Messwert ergibt sich aus der Verrechnung der A-bewerteten Maximalpegel unterschiedlicher Durchläufe.

Dies ergibt **einen** absoluten Messwert. Die Höhe des Messwerts wird maßgeblich von der Messung am Punkt P bestimmt.

Es wird eine Zeitspanne betrachtet.

Jedem Zeitpunkt wird ein frequenzabhängiger relativer Pegelwert zugeordnet.

Kein absoluter Messwert. Für jeden Zeitpunkt wird die Lautstärke der Frequenz dargestellt.

## &gt;&gt; 03/03 E-CITY-LOGISTIK

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

**Partner**

- Deutsche Post DHL
- Meyer & Meyer
- Fraunhofer Institut IPK
- Verkehrsinformationszentrale Berlin (VMZ)
- Logistics Network Consultants (LNC)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (SenStadt)

**Laufzeit**

1.7.2010-30.9.2011

**Aufgaben & Projektziele**

- Mit diesem Vorhaben sollte untersucht werden, welche Potenziale elektrisch angetriebene Nutzfahrzeuge im innerstädtischen Belieferungsverkehr in den Bereichen Verkehr, Energie und Umwelt bieten.
- Außerdem sollte der logistische und ordnungsrechtliche Gestaltungsbedarf ermittelt werden, um die Potenziale ausschöpfen zu können.
- Die verkehrsbezogenen Potenziale liegen insbesondere in der durch geräuscharme Elektrofahrzeuge möglichen Ausdehnung der Belieferung in die Tagesrandlage, die zu einer zeitlichen Entzerrung des Lieferverkehrs führen können.

**Fahrzeuge & Infrastruktur****Fahrzeuge**

Es wurden Nutzfahrzeuge in zwei Gewichtsklassen eingesetzt:

1. DHL betrieb drei vollelektrische Iveco Daily (3,5 t zulässiges Gesamtgewicht) mit Standard-Kofferaufbau und am Bedarf orientierter, reduzierter Reichweite zur Gewichts- und Kostenersparnis.
2. Meyer & Meyer betrieb zwei in Eigenregie vollelektrisch umgerüstete 11-Tonnen-MAN-Basisfahrzeuge mit einer Reichweite von bis zu 200 km.

**Infrastruktur**

- Die Ladeinfrastruktur bestand aus Kabelabrollern mit erheblichem Leitungsquerschnitt (LKW-Anforderungen) und fahrzeugangepassten Steckern, die in den Depots der Betreiber nahe der Beladungstore der Fahrzeuge wandmontiert wurden.
- Die Energieversorgung erfolgte aus nachhaltigen Quellen, sodass die CO<sub>2</sub>-Bilanz nahezu 100 % Einsparung auswies.

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Im Arbeitspaket 1 des Vorhabens wurden die Einsatzszenarien der Fahrzeuge definiert und die Beschaffung der Fahrzeuge eingeleitet. Ein wichtiger Meilenstein des Projekts war die Vorstellung der betriebsbereiten Fahrzeuge von DHL und Meyer & Meyer anlässlich eines Pressetermins mit Minister Ramsauer am 21. Dez. 2010.

In Arbeitspaket 2, dem „Kernarbeitspaket“, wurden die geplanten Szenarien umgesetzt und der entsprechende Testbetrieb aufgenommen. DHL bediente die „letzte Meile“ bei Geschäfts- und Privatzustellungen in der Steglitzer Schlossstrasse und der Friedenauer Umgebung, während Meyer & Meyer die Fahrzeuge für die Textilbelieferung am Kurfürstendamm und in der Wilmersdorfer Straße einsetzte. Um die Nachtbelieferung praktisch zu erproben, wurde bei Meyer & Meyer eine erste Belieferung in den frühen Morgenstunden durchgeführt, für die das Fahrzeug bereits um 4:00 Uhr das Depot in Potsdam/Fahrland verließ.

Die Arbeitspakete 3 und 4 bezogen sich auf die für eine Versuchsauswertung erforderliche Datenerhebung, wobei die Auswertung der Daten in einem „Referenzhandbuch“ zusammengefasst wurde. Vor Beginn der Fahrerproben wurde die erste von zwei Befragungen durchgeführt, um das Meinungs- und Erwartungsbild von Betreibern, Fahrern und Kunden zu ermitteln. Eine weitere Befragung wurde nach etwa zwei Betriebsmonaten durchgeführt. Die Fahrzeugdaten wurden mit Lokalisierungsgeräten online erfasst.

**ERGEBNISSE**

Die Teilprojekte Meyer & Meyer und DHL verfolgten als gemeinsames Ziel die Überprüfung der Machbarkeit der jeweiligen logistischen Prozesse mit vollelektrischen Fahrzeugen. Die betrieblichen Rahmenbedingungen der beiden Unternehmen sind allerdings gänzlich unterschiedlich, weshalb die zusammenfassenden Ergebnisse im Folgenden nach den Betreibern aufgeschlüsselt werden.

Meyer & Meyer ist spezialisiert auf den Bereich Textillogistik und setzt Wechselkoffer für umschlagsarme Transportketten ein. Diese Wechselkoffer wurden durch E-Nutzfahrzeuge von der Peripherie in die Berliner Innenstadt befördert. Der Testbetrieb erbrachte folgende Ergebnisse:



1. Ein konventionelles Nutzfahrzeug, das auf elektrischen Antrieb umgerüstet im Regelverkehr der Warendistribution eingesetzt wird, erfüllt die Anforderungen.
2. Der Fahrzeugumbau erfolgte durch unternehmerische Eigeninitiative und erfüllt die Anforderungen hinsichtlich Reichweite und Leistungsfähigkeit. Das Logistikunternehmen übernimmt also die Fahrzeuggestaltung und organisiert die technische Abnahme und den Testbetrieb.
3. Entgegen den Erwartungen gab es - mit Ausnahme technischer Defekte im Antriebsstrang und bei der Infrastruktur - keinerlei betriebliche Einschränkungen: Die Logistikkonzeption bedarf keiner Anpassung an die Fahrzeugeigenschaften.
4. Die Elektromobilität macht keine veränderte Tourenplanung erforderlich: Fahrzeuge können genau wie konventionelle Fahrzeuge disponiert werden.
5. Die Batterietechnik ist fehleranfällig und teuer und schränkte die Fahrzeugverfügbarkeit im Testbetrieb ein.
6. Die Batterieladeinfrastruktur ist den kapazitiven und zeitlichen Erfordernissen eines operativ eingesetzten großen Nutzfahrzeugs nicht gewachsen (Überlastung, mechanische Beschädigungen, Lademanagement).
7. Ein wirtschaftlicher Nutzungsgrad (und dadurch die Senkung der Amortisationsgrenze) des sehr teuren E-NFZ ist nur durch Mehrschichtbetrieb zu erreichen, für den ein Wechselakkusystem erforderlich ist. Der Mehrschichtbetrieb kann durch Nutzung der zeitlichen Randlage umgesetzt werden. Das niedrige Verkehrsaufkommen außerhalb der Hauptverkehrszeiten verbessert dabei die Produktivität der Logistikkette mit E-Fahrzeugen.

DHL ersetzte klassische Zustellfahrzeuge mit Dieselantrieb durch baugleiche Fahrzeuge (Iveco Daily) mit Elektroantrieb, die vom Hersteller umgerüstet worden waren. Der Einsatz erfolgte auf der „letzten Meile“ vom Depot zum Empfänger als Verteilfahrzeug auf einer Standardtour. Die wesentlichen Ergebnisse dieses Feldversuchs sind folgende:

1. Die operationellen Anforderungen des Verteilens von Sendungen werden grundsätzlich in gleicher Weise wie durch konventionell angetriebene Fahrzeuge erfüllt. Die absehbar kurzen Gesamtstrecken der Verteilverkehre stellen keine besonderen Anforderungen an die Reichweite der E-Fahrzeuge.
2. Öffentliche Ladestellen haben aus Sicht der Fahrer nur geringe Bedeutung, da die Aufenthaltsdauer in Ladebuchten überwiegend unter 10 Minuten liegt und daher ein Nachladen praktisch wirkungslos ist.
3. Öffentliche Ladestellen können dann sinnvoll sein, wenn sowohl die fahrzeugseitige Technik als auch die Infrastruktur Schnellladung ermöglichen. Auf dieser Grundlage wären erweiterte Einsatzszenarien der E-Fahrzeuge denkbar, die aber mit Änderungen der Verteillogistik verbunden wären.
4. In der Öffentlichkeit besteht mehrheitlich Akzeptanz für die Bereitstellung einer Ladeinfrastruktur, wobei Kritiker die Umwidmung von Verkehrs- und Grünflächen ausschließen möchten.
5. Im Gegensatz zur Textillogistik bieten Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) nur geringes Potenzial für zeitliche Verlagerungen. Geringfügige Ausdehnungen in den früheren Morgen und späteren Abend von jeweils etwa zwei Stunden werden von Mitarbeitern und Kunden akzeptiert.
6. Obgleich KEP-Fahrzeuge eine hohe Präsenz und Wahrnehmung im öffentlichen Verkehrsbild erzeugen, ist ihre effektive Fahrleistung eher gering - im Versuchsgebiet weniger als 40 km täglich. Von ihrer Aufenthaltsdauer im Verkehrsraum werden nur 15% fahrend verbracht, 85% dagegen ruhend. Daraus erklärt sich eine eher geringe ökologische Gesamtwirkung der Elektrifizierung von KEP-Fahrzeugen, obgleich natürlich die Wirkung bei einer Flottenbetrachtung signifikant bleibt.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 21.12. Fahrzeuginbetriebnahme mit Bundesverkehrsminister Ramsauer am BMVBS

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 5.5. Roadshow beim Forum Elektromobilität in Berlin (Fraunhofer IPK)
- 16.6. Roadshow beim Forum Elektromobilität by German e-Cars
- 27./28.6. EMO-Workshop Berlin, Fahrzeugausstellung durch DHL bei der Challenge Bibendum
- 1.3. Statusseminar Modellregion Berlin-Potsdam
- 17.6. GSG (Voltastraße): Podiumsveranstaltung zur Elektromobilität
- 22.6. PROeMO-Workshop Antriebstechnik im IPK

ÜBERGABE DER LOGISTIKFAHRZEUGE IM BMVBS MIT DR. PETER RAMSAUER, BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Partner, insbesondere die Fahrzeugbetreiber, sehen in diesem Projekt nur einen ersten Schritt. Es ist das erklärte Ziel, den Betrieb mit E-Fahrzeugen über die Laufzeit des Vorhabens hinaus nach Nachhaltigkeits- und Wirtschaftlichkeitskriterien zu gestalten. Erkannte Defizite müssen z. T. durch veränderte Fahrzeugkonfiguration oder angepasste Logistik beseitigt werden, um weitere ökonomische und ökologische Wirkungen zu erzielen. Die nach diesen Erkenntnissen modifizierten Fahrzeuge sollen im Rahmen der Berliner „Schaufensterprojekte“ vorgestellt werden. Dabei ist das übergeordnete Ziel die Förderung des Einsatzes von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen im innerstädtischen Warenwirtschaftsverkehr.



## >> 03/04 BETRACHTUNG DER UMWELTENTLASTUNGSPOTENZIALE DURCH DEN VERSTÄRKTEN EINSATZ VON KLEINEN BATTERIEELEKTRISCHEN FAHRZEUGEN IM RAHMEN DES PROJEKTS „E-MOBILITY“

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

ÖkoInstitut e. V.

#### Laufzeit

Mai 2010 bis September 2011

#### Aufgaben & Projektziele

Bestimmung des Potenzials und der möglichen Umweltentlastungseffekte von batterieelektrischen Pkw bis zum Jahr 2030

### >> MEILENSTEINE

Bestimmung des theoretischen Potenzials von batterieelektrischen Pkw auf Basis von empirischen Mobilitätsdaten

Unternehmensbefragung zu Potenzial und Akzeptanz batterieelektrischer Pkw in gewerblichen Fahrzeugflotten

Marktszenarien für batterieelektrische Pkw 2010-2030: Berücksichtigung von theoretischem Potenzial und Akzeptanz

Vorhersage der Auswirkungen von Elektromobilität auf den Energiesektor und Quantifizierung des möglichen Klimaschutzbeitrags von Elektromobilität bis zum Jahr 2030

### ERGEBNISSE

Das Öko-Institut untersuchte im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung des Flottenversuchs „E-Mobility“ mit batterieelektrischen Kleinwagen der Daimler AG in Berlin die zukünftigen Marktpotenziale von Elektrofahrzeugen für die private und gewerbliche Anwendung sowie die daraus resultierenden möglichen Umweltentlastungspotenziale.

Bei der Szenarioentwicklung wurden langfristige Entwicklungspotenziale von Elektrofahrzeugen und veränderte Rahmenbedingungen bis zum Jahr 2030 berücksichtigt. Die Kombination von Daten zur aktuellen privaten und gewerblichen Pkw-Nutzung (MiD 2008 & KiD 2002) mit eigenen Erhebungen zur Akzeptanz von Elektromobilität - insbesondere für die gewerbliche Anwendung - sowie Realdaten aus dem Flottenversuch ermöglichten die Ableitung von Marktszenarien. In Kombination mit Ergebnissen aus der Strommarktmodellierung konnten dann Aussagen zum zukünftigen Treibhausgasminde- rungspotenzial von batterieelektrischen Pkw getroffen werden.

Die Analyse heutiger Nutzungsmuster von Privat-Pkw (inklusive Dienstwagen) hat gezeigt, dass Alltagsfahrten in der Regel auch mit einem reinen Elektrofahrzeug problemlos bewältigt werden können. Seltener lange Fahrten stellen hingegen das größte Problem dar. Der Einsatz eines batterieelektrischen Pkw ist in den relevanten Segmenten „mini“ bis „kompakt“ dennoch nur in maximal 13% der Fälle ohne alternative Mobilitätsoptionen für lange Strecken möglich. Das Potenzial in gewerblichen Fahrzeugflotten liegt je nach Segment zwischen 53 und 81%. Zwar treten auch bei gewerblichen Pkw häufiger längere Fahrten auf, diese werden jedoch als geringere Einschränkung bewertet, da größere Flotten einen flexibleren Einsatz der Fahrzeuge ermöglichen. Hier kann ein Fahrzeugpool an konventionellen und elektrischen Pkw genutzt und an die Nutzungsmuster angepasst werden. Während die geeigneten Segmente für private Pkw etwa 62% des Bestands darstellen, stellen diese für Flottenfahrzeuge lediglich einen Anteil von 3% an allen Pkw in Deutschland. Das theoretische Gesamtpotenzial für batterieelektrische Pkw in Deutschland, das auf Basis der heutigen Nutzungsmuster ermittelt wurde, liegt insgesamt bei etwa vier Millionen Fahrzeugen (siehe auch Abb. 1).

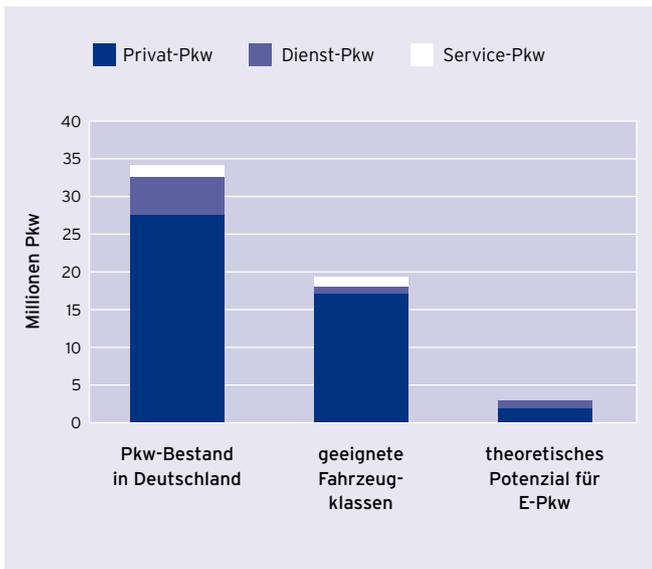


ABB. 1: HERLEITUNG DES THEORETISCHEN POTENZIALS AN BATTERIEELEKTRISCHEN PKW IM JAHR 2030 FÜR DEN DEUTSCHEN FAHRZEUGBESTAND OHNE BERÜCKSICHTIGUNG DER AKZEPTANZ. QUELLE: ÖKO-INSTITUT E.V., 2011

Wesentlich ist aber auch die Akzeptanz von Elektro-Pkw. Hinsichtlich der Eignung und Akzeptanz von Elektrofahrzeugen wurden daher über 30 Flottenbetreiber befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass Anschaffungs- und Betriebskosten weiterhin die wichtigsten Beschaffungskriterien darstellen. Die Potenziale von Elektrofahrzeugen bei Pool- und Servicefahrzeugen im eigenen Fuhrpark wurden grundsätzlich sehr unterschiedlich bewertet. Unternehmen, die den Umwelteigenschaften ihres Fuhrparks und dem „grünen“ Unternehmensimage einen hohen Stellenwert beimessen, würden einen Kostenaufschlag von 10-20 % in Kauf nehmen. Die verschiedenen Szenarioanalysen unter Berücksichtigung von Akzeptanz, theoretischem Potenzial und Technologiediffusion zeigen, dass der Anteil an batterieelektrischen Fahrzeugen (also ohne Plug-in-Hybridfahrzeuge) im Pkw-Bestand langsam zunehmen wird. Beim Ziel der Bundesregierung von 6 Mio. Elektrofahrzeugen bis 2030 könnten etwa 10 % der Fahrzeuge einen rein elektrischen Antrieb haben.

Welche Auswirkungen auf die Stromerzeugung durch den verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen entstehen, wurde mit dem Strommarktmodell POWERFLEX simuliert. Die Stromnachfrage wurde auf Basis typischer privater und gewerblicher Pkw-Nutzungsmuster stundenscharf für verschiedene Szenarien dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die zusätzliche Stromnachfrage bis zum Jahr 2030 relativ gering ist. Ohne Lademanagement könnten aber bereits früher neue Lastspitzen entstehen. Ferner zeigen die Simulationen, dass Elektrofahrzeuge als sogenannte „flexible Verbraucher“ in

Zukunft zwar zeitweise überschüssige fluktuierende erneuerbare Energien nutzen können, dass diese aber nicht ausreichen werden, um den Energiebedarf von Elektrofahrzeugen vollständig zu decken. Ohne einen zusätzlichen Ausbau von erneuerbaren Energien würde der zusätzliche Energiebedarf auch bis 2030 vor allem durch eine höhere Betriebsstundenzahl von konventionellen Kraftwerken gedeckt. Damit batterieelektrische Pkw tatsächlich einen Beitrag zum Klimaschutz leisten können, muss die Versorgung der Fahrzeuge mit Strom aus zusätzlichen erneuerbaren Energien gewährleistet sein. Für eine nachhaltige und ökologisch tragfähige Elektromobilität müssen zur Erzeugung von regenerativem Fahrstrom zusätzliche Anlagen gebaut werden, die über die derzeitigen Ausbaupläne der Bundesregierung hinausgehen.

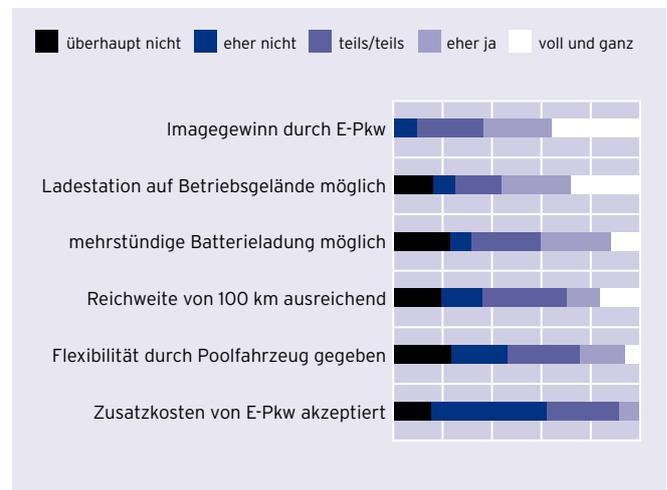


ABB. 2: AUSSAGEN ZUR INTEGRATION VON E-PKW IN GEWERBLICHE FUHRPARKS. QUELLE: UNTERNEHMENSBEFRAGUNG DES ÖKO-INSTITUT E.V., 2011

## ZUKUNFT / WEITERFÜHRUNG

Elektromobilität wird insbesondere nach 2030 von zunehmender Bedeutung für die Energiewirtschaft werden. An den gewonnenen Erkenntnissen wird klar, dass langfristige Betrachtungen notwendig sein werden, um weiterführende Forschungsfragen zu beantworten. Zu den wichtigsten dieser Fragen gehören die danach, welche Wechselwirkungen zu erwarten sind und welche Weichenstellungen frühzeitig getroffen werden müssen, um einen hohen Klimaschutzbeitrag von Elektromobilität zu gewährleisten.



# >> 04 MODELLREGION RHEIN-RUHR

## >> KURZDARSTELLUNG

### Projektleitstelle

EnergieAgentur.NRW

### Laufzeit

1.7.2009 - 31.8.2011

### Aufgaben & Projektziele

- Integration und Koordination der Einzelvorhaben in das Gesamtkonzept
- Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit
- Vorbereitung von Folgeaktivitäten
- Ausbau internationaler Kooperation
- Entwicklung der Elektromobilität

### Fahrzeuge & Infrastruktur

- ca. 200 Fahrzeuge
- ca. 500 Ladepunkte
- 50 Partner
- 25 Standorte

## >> MEILENSTEINE

**August 2009:** Etablierung der regionalen Strukturen

**Ende August / Anfang September 2009:**  
Vorbereitung und Durchführung gemeinsamer Workshops

**September 2009:** Durchführung von Dialogworkshops

**Oktober 2009:** Auftaktveranstaltung, Bestimmung der Plattformverantwortlichen

**Ende Oktober 2009:** Detaillierung der regionalen Einbettung, Demovorhaben Elektromobilität, Überführung regionaler Skizzen in förderfähige Anträge, Aufbau der regionalen Projektleitstelle

**Dezember 2009:** Start des ersten Projekts

**Dezember 2010:** Start des letzten Projekts

**Juli–Oktober 2011:** Auswertung der Projektergebnisse (Datenauswertung, Strategieüberlegungen, Berichtslegung)

## ERGEBNISSE

Grundlegendes Ziel des Förderschwerpunkts „Modellregion Elektromobilität“ war die Entwicklung von Elektromobilität aus regionalen Clustern (Modellregionen) heraus.

Die Modellregion Rhein-Ruhr setzte mit ihren Projekten drei inhaltliche Schwerpunkte:

- 1. Einsatz von Elektrofahrzeugen (Pkw, Nutzfahrzeuge, Busse, Zweiräder)** bei gewerblichen, kommunalen und privaten Nutzern, um die Fahrzeuge im Alltagsbetrieb zu testen, den aktuellen Technologiestand der Elektromobilität zu bestimmen und technische Optimierungs- und Entwicklungspotenziale abzuleiten
- 2. Aufbau und Test einer der jeweiligen Nutzung angepassten Ladeinfrastruktur** inklusive geeigneter Abrechnungssysteme sowie Entwicklung passender Geschäftsmodelle für verschiedene Anwendungsbereiche (Schwerpunkt Gewerbetakunden)
- 3. Wissenschaftliche Begleitung der Projekte** (u. a. Untersuchung des Nutzerverhaltens, der Fahrzeugakzeptanz, technischer Fragestellungen, erforderlicher Ausbildungen für Rettungsdienste und Servicekräfte usw.) zur Konzeption und Bewertung weiterführender Entwicklungs- und Förderprogramme sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene

Aufgrund der in der Modellregion Rhein-Ruhr bestehenden Rahmenbedingungen (industrieller Ballungsraum) lag der Schwerpunkt der Projekte vor allem auf dem Einsatz von Fahrzeugen bei Gewerbe- und Flottenkunden:

- Pool- und Flottenverkehre im kommunalen Bereich
- Intermodaler Gewerbeverkehr in Ballungsräumen (Stadtwerke, Energieversorgungsunternehmen, Kommunen und kommunale Dienste usw.)
- Innerstädtischer Distributionsverkehr
- Moderne Antriebs- und Verkehrskonzepte für den ÖPNV

Die Modellregion Rhein-Ruhr hat die Verbreitung der Elektromobilität erfolgreich und effektiv vorangetrieben. In den acht Projekten der Phase I wurden alle relevanten Partner, d. h. Fahrzeughersteller, Betreiber öffentlicher (ÖPNV-Unternehmen) und privater Fuhrparks, Zulieferindustrie, Energieversorger

und Kommunen erfolgreich eingebunden. Ebenso wurden Hochschulen und Forschungseinrichtungen von Anfang an in die Projektplanung miteinbezogen. Insgesamt haben 50 Partner an 25 Standorten rund 200 Elektrofahrzeuge und 500 Ladepunkte genutzt und getestet. Die Laufleistung der in der Modellregion Rhein-Ruhr eingesetzten Elektrofahrzeuge betrug weit über eine Million Kilometer. Einer der Schwerpunkte lag im Bereich ÖPNV auf der Erprobung von Dieselhybridbussen im Linienbetrieb und deren Untersuchung im Hinblick auf Umwelteffizienz. Allein die 23 eingesetzten Hybridbusse legten mehr als 690.000 km zurück.

Die Einrichtung der Projektleitstelle als regionale Koordinierungsstelle hat sich als effizientes Instrument zur Projektsteuerung bewährt. Darüber hinaus war die Zusammenarbeit der Modellregionen in den Plattformen, die sich regionsübergreifend den verschiedenen Aspekten der Elektromobilität widmeten, ein großer Erfolg.

Die Modellregion Rhein-Ruhr engagierte sich insbesondere in der Plattform Umwelt und Sicherheit, in der sie gemeinsam mit der NOW GmbH die Federführung innehatte. Darüber hinaus beteiligte sich die Modellregion intensiv an den Plattformen „Busse“, „Infrastruktur“, „Ordnungsrecht“, „Sozialbegleitforschung“ und „Kommunikation“.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Neben der Untersuchung der technischen und wirtschaftlichen Aspekte sollte auch die Öffentlichkeit für das Thema Elektromobilität in seiner gesamten Bedeutung sensibilisiert werden. Im Rahmen verschiedener Aktivitäten wurde das Thema den interessierten Bürgern durch die Arbeit der Projektleitstelle Rhein-Ruhr nähergebracht. So wurden z. B. auf verschiedenen Messen und Veranstaltungen die Inhalte des Modellregionenprogramms - insbesondere der Modellregion Rhein-Ruhr - mit Präsentationen, Redebeiträgen und Postern präsentiert (z. B. E-world 2010 und 2011, Hannover Messe 2010 und 2011).

Bei der Abschlussveranstaltung, die im Rahmen eines Bürgertags unter dem Motto „Klimafreundlicher Fahrspaß von morgen“ stattfand, konnte sich die Öffentlichkeit über die vielfältigen Aktivitäten der Projektpartner der Modellregion Rhein-Ruhr informieren. Dabei standen den Bürgerinnen und Bürgern zahlreiche Elektrofahrzeuge für Probefahrten zur Verfügung.

Darüber hinaus geben die Internetauftritte (z. B. [www.elektromobilitaet.nrw.de](http://www.elektromobilitaet.nrw.de)), diverse Imagebroschüren und Pressemitteilungen sowie verschiedene Radio- und Fernsehbeiträge ein umfassendes Bild der umfangreichen Aktivitäten der Modellregion Rhein-Ruhr.

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 9.2.-11.2. E-World Energy & Water, Essen
- 19.4.-23.4. Hannover Messe
- 15.-19.9. Clean Tech World, Berlin
- 7.10. Konferenz „Elektromobilität in Kommunen“, Düsseldorf

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 8.2.-10.2. E-World Energy & Water, Essen
- 28.2. Batterietag NRW, Aachen
- 22.3. Parlamentarischer Abend, Berlin
- 4.-8.4. Hannover Messe
- 8./9.6. 3. Deutscher Elektromobilitätskongress, Bonn
- 31.7. Bürgertag Elektromobilität, Düsseldorf

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Ergebnisse der Projekte aus Phase I der Modellregion Rhein-Ruhr liefern Erkenntnisse zum Stand der Elektromobilität und machen gleichzeitig deutlich, wo weiterer Handlungsbedarf besteht, um die Technik weiterzuentwickeln, eine breitere Anwendung zu fördern und neue Anwendungsgebiete zu erschließen. Für die folgende Phase II wurden folgende vier Schwerpunkte festgelegt:

- ÖPNV
- Wohnen und Mobilität im Ballungsraum (auch intermodale Lösungen)
- Gewerbliche Flottenbetriebe
- EU-weite und internationale Kooperationen

Die aufgebauten Strukturen bieten den Akteuren in NRW eine solide Basis zur Planung von Folgeaktivitäten (Modellregion Phase II, NPE-Schaufensterbewerbung usw.). Die Projektleitstelle Rhein-Ruhr wird auch in Phase II die regionale Koordination der Zusammenarbeit und die Abstimmung der Aktivitäten mit dem Gesamtkonzept des Modellregionenprogramms übernehmen.

## &gt;&gt; 04/01 colognE-MOBIL

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- Ford-Werke GmbH (Konsortialführer)
- RheinEnergie AG
- Stadt Köln
- Universität Duisburg-Essen

## Laufzeit

1.1.2009 - 30.9.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

**Einführung und Sichtbarmachung von Elektromobilität im öffentlichen Raum**

- Fahrzeugbetrieb, im Wesentlichen von batteriebetriebenen Kleintransportern, unter Alltagsbedingungen im normalen Kundenbetrieb
- Auswertung der Kundenerfahrungen und Befragung von potenziellen Kunden hinsichtlich der Akzeptanz, ihrer Anforderungen an die Elektromobilität und ihrer Zahlungsbereitschaft
- Entwicklung und Aufbau von Ladetechnik und -infrastruktur im Großraum Köln
- Aufskalierung der Flottenversuche mithilfe von Verkehrssimulationen und Fahr simulatoren
- Entwicklung eines Systemansatzes unter Berücksichtigung von Luftqualität, Kundenakzeptanz, Logistikkonzepten und Sicherheitsaspekten

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

- 10 Versuchsfahrzeuge vom Typ Transit BEV, 40-kWh-Lithium-Ionen-Batterie, Reichweite 165 km, Höchstgeschwindigkeit 80 km/h
- 10 Vorserienfahrzeuge Transit Connect Electric, 28-kWh-Lithium-Ionen-Batterie, Reichweite 130 km, Höchstgeschwindigkeit 120 km/h
- 5 Fahrzeuge vom Typ Focus Electric, 23-kWh-Lithium-Ionen-Batterie, Reichweite rund 160 km, Höchstgeschwindigkeit 135 km/h

## Nutzung

Flottenbetrieb bei Kunden der gewerblichen Wirtschaft mit dem Schwerpunkt Ballungsraumlogistik

## Infrastruktur

Installation und Betrieb von 16 Ladestationen mit 32 Ladepunkten, davon acht Ladepunkte im öffentlichen Raum

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Start des Flottenbetriebs am **22.2.2010** durch den Oberbürgermeister der Stadt Köln, Jürgen Roters

Eröffnung der ersten öffentlichen Ladesäule in der Lungengasse am **29.1.2010**

Präsentation der ersten Version des Fahr simulators auf der Hannover Messe **2010**

Im **Herbst 2010** sind alle Transit BEV an die Flottenkunden übergeben.

Erweiterung der Flotte im **Frühjahr 2011** durch 10 Transit Connect Electric

Pressekonferenz und Ergebnispräsentation im **Juli 2011** in Köln

Komplettierung der Flotte mit Vorstellung des Focus Electric im **Herbst 2011**

## ERGEBNISSE

Die Flotte von 25 batterieelektrischen Fahrzeugen war bei den Projektpartnern selbst sowie bei gewerblichen Kunden im Großraum Köln im Einsatz. Nach einer Projektlaufzeit von 24 Monaten, über 70.000 zurückgelegten Kilometern und rund 1.800 Ladevorgängen ist eine der wesentlichen Erkenntnisse aus dem Projekt colognE-mobil, dass Elektrofahrzeuge schon heute problemlos in eine gewerbliche Fahrzeugflotte integriert werden können.

Sowohl die Auswertung der Flottenversuche als auch die Ergebnisse der Begleitforschung haben gezeigt, dass in einem Ballungsraum wie Köln die begrenzte Reichweite von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu konventionell betriebenen Fahrzeugen zu keinerlei Einschränkungen im Alltagsbetrieb führt. Bei 50 Prozent der innerstädtischen Fahrten liegt der tägliche Energieverbrauch sogar nur bei 4 kWh, sodass bei einer Batteriekapazität von 20 kWh auf tägliches Laden verzichtet werden kann.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Wünschen potenzieller Kunden, die ihr Fahrzeug am liebsten zu Hause und am Arbeitsplatz laden möchten. Das Feedback der Fahrzeugnutzer war ausgesprochen positiv: Insbesondere der nahezu geräuschlose Betrieb und das hohe Drehmoment auch bei niedrigen Drehzahlen werden gelobt. Durch virtuelle Fahrten im Fahr simulator zeigte sich, dass der Heizungsbetrieb im Winter und der

Betrieb der Klimaanlage im Sommer zu deutlichen Reichweitenreduzierungen (rund 40 Prozent) führen können.

Umfangreiche Befragungen von potenziellen Kunden haben gezeigt, dass diese den Elektroautos grundsätzlich positiv gegenüberstehen. Wesentliche Kaufargumente sind die Umweltfreundlichkeit und die Unabhängigkeit vom Öl. Im Bereich des Stadtlieferverkehrs haben Analysen gezeigt, dass batterieelektrische Fahrzeuge schon heute eine wirtschaftlich attraktive Alternative sind.

Mithilfe von Messungen und Experimenten zur Geräuschwahrnehmung konnte auch empirisch die Vermutung bestätigt werden, dass E-Fahrzeuge leise sind und subjektiv weniger schnell bemerkt werden. Durch den direkten Vergleich mit modernen Benzinfahrzeugen mit ähnlich niedrigem Geräuschpegel zeigte sich jedoch, dass hier innovative Lösungen zukünftig nicht nur für Elektrofahrzeuge benötigt werden.

Die RheinEnergie hat mit dem Aufbau anwendungsspezifischer Ladeinfrastruktur begonnen. Dabei wurden Ladestationen sowohl bei den Fahrzeugnutzern als auch an öffentlich zugänglichen Orten errichtet. Daneben wurde prototypisch eine E-Mobility-Lösung entwickelt, die die zentralen Komponenten Kundenmanagement, Lademanagement, Abrechnung und Steuerung der Ladeinfrastruktur beinhaltet. Zudem wurde eine prototypische Ladestation konzipiert und aufgebaut, die durch ihren modularen Aufbau als Grundlage für weitere Entwicklungen hin zu einer kosten- und nutzungsoptimierten Ladeinfrastruktur dienen kann.

Die relativ kurze Projektlaufzeit von nur 24 Monaten stellte eine große Herausforderung dar. Dass die erwarteten Ziele trotzdem erreicht wurden, lag u. a. an dem kleinen Konsortium aus nur vier Partnern in räumlicher Nähe, wodurch Entscheidungen unkompliziert und schnell getroffen werden konnten.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Das Modellprojekt colognE-mobil hat weitreichende Ergebnisse erzielt, die auf zahlreichen Veranstaltungen der Öffentlichkeit und der Politik vermittelt wurden. Des Weiteren wurde eine Vielzahl von Veranstaltungen genutzt, um der breiten Öffentlichkeit Elektrofahrzeuge im wahrsten Sinne des Wortes „erfahrbar“ zu machen.

## Folgende projekteigene Veranstaltungen wurden durchgeführt:

- 22.2.2010** Auftaktveranstaltung colognE-mobil
- 16.2.2011** Übergabe des ersten Transit Connect Electric durch NRW-Verkehrsminister Harry K. Voigtsberger
- 14.4.2011** Fahr-Event von colognE-mobil mit Testfahrten für Pressevertreter
- 7.7.2011** Präsentation von Projektergebnissen im Rahmen einer Pressekonferenz

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Erfahrungen aus colognE-mobil zeigen, dass batterieelektrische Fahrzeuge aus technischer Sicht schon heute alltags-tauglich sind. Um die ambitionierten Zahlen von E-Fahrzeugen zu erreichen, die die Bundesregierung mittelfristig anstrebt, besteht eine wesentliche Herausforderung für die Zukunft darin, Flotten und Branchen zu identifizieren, in denen E-Fahrzeuge wirtschaftlich betrieben werden können, sowie Konzepte zu entwickeln, durch die auch Privatkunden der Zugang zu E-Fahrzeugen ermöglicht wird.

Die Nutzung der Ladeinfrastruktur ist für die Kunden heute bereits problemlos, wenn auch Optimierungs- und Weiterentwicklungsbedarf hinsichtlich der schnellen barrierefreien Zugangsmöglichkeit sowie der Abrechnung besteht. Die hohen Kosten für derzeit eingesetzte Ladestationen stellen ein wesentliches Hindernis für die Erzeugung einer hohen Ladestationsdichte dar, weshalb hier die Modularisierung und Miniaturisierung sowie die Entwicklung standardisierter Komponenten angegangen werden müssen.

COLOGNE-MOBIL-PRESSEKONFERENZ: PROF. FERDINAND DUDENHÖFFER (UNI DUISBURG-ESSEN), JÜRGEN ROTERS (OBERBÜRGERMEISTER, STADT KÖLN), BERNHARD MATTHES (FORD-WERKE GMBH), DR. DIETER STEINKAMP (RHEINENERGIE AG)



## >> 04/02 E-MOBILITÄT IM PENDLERVERKEHR

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- RWE Effizienz GmbH (Konsortialführer)
- Renault Deutschland AG
- Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen Aachen
- Institut für Hochspannungstechnik der RWTH Aachen

#### Laufzeit

1.10.2009 bis 31.8.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Erprobung des elektrischen Pendlerverkehrs entlang der Städteketten der A40 mit Fokus auf die Städte Mülheim, Essen und Dortmund
- Test einer Flotte von E-Fahrzeugen bestehend aus Vorserien- und Umrüstkfahrzeugen auf Alltagstauglichkeit
- Aufbau flächendeckender Ladeinfrastruktur
- Durchführung wissenschaftlicher Begleitforschung
- Entwicklung neuer Geschäftsprozesse für Elektromobilität
- Gewährleistung der Schnittstellenoffenheit zwischen Ladeinfrastruktur und E-Fahrzeugen sowie anderen Ladeinfrastrukturbetreibern

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- Einsatz von insgesamt 72 E-Fahrzeugen
- davon 30 Renault-Vorserienfahrzeuge (25 Kangoo Z.E. & 5 Fluence Z.E.)
- 42 Umrüstkfahrzeuge auf Basis von Fiat-Fahrzeugen (22 Karabag 500 E, 12 Micro-Vett Fiorino Combi E & 8 Micro-Vett Fiorino Cargo E)

##### Nutzung

Einsatz E-Fahrzeuge bei Flotten- und Gewerbekunden

##### Infrastruktur

306 Ladepunkte der Typen Smart-Stations (AC 2 x 22 kW), Smart-Boxen (AC 1 x 22kW), Easy-Boxen (AC 1 x 11 kW) und Combi-Stationen (AC 22kW, DC 50 kW)

##### Schnittstelle Fahrzeuge

- Renault: Stecker Typ 1 auf Stecker Typ 2
- Umrüstkfahrzeuge: Bulgin auf Stecker Typ 2

##### Schnittstelle Infrastruktur

E-Mobility Typ 2

### >> MEILENSTEINE

Flächendeckende Ladeinfrastruktur wurde installiert und in Betrieb genommen.

9 Ultra-Schnellladestationen wurden im modellregionsweiten Pendlerverkehr erprobt.

Geschäftsprozesse als Anbieter für Elektromobilität wurden weiterentwickelt.

Fahrzeuge von Renault-Vorserienfahrzeugen und von Umrüstk-Elektrofahrzeugen wurden in die Kundenflotten integriert und für einen begleitenden Forschungsbetrieb genutzt.

Nutzerverhalten und Auswirkungen auf die Infrastruktur wurden ausgewertet.

## ERGEBNISSE

Im Rahmen des groß angelegten Flottenversuchs war es möglich, die Funktionalität der Ladeinfrastruktur vor allem hinsichtlich der Robustheit der Anwendungstechnologie und der Handhabbarkeit in der täglichen Anwendung zu testen. Auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse wurde eine Optimierung der technischen Schnittstellen von E-Fahrzeug zu Ladeinfrastruktur durchgeführt.

Während der Durchführung ergaben sich Herausforderungen sowohl im rechtlichen als auch im technischen Bereich: Es kam teilweise zu Verzögerungen beim Aufbau der Ladeinfrastruktur, und zwar aufgrund des Fehlens einheitlicher Genehmigungsverfahren für den Aufbau im öffentlichen Raum, widriger Witterungsbedingungen und verspäteter Bewilligungen von Netzanschlüssen durch die jeweiligen Verteilnetzbetreiber. Des Weiteren war festzustellen, dass Umrüstkfahrzeuge im Vergleich zu Serien-E-Fahrzeugen technisch weniger weit ausgereift sind.

Mit Blick auf die Benutzer der E-Fahrzeuge hat sich gezeigt, dass sie zum Laden sowohl auf die private als auch auf die halböffentliche bzw. öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur zurückgreifen und sich flächendeckende Verfügbarkeit dieser Lademöglichkeiten wünschen. Aufgrund der unterschiedlichen Nutzeranforderungen bzw. Einsatzgebiete wird es außerdem notwendig sein, das Produktsortiment bei der Ladeinfrastruktur zu erweitern - z. B. um einfach zu integrierende Heimpladesysteme oder auch Ultra-Schnellladesysteme an ausgewählten Standorten. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Kun-

den der ersten Stunde vorwiegend Flottenkunden bei kleineren Unternehmen wie auch in Konzernen sind.

Die Zusammenarbeit der Projektpartner ist als gelungen anzusehen: Sie befanden sich kontinuierlich in enger Abstimmung untereinander und konnten die im Projekt gewonnenen Erfahrungen unmittelbar einsetzen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### PRESSETERMINE 2010

- 9.3. Pressemitteilung Zuschlag für Förderprojekt „E-Mobilität im Pendlerverkehr“
- 13.7. Übergabe der ersten 12 E-Fahrzeuge beim ADAC in Mülheim

### Januar 2011 bis April 2011

Auslieferung Renault-Vorserienfahrzeuge:  
diverse Pressemitteilungen

### PRESSETERMINE 2011

- 3.3. Renault-Übergabe an Renault-Pilothändler in NRW
- 17.3. Renault übergibt erstes Elektrofahrzeug an Europcar in Essen
- 4.4. Renault-Übergabe an Rhenag in Siegburg
- 4.4. Renault-Übergabe an Stadtwerke Brühl
- 7.4. Renault übergibt zwei Elektrofahrzeuge an RWE
- 15.4. Deutsche Post testet 12 neue Renault-Elektrofahrzeuge in Bonn, Hürth und Recklinghausen

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 31.7. Bürgertag Elektromobilität in Düsseldorf
- 11.11. RWE & Autobahn Tank & Rast: Elektrofahrzeuge „tanken“ ab sofort direkt auf Autobahn-Rastanlagen

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

RWE und Renault werden bei der Markteinführung der ersten E-Serienfahrzeuge eng zusammenarbeiten: RWE wird beim Marktstart als Ladeinfrastruktur- und Mobilitätsanbieter Renault begleiten. Beim Ausbau und der Diversifizierung der Geschäftsmodelle werden von RWE u. a. folgende Schwerpunkte weiterverfolgt: Integration von individuellen Anforderungen großer Flottenkunden, Integration von intermodalen Anwendungen, Integration von Elektromobilität in kommunale Mobilitätskonzepte sowie Elektromobilität zu Hause (integrierte Ladekonzepte, mobile und stationäre Speicher, erneuerbare Energien bzw. dezentrale Erzeugung, Smart Home usw.).



VL.N.R.: BÉATRICE DEGAND (PROJEKTLITERIN ELEKTROFAHRZEUGE RENAULT DEUTSCHLAND) MICHAEL SOMMER (RWE), HANNA RIEKE (GESCHÄFTSFÜHRERIN DETEFLEETSERVICES), STEFAN SCHÄFER (DIREKTOR FLOTTEN RENAULT DEUTSCHLAND AG)



VL.N.R.: JAKOB HOUBEN (DEUTSCHE POST BONN), STEFAN SCHÄFER (DIREKTOR FLOTTEN RENAULT DEUTSCHLAND AG), RAINER BACHMANN (RWE E-MOBILITY), MICHAEL TAUER (FUHRPARK DEUTSCHE POST)

## >> 04/03 E-AIX – MACHBARKEITSANALYSE „ELEKTROMOBILES OBERZENTRUM UND LÄNDLICHE REGIONEN“

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Stadtwerke Aachen Aktiengesellschaft (STAWAG, Konsortialführer)
- Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel GmbH (InnoZ)
- DB Rent Group GmbH
- MOTOO - Hans Hess Autoteile GmbH
- HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG, Stadt Aachen,
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH) mit folgenden Instituten und angeschlossenen Einrichtungen:
  - Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW)
  - Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling (IME)
  - Institut für Hochspannungstechnik (IFHT)
  - Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr (ISB)
  - Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA)
  - Werkzeugmaschinenlabor (WZL)

#### Laufzeit

1.11.2009 – 31.10.2011

#### Aufgaben & Projektziele

##### Teilprojekt „Querschnitt“

Auswirkungen von Elektromobilität auf Energienetze, das regionale Verkehrsgeschehen und städtische Infrastrukturen; Transfer und Felddatenauswertung

##### Teilprojekt „Zweirad“

Implementierung eines Batteriewechselsystems für Roller, Aufbau eines Pedelec-Verleihsystems

##### Teilprojekt „Nutzfahrzeuge“

Integration von elektrischen Nutzfahrzeugen in den städtischen Pool sowie Einbau von Lithium-Ionen-Technologie

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 2 Beepo Pony Pick Up (Smile Center)
- ein Beepo Pony Kipper (Smile Center)
- ein Kleinwagen von Mitsubishi
- ein Sondermodell Kombi von EcoCraft
- ein Mini Van von DFM
- ein Elektroroller von Kreidler (Hiker)
- 5 Elektroroller von Kumpfan (Modell 1955)
- 5 Pedelecs
- 15 e-Call a Bike-Pedelecs

##### Infrastruktur

- 3 Pedelec-Stationen
- 3 Akku-Wechselstationen
- insgesamt 14 AC-Ladestationen verschiedener Hersteller (u. a. Mennekes, EBG, Siemens) ein DC-Charger (Siemens)

### ERGEBNISSE

#### NACHHALTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE AUF BASIS VON ELEKTROMOBILITÄT UND STADTWERKE-INFRASTRUKTUREN

Im Rahmen des Projekts wurde unter besonderer Berücksichtigung innerstädtischer Infrastrukturmodelle eine ganzheitliche Betrachtung von Elektromobilität angestrebt, um anschließend auf Basis von Strukturdaten die Konzeption unterschiedlicher Verkehrsmodelle begründen zu können.

Im ersten, grundlegenden Schritt wurde eine Netzanalyse durchgeführt, in der unter Berücksichtigung verschiedener Strukturmerkmale Hochrechnungen für die netztopologischen Anforderungen der kommenden vier Jahrzehnte durchgeführt wurden. Aufbauend auf diesen Daten und unter Einbeziehung verschiedener Szenarien bezüglich der Verbreitung elektrisch betriebener Fahrzeuge wurde eine Bedarfsschätzung für den notwendigen Ausbau der Ladeinfrastruktur in der Städtereion Aachen durchgeführt. Dann wurden verschiedene Stromladesäulen unterschiedlicher Hersteller untersucht und hinsichtlich ihrer Eignung für einen energieverbrauchsoptimierten Betrieb bewertet.

In einem weiteren Schritt wurde auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse eine Ökobilanzanalyse durchgeführt, mit der sich die Steigerung der Lebensqualität durch einen höheren Anteil von Elektrofahrzeugen bewerten lässt.

Um dem Thema Elektromobilität und vor allem den Möglichkeiten, die sich durch diese bieten, eine hohe Bekanntheit in der Bevölkerung zu verschaffen, wurde unter dem Titel „Erlebnisswelt Elektromobilität“ ein interaktives Konzept mit Plakaten, Exponaten und einer Videoanimation entwickelt, das im Rahmen von Messen und Ausstellungen präsentiert wurde. Zusätzlich wurde die Task Force „Elektromobilität“ mit den Aachener Akteuren im diesem Bereich gegründet, um das Thema über das Projekt hinaus zur Geltung zu bringen. Außerdem wurde die jährliche Veranstaltung „Aachener Zukunftsforum E-Mobilität“ ins Leben gerufen.

Die Konzeption und Umsetzung eines Mobilitätsmodells, das den Erfordernissen des innerstädtischen Verkehrs gerecht wird, erfolgte im Rahmen des Teilprojekts „Zweirad“, das sich der Einbindung von elektrisch betriebenen Zweiradfahrzeugen widmete. Zum Aufbau einer geeigneten Infrastruktur wurden



jeweils drei Pedelec-Verleihsysteme und Elektroroller-Akkuwechselstationen in Aachen errichtet, anhand derer unterschiedliche Mobilitätskonzepte untersucht wurden. Mithilfe dieser Stationen ist es möglich, den vielfältigen Mobilitätsbedürfnissen der Bürger gerecht zu werden.

Um zum Zweck der fundierten Betrachtung technische Zusammenhänge sichtbar zu machen, wurden die Fahrzeuge mit Datenloggern ausgestattet und die Batteriespeicher in regelmäßigen Abständen überprüft und analysiert. Auf diese Weise wurden die vorgestellten Konzepte, die jetzt das Grundgerüst innerstädtischer Elektromobilität darstellen, auf ihre Machbarkeit hin überprüft.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABETERMIN 2011

- 15.7. Übergabe eines Elektroautos an den Carsharing-Anbieter cambio zum Praxistest, Aachen

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 26.7. Pressetermin zur Eröffnung der Ausstellung „Erlebniswelt Elektromobilität“
- 26.7.-20.8. Ausstellung „Erlebniswelt Elektromobilität“ in der Sparkassenzentrale am Münsterplatz
- 25.8. Ausstellung zur Elektromobilität auf dem Münsterplatz in Aachen
1. Aachener Zukunftsforum E-Mobilität im Tivoli mit Ausstellung „Erlebniswelt Elektromobilität“ und Pressetermin zur Eröffnung der Modellregion in Aachen

VERTRETER VON STADTWERKEN UND MINISTERIEN TESTEN IM RAHMEN DER ERLEBNISWELT E-FAHRZEUGE MIT HERRN DR. STEINLE.

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 3.5. Ausstellung „Erlebniswelt“, Aachen  
Präsentation der „Erlebniswelt Elektromobilität“ mit Fahrparcours auf dem Katschhof
- 11.7. „E2day(s) - Elektromobilität von Stadtwerken für Stadtwerke“ in Aachen und am Dreiländereck D/B/NL mit Präsentation der „Erlebniswelt Elektromobilität“
- 31.7. Abschlussveranstaltung Modellregion Rhein-Ruhr in Düsseldorf
- 3./4.9. Präsentation der „Erlebniswelt Elektromobilität“ auf der Aachener Automobilausstellung
- 26.9. Pressetermin zur Eröffnung der Pedelec-Verleihstationen in Aachen

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die in der Modellregion gewonnenen Ergebnisse aus dem Projekt „E-Aix“ sollen auch in künftige Projekte eingebracht werden, z. B. in die Bereiche „Smart Traffic“ sowie „Smart-Grid“ des Projekts „econnect Germany“ ([www.econnect-germany.de](http://www.econnect-germany.de)).

# >> 04/04 HYBRIDBUSEINSATZ IM VRR – FORSCHUNGSBEGLEITUNG FÜR DEN EINSATZ VON HYBRIDLINIENBUSSEN IM VERKEHRSVERBUND RHEIN-RUHR

## >> KURZDARSTELLUNG

### Partner

- Institut für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen (Konsortialführer)
- TÜV Nord Mobilität GmbH & Co. KG
- Verkehrsverbund Rhein-Ruhr

### Laufzeit

1.1.2010 - 30.9.2011

### Aufgaben & Projektziele

- Abgasemissionsmessungen
- Geräuschemissionsmessungen
- Langzeitdatenerfassung (Kraftstoff und Zuverlässigkeit)
- Längsdynamik-Simulation
- Aufzeigen von Optimierungspotenzialen

### Fahrzeuge & Infrastruktur

- Gegenstand der Forschungsbegleitung waren 21 Hybridbusse, deren Anschaffung der VRR in einem ersten Programm 2009-2010 gefördert hatte.
- Die Fahrzeuge wurden im Sommer 2009 europaweit ausgeschrieben und waren ab Herbst 2010 bei zehn kommunalen und einem privaten Verkehrsunternehmen im regulären Linienverkehr im Einsatz.
- Es handelte sich um sechs leistungsverzweigte Gelenkbusse der Firma Solaris, einen Solobus mit paralleler Antriebstechnologie von Volvo sowie Hybridbusse mit seriellem Antrieb von Evobus / Daimler (fünf Gelenkbusse), MAN (ein Solobus) und Hess / Vossloh-Kiepe (acht Gelenkbusse).

## >> MEILENSTEINE

Ermittlung von Abgas- und Geräuschemissionen von Hybridbussen fünf unterschiedlicher Hersteller im normalen Linienbetrieb im Vergleich zu konventionellen Referenzfahrzeugen

Evaluierung des Kraftstoffeinsparpotenzials sowie der Fahrzeugzuverlässigkeit auf Basis einer linien- und fahrzeugbezogenen Tankdatenerfassung

Akzeptanzbefragung von Fahrgästen, Passanten und Fahrern

Aussagen zu einzelnen Kraftstoffverbrauchseinflüssen und Beurteilung von Einsatzprofilen auf Basis von Simulationen

## ERGEBNISSE

Die Abgasemissionsmessungen im Rahmen des Projekts wurden an zwei konventionellen Dieselbussen mit unterschiedlichen Abgasnachbehandlungsstrategien auf insgesamt 16 Linien des VRR durchgeführt. Auf Basis einer Streckencharakterisierung wurden acht Linien ausgewählt, auf denen anschließend die fünf Hybridbusse ebenfalls in zwei Messkampagnen vermessen wurden. Im Vergleich der Gelenkbusse (hybrid vs. konventionell) wurde die für die Immissionsituation in den Städten besonders wichtige  $\text{NO}_2$ -Direktemission durch den Einsatz der Hybridbusse im Mittel um 74,9% reduziert, bei gleichzeitiger tendenzieller Reduktion der Gesamt  $\text{NO}_x$ -Emission. Auch die  $\text{CO}_2$ -Emissionen zeigten gegenüber den konventionellen Fahrzeugen je nach Einsatzfall um bis zu 10,3% geringere Werte. Für Solobusse war nur ein Vergleich mit früheren Messungen an einem konventionellen Bus in Hagen möglich. Es waren hier mittlere Reduktionen von  $\text{NO}_2$  um 53,9%, und von  $\text{CO}_2$  um 21% zu beobachten, bei leichter Erhöhung von  $\text{NO}_x$  um 6,2%.

Im Rahmen der Untersuchungen erfolgten für die Standard-Dieselbusse und die Hybridlinienbusse eine Charakterisierung des NVH- (Noise Vibration Harshness-)Verhaltens im Fahrgastraum sowie eine Analyse der Außengeräuschemissionen für Haltestellenan- und -abfahrt. Abhängig vom spezifischen Fahr- und Betriebszustand konnte bei Hybridlinienbussen im Vergleich zu Standard-Dieselbussen im Fahrgastraum eine Reduktion der Schalldruckpegelspitzenwerte um bis zu 10 dB(A) und bei den Außengeräuschemissionen um bis zu 12 dB(A) nachgewiesen werden. Auch zeigten die Hybridlinienbusse bei Fahrpersonal, Fahrgästen und Passanten insgesamt eine höhere Akzeptanz bezüglich der Geräuschemissionen.

Ergänzend zu den Messungen wurden im Rahmen des Projekts Simulationsmodelle der Längsdynamik der unterschiedlichen Fahrzeugkonzepte aufgebaut. Die Simulation bot die Möglichkeit, die verschiedenen Antriebskonzepte bei identischen Rahmenbedingungen hinsichtlich Beladung, Fahrverhalten, Straßenzustand und Verkehrsaufkommen zu vergleichen, und ermöglichte weiterhin eine quantitative Darstellung einzelner Verluste im Antriebsstrang. Zudem wurden die unterschiedlichen Konzepte auf ihre Tauglichkeit für den Einsatz auf unterschiedlichen Linien hin untersucht.

Die Erfassung von linienreinen Tankdaten und Verfügbarkeit sowohl der Hybridfahrzeuge als auch konventioneller Referenzfahrzeuge erfolgte durch die Betreiber über den Zeitraum von ca. einem Jahr. Abhängig von Betreiber und Fahrzeug zeigte sich eine sehr heterogene Verteilung der Ergebnisse. Bei 5 von 10 Betreibern stellte sich im Mittel eine Kraftstoffersparnis zwischen 2% und 18% ein, bei einem weiteren sogar bis zu 30%. Bei den restlichen vier Betreibern zeigte sich noch ein Mehrverbrauch. Die Verfügbarkeit der Hybridbusse stieg im Laufe der Erfassung auf durchschnittlich 70%, wobei die Hybridflotte insgesamt über 500.000 km zurücklegte.

Schlussfolgernd kann festgehalten werden, dass das Potenzial für eine Reduktion der Emissionen sowie eine gesteigerte Akzeptanz nachgewiesen wurden. Allerdings sind noch weiterführende Entwicklungsoptimierungen erforderlich, um diese Potenziale zukünftig für die gesamte Bandbreite der Fahrzeug- und Betriebszustände im Linieneinsatz nachhaltig nutzen zu können.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

- Erste Projektvorstellung am 6.9.2010 auf dem Betriebshof der BOGESTRA in Bochum mit ca. 120 Fachbesuchern und Pressevertretern. Jeder Hersteller war mit einem Bus vertreten. Die verschiedenen Antriebstechnologien der Busse sowie das Forschungsprojekt als Ganzes wurden vorgestellt.
- Präsentation der jeweiligen Hybridbusse im Rahmen verschiedenster städtischer Veranstaltungen durch die jeweiligen Verkehrsunternehmen, beispielsweise am 2.7.2011: Präsentation der Hybridbusse und der anderen Bestandteile der „Sauberen Flotte“ der SWK u. a. mit NRW-Verkehrsminister Harry K. Voigtsberger am „Krefelder Samstag“
- Präsentation des Projekts im Rahmen der Abschlussveranstaltung der Phase I der Modellregion Elektromobilität Rhein-Ruhr am 31.7.2011 in Düsseldorf
- Nach Abschluss des Projekts und Vorliegen der Ergebnisse im Abschlussbericht wurden Kurzfassungen/Broschüren erstellt und als Printversionen sowie über das Internet zur Verfügung gestellt. Durch eigene Fachveranstaltungen, Vorträge auf Veranstaltungen Dritter, Pressearbeit usw. sollen die Ergebnisse der Öffentlichkeit und dem Fachpublikum zugänglich gemacht werden.



FAHRZEUGE DER IM PROJEKT VERTRETENEN HERSTELLER

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Im Laufe des Projekts hat sich gezeigt, dass mit den Hybridbussen sämtlicher vertretenen Hersteller sowohl Kraftstoffeinsparungen als auch eine Reduktion von Abgas- und Geräuschemissionen erreichbar sind. Von den Herstellern an den Fahrzeugen durchgeführte Optimierungen führten innerhalb der Projektlaufzeit zu Verbesserungen von Kraftstoffverbrauch und Zuverlässigkeit. Allerdings wurde ebenfalls klar, dass die Potenziale der Fahrzeuge noch nicht vollständig und teils sehr unterschiedlich ausgeschöpft werden. Eine Weiterführung der Untersuchungen zur Verfolgung der technologischen Entwicklung wird deshalb von den Konsortialpartnern und den Betreibern als sinnvoll und notwendig erachtet.

## >> 04/05 DEMONSTRATIONSEINSATZ VON VIER ABFALLSAMMELFAHRZEUGEN MIT HYBRID-ANTRIEB BEI DER GSAK

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Gesellschaft für Stadtreinigung und Abfallwirtschaft Krefeld mbH & Co. KG (GSAK, Konsortialführerin)
- SWK MOBIL (100 %-ige Tochtergesellschaft der SWK STADTWERKE KREFELD AG)

#### Laufzeit

1.5.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Nutzung der umweltschonenden Hybridtechnik im Alltagseinsatz
- Gewinnung von Erkenntnissen zur Optimierung der Hybridtechnik im Bereich Abfallsammelfahrzeuge: Reduzierung von Kraftstoffverbrauch
- Untersuchung von CO<sub>2</sub>-Belastung und Lärmemissionen bei der haushaltsnahen Abfallerfassung

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 4 Hybrid-Abfallsammler mit RotopressSystem der Firma Faun Umwelttechnik GmbH & Co (Fahrantrieb, Antrieb der Verdichtereinheit und Schüttung elektrisch, nergierückgewinnung: Speicherung der Bremsenergie beim sogenannten „Stopandgo-Fahren“)
- Energierückgewinnung: Speicherung der Bremsenergie beim sogenannten „Stop-and-go-Fahren“)

##### Nutzung

Müllabfuhr in den verdichteten Revieren der Krefelder Innenstadt

##### Technische Erläuterungen

Beim Fahrgestell handelte es sich um ein Econic-Modell mit einem 7,2-Liter-Motor, wie es auch bei konventionellen Rotopress-Fahrzeugen eingesetzt wird. Der Hybridanteil ist in einer zusätzlichen modularen „Powerbox“ im Aufbau beherbergt. Hier treibt ein 2-Liter-TDI-Motor einen Generator an (Range Extender), der wiederum die benötigte elektrische Energie für die elektrifizierten Antriebe (Fahrantrieb, Trommelbewegung, Schüttung) sowie für sämtliche Nebenverbraucher erzeugt. Überschüssige Energie und rückgewonnene Bremsenergie („Rekuperation“) werden in den SuperCaps (Hochleistungskondensatoren) zwischengespeichert, um bei höherem Leitungsbedarf wieder bereitgestellt werden zu können. Durch die Hybridtechnik war es möglich, das Fahrzeug im Sammelbetrieb (bis zu einer Geschwindigkeit von 25 km/h) mithilfe des Range Extender ausschließlich elektrisch zu betreiben.

### >> MEILENSTEINE

Bestellung der vier Fahrzeuge im **Dezember 2010**, Vergabeverfahren mit einer europaweiten Ausschreibung

Auslieferungsbeginn der Fahrzeuge **Mitte Juni 2011**, technische und prozessuale Vorbereitung des Demonstrationseinsatzes, Konzeptionierung der wissenschaftlichen Begleitung

Durchführung des Demonstrationseinsatzes und wissenschaftliche Begleitung, Auswertung des Demonstrationseinsatzes **Ende September 2011**

## ERGEBNISSE

Während des Demonstrationseinsatzes der Hybrid-Abfallsammler war eine erhebliche Verringerung der Geräuschemission festzustellen. Die Lärmbelastung für das Umfeld, den Fahrer und den Bediener der Schüttung konnte im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug maßgeblich reduziert werden: Die Lärmbelastung wurde als halbiert (Reduktion um mehr als 10 dB(A)) empfunden, weshalb die Reaktionen von Mitarbeitern und Anwohnern durchgehend sehr positiv ausfielen.

Zudem lassen die bisherigen Ergebnisse ein mittleres Potenzial zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und somit zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Belastung erwarten.



MINISTER HARRY K. VOIGTSBERGER PRÄSENTIERT DEN HYBRID-ABFALLSAMMLER.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNG 2010

**August** Vorstellung der „Sauberen Flotte“ einschließlich des Hybrid-Abfallsammlers auf der jährlichen Krefelder Verbrauchermesse (RLA)

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 1.7. Teilnahme am Journalistenworkshop des Forums Technikjournalismus in Berlin zum Thema „Wohin steuert die Elektromobilität an der Schnittstelle von Technik, Politik und Wirtschaft?“
- 2.7. Präsentation des Hybrid-Abfallsammlers in der Krefelder Innenstadt mit NRW-Verkehrsminister Harry K. Voigtsberger als Redner
- 31.7. Beteiligung am „Bürgertag Elektromobilität“ in Düsseldorf

### UMFASSENDE MARKETINGAKTIVITÄTEN

- Spezifische Beklebung der Abfallsammler
- Erstellung von Marketingmaterialien (Plakate, Veranstaltungsflyer, Schilder usw.)
- Erstellung und Pflege von Internetinhalten
- Beiträge in den Kundenzeitschriften des SWK-Konzerns
- Social-Media-Beiträge (Facebook, YouTube)
- Vorträge vor diversen Fachgremien und politischen Entscheidungsträgern

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die im Rahmen des Projekts gewonnenen Erkenntnisse zum Flottenbetrieb werden in die Entwicklung praxisnaher Transferanwendungen und in die Optimierung der Fahrzeuge und logistischen Prozesse einfließen, wodurch unter anderem Verbesserungen in der Energiebilanz angestrebt werden. Die Kraftstoffverbrauchsmessungen haben ergeben, dass die Phase des Fahrens (zum und vom jeweiligen Einsatzrevier im Dieselmotorbetrieb) und die Phase der Abfallsammlung (im rein elektrischen Betrieb) energetisch noch besser aufeinander abgestimmt werden und die Warmlaufphase verkürzt werden müssen.

Gerade mit Blick auf die Einrichtung von Umweltzonen in deutschen Städten liegt der Nutzen von Hybrid-Abfallsammlern auf der Hand: Sie leisten einen Beitrag zum Umweltschutz und zur Steigerung der innerstädtischen Attraktivität.

Der Einsatz der Fahrzeuge wird auch nach Ende des Projektzeitraums fortgeführt, wobei weiterhin Daten erhoben werden und die Erkenntnisse in der technischen und logistischen Prozessoptimierung Verwendung finden, sodass ein kontinuierlicher Optimierungsprozess gewährleistet ist. Die Ergebnisse werden Herstellern und Betreibern wichtige Anhaltspunkte für den gezielten Ausbau der Elektromobilität in Deutschland liefern.



DER HYBRID-ABFALLSAMMLER IN DER KREFELDER INNENSTADT

## >> 04/06 GELENK-KOM – ERWERB VON ZWEI GELENK-KRAFT-OMNIBUSSEN (KOM) MIT PARALLELEM HYBRIDANTRIEB IM ZUGE DER FELDERPROBUNG DES PROJEKTS „SOLARIS/VOITH“

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahnen AG (BOGESTRA)

#### Laufzeit

01.10.2010 - 31.8.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Ziel des Gesamtprojektes (Beschaffung und begleitende Forschung) war die beschleunigte Einführung von Hybridbussen im ÖPNV.

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- Es wurden zwei Solaris Hybrid-KOM mit einem parallelen Hybridsystem erworben und im Mai 2011 geliefert.
- Ab dem 1.6.2011 befanden sich die Fahrzeuge im Linieneinsatz.

### >> MEILENSTEINE

**11/2010:** Qualifizierung von Werkstattmitarbeitern mit entsprechendem Zwischenbericht

**11/2010 Optimierung der zwei Fahrzeuge:**  
Vorbereitung der Fahrzeuge für den Betrieb unter Zuhilfenahme der Erkenntnisse der Messungen am Prototyp

**Ab 04 / 2011 Felderprobung:**  
Einsatz der Fahrzeuge im Betriebsgebiet der BOGESTRA

**Ab 06 / 2011 Betrieb und Optimierung:**  
Evaluation der Ergebnisse und weitere Optimierungen

**Ab 10 / 2011 Öffentlichkeitsarbeit und Berichterstattung:**  
Kommunikation der Ergebnisse, Austausch auf den entsprechenden Plattformen, Abschlussbericht

### ERGEBNISSE

- Senkung von Emissionen, Sicherung der Energieversorgung, Erhöhung der Energieeffizienz, Nutzung heimischer Energieträger usw.
- Stärkung des Knowhows der deutschen Industrie entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Elektrifizierung des Antriebes, moderner Leichtbaumethoden im Fahrzeugbau und der Batterietechnologie; in gleicher Weise Entwicklung und Vermarktung technischer Ziele auf dem Gebiet der elektrischen Energieversorgung insbesondere mit Blick auf die Ladeinfrastruktur
- Kurzfristige Konjunkturreffekte mit langfristiger Stärkung der Zukunftsfähigkeit Deutschlands, Erschließung neuer Marktsegmente für die deutsche Industrie usw.
- Ausbau alternativer Energiesysteme: Einsatz von Elektromotoren
- Dezentraler Stromspeicher in den Fahrzeugen: Einsatz von Supercaps
- Klimaschutz: Emissionsreduktion durch Rückgewinnung der Bremsenergie sowie den Einsatz eines kleineren Dieselmotors
- Sorgfältiger Ressourceneinsatz: Kraftstoffeinsparung, Reduzierung von Emissionen (CO<sub>2</sub>, Geräusch)
- Reduzierung der Feinstaubbelastung beim Bremsbelagabrieb: generatorisches Bremsen statt Betriebsbremse

Aufgrund der kurzen Ausschreibungszeit musste eine Projektverlängerung beantragt werden, die auch genehmigt wurde. Bei der täglichen Betankung der Fahrzeuge kam eine automatische Tankdatenerfassung zum Einsatz. Diese Daten sowie Statistiken über Standorte, Ausfälle und Einsatzzeiten wurden an PE International übermittelt und dort ausgewertet.

Das Betriebskonzept wurde von den Herstellern optimiert, um die Leistung der Fahrzeuge weiter zu verbessern. Die Zusammenarbeit mit den Herstellern verlief zufriedenstellend. Es wurden kontinuierlich weitere Werkstattmitarbeiter geschult. Die Mitarbeit in der thematisch überregionalen Plattform „Busse“ ermöglichte einen Erfahrungsaustausch mit Herstellern, Fördergebern und Kollegen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Aufgrund der Vielzahl der Veranstaltungen werden hier nur zwei wichtige Termine genannt.

- 15.6.2011** Projektvorstellung bei der BOGESTRA vor der internationalen Presse
- 31.7.2011** Ausstellung eines Fahrzeugs bei der Abschlussveranstaltung Modellregion Rhein-Ruhr unter Beteiligung von Harry K. Voigtsberger, Wirtschafts- und Verkehrsminister NRW, Düsseldorf

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Bei der BOGESTRA befindet sich die mit 15 Fahrzeugen zurzeit größte Hybridbusflotte Deutschlands im Einsatz – täglich und städteübergreifend in Bochum, Gelsenkirchen, Hattingen und Herne. Es ist vorgesehen, die Fahrzeuge über einen Zeitraum von zwölf Jahren weiterzubetreiben.



# >> 04/07 ALLTAGSTAUGLICHKEIT VON ELEKTROMOBILITÄT – BAUSTEINE FÜR EINE TECHNOLOGIE-ROADMAP: INFRASTRUKTUR, FAHRZEUG, SICHERHEIT

## >> KURZDARSTELLUNG

### Partner

- Ruhr-Universität Bochum (Konsortialführer)
- Delphi Deutschland GmbH

### Laufzeit

1.8.2010 – 31.8.2011

### Aufgaben & Projektziele

- Entwicklung von Messtechnik für Elektrofahrzeuge
- Feldversuch unter Alltagsbedingungen
- Untersuchungen zu Energieeffizienz und Wirkungsgraden im Antriebsstrang
- Untersuchungen zum Einfluss von Ladegeräten auf das lokale Versorgungsnetz
- Erstellung einer Technologie-Roadmap hinsichtlich zukünftiger Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur
- Ergebnisverwertung im Masterstudiengang Elektromobilitätssysteme

### Fahrzeuge & Infrastruktur

#### Fahrzeuge

- Mit der gezielten Anschaffung von sechs Elektrofahrzeugen wurde ein breites Spektrum verfügbarer Technologien abgedeckt.
- Der German-E-Cars Stromos und der EV Adapt Fiat 500EV sind Umrüstfahrzeuge mit Schaltgetriebe.
- Die Kleinserienfahrzeugsparte wurde durch zwei Think City berücksichtigt.
- Als großserienabgeleitete Fahrzeuge mit Schnellademöglichkeit rundeten zwei Mitsubishi i-MiEV die Technologiematrix ab.

#### Nutzung

- Ein Mitsubishi wurde für das Rektorat in die Fahrzeugflotte der Ruhr-Universität integriert.
- Weitere Fahrzeuge wurden Testfahrern für eine bestimmte Zeit zur Nutzung in ihrem privaten und dienstlichen Alltag überlassen.

#### Infrastruktur

- Wie beantragt, wurden drei Ladesäulen angeschafft und auf dem Universitätsgelände installiert.
- Drei weitere wurden aus eigenen Mitteln finanziert.

## >> MEILENSTEINE

**2010:** Anschaffung der sechs Fahrzeuge

**März 2011:** Fertigstellung des Einbaus der Messtechnik in die Fahrzeuge und der Installation der Ladesäulen

**März bis Juni 2011:** Feldversuch mit 50 Testfahrern, Datenauswertung, Nutzerbefragungen

**Ende Juli:** Erreichen einer Laufleistung von 45.000 km

## ERGEBNISSE

Das Projekt „Technologie-Roadmap“ hat die hochgesteckten Erwartungen erfüllt und einen großen Beitrag zur Sichtbarkeit und Akzeptanzsteigerung der Elektromobilität in der Region Rhein-Ruhr geleistet. Mehr als 50 Testfahrer aller Altersklassen erbrachten mit sechs Fahrzeugen innerhalb kurzer Zeit eine Laufleistung von über 45.000 km. Sie zeigten sich durchweg begeistert von den Elektroautos und kündigten an, die weitere Entwicklung intensiv zu verfolgen. Anhand von Befragungen konnten Anstiege der Akzeptanz und des Vertrauens in Reichweite und Technik aufgrund der persönlichen Erfahrungen mit den Fahrzeugen festgestellt werden. Das ist auch darauf zurückzuführen, dass durch eine intensive und sachgerechte Betreuung im Feldversuch praktisch keine technisch bedingten Ausfälle zu verzeichnen waren.

Die Testfahrer für den Feldversuch wurden gezielt aus einem sehr breiten Berufsspektrum gewählt und wiesen unterschiedliche Nutzungsprofile und sozioökonomische Hintergründe auf. In Verbindung mit der gewählten Technologiematrix, die sich durch die Berücksichtigung von Normal- und Schnellladung sowie durch die vielen unterschiedlichen Fahrzeugkonzepte auszeichnet – darunter umgerüstete aktuelle Serienfahrzeuge mit Schaltgetriebe, Kleinserienfahrzeuge und aus Großserien abgeleitete Fahrzeuge –, wurde die nötige Bandbreite für repräsentative Ergebnisse und Aussagen geschaffen.

Auswertungen zeigen, dass die Reichweite der derzeit verfügbaren Fahrzeuge für einen Großteil der Nutzer - als Bewohner einer Metropolregion - völlig ausreichend ist, da überwiegend Wegstrecken unter 30 km am Stück zurückgelegt werden. Um auch Vielfahrern und Langstreckenpendlern den Umstieg auf Elektromobilität zu ermöglichen, obwohl in naher Zukunft keine Quantensprünge bei der Batterietechnik zu erwarten sind, sollten der Ausbau der Schnellladeinfrastruktur und die verbesserte Integration der Elektromobilität in den öffentlichen Nahverkehr vorangetrieben werden. Im technischen Bereich wird ein deutliches Verbesserungspotenzial bei der Energierückgewinnung beim Bremsen (Rekuperation) und bei der Auswahl und Ansteuerung der Nebenaggregate gesehen.

Im Rahmen des Einbaus der Messtechnik konnten bei einem Fahrzeug Sicherheitsmängel festgestellt werden. Zusätzlich wurden bei mehreren Fahrzeugen die heute geltenden Automotiverichtlinien und Normen nicht eingehalten. Daher wird eine Notwendigkeit in der umfassenden Zertifizierung von elektronischen und elektrischen Komponenten und in der Weiterbildung des zertifizierenden Personals gesehen.

Abschließend kann die Zusammenarbeit zwischen den zwei Projektpartnern ebenfalls als Erfolg gewertet werden. Sie war von einem hohen Maß an Kompetenz und Synergie geprägt, wodurch sich beide Parteien gut ergänzten und vom Know-how und den Erfahrungen des jeweils anderen profitierten. Die Ruhr-Universität Bochum und die Delphi Deutschland GmbH sind an einer weiteren langfristigen und erfolgreichen Zusammenarbeit beim Folgeprojekt und weiteren Elektromobilitätsprojekten interessiert.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Im Rahmen des Projekts sind mehrere Filmbeiträge entstanden, die von ZDF, 3sat und WDR ausgestrahlt bzw. beim NRW-parlamentarischen E-Mobilitätsabend in Berlin veröffentlicht wurden. Die Projektaufaktveranstaltung und die Bereitstellung eines Fahrzeugs für das Rektorat der Ruhr-Universität Bochum wurden ebenso von der Presse begleitet wie der am 7.7.2011 an der Ruhr-Universität veranstaltete „Workshop Elektromobilität: Herausforderungen und Chancen für Forschung und Industrie“. An der Veranstaltung nahm neben zahlreichen Forschern und Unternehmen aus NRW auch Wirtschaftsminister Harry K. Voigtsberger teil.

Auf Firmenfesten der Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahn AG und der Delphi Deutschland GmbH sowie bei der Generalversammlung der GLS Gemeinschaftsbank eG wurden Elektrofahrzeuge der Versuchsflotte der Ruhr-Universität für Probefahrten zur Verfügung gestellt. Ein Mitsubishi i-MiEV wurde dem gemeinnützigen Verein ruhrmobil-E e. V. zur Bewältigung eines Sicherheitsparcours auf der Teststrecke des ADAC überlassen.

### VERANSTALTUNG 2010

- 8.12. Auftaktveranstaltung mit NRW-Wirtschaftsminister Voigtsberger

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 9.2. Feierliche Fahrzeugbereitstellung für das Rektorat  
7.7. Elektromobilitätsworkshop an der Ruhr-Universität mit NRW-Wirtschaftsminister Voigtsberger  
31.7. Abschlussveranstaltung der Modellregion in Düsseldorf

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Das Folgeprojekt „Langstrecken-Elektromobilität“ wird sich mit einer 3-Säulen-Strategie der Reichweitenproblematik widmen. Die erste Säule umfasst die Verbesserung der Energieeffizienz im Fahrzeug: Neue Strategien zur Energierückgewinnung werden entwickelt und der Energieverbrauch der Nebenaggregate optimiert. Die zweite Säule behandelt Range-Extender-Fahrzeuge: Im Feldversuch werden schwerpunktmäßig Pendler und Außendienstmitarbeiter einen Opel Ampera in ihren Arbeitsalltag integrieren. Für die dritte Säule wird denselben Testfahrern ein schnellladefähiges Fahrzeug zur Verfügung gestellt, um einen direkten Vergleich der Konzepte zu erhalten. Zusätzlich wird die Schnellladeinfrastruktur erweitert.



FAHRZEUGÜBERGABE AN DIE TESTFAHRER IM RAHMEN DES FELDVERSUCHS ZUR ALLTAGSTAUGLICHKEIT

WORKSHOP AN DER RUHR-UNIVERSITÄT: NRW-WIRTSCHAFTSMINISTER H. VOIGTSBERGER, PROF. C. SOURKOUNIS UND C. SCHÄFER (V. L.)



## >> 04/08 E-MOBIL NRW

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Stadtwerke Düsseldorf (SWD, Konsortialführer)
- Drive CarSharing
- Lufthansa Technik AG
- Wuppertal Institut
- Landeshauptstadt Düsseldorf
- Stadtwerke Brühl
- Stadtwerke Hilden
- Stadtwerke Fröndenberg
- Stadtwerke Schwerte
- Stadtwerke Emmerich
- Energieversorgung Oelde
- Monheimer Elektrizitäts- und Gasversorgung

#### Laufzeit

1.12.2009 – 30.09.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Aufbau einer Ladeinfrastruktur
- Entwicklung von Geschäftsmodellen und Zusatzprodukten
- Verbreiterung der Partnerbasis
- Intensivierung der Kommunikation
- Schaffung von Sicherheit bei der Fahrzeugwartung
- Erhöhung des Marktdrucks auf breiter Front und Steigerung der Attraktivität
- Erprobung von Ladeinfrastruktur und Fahrzeugen im Alltag

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 7 Mitsubishi i-MieV
- ein Stromos, ein Sam, 2 Think
- ein Mega Truck
- 2 Citysax, 2 El Moto
- 3 Inno Scooter
- ein Vectrix
- 6 E-Roller Kreidler
- ein e-spirit Silenzio 45
- 3 E-Max 110s, ein Goupil G3
- ein Maximilian II
- 19 verschiedene Pkw, Roller und Nutzfahrzeuge bei unserem Partner Drive CarSharing

##### Nutzung

Fahrzeugverleih innerhalb des eigenen Fahrzeugpools sowie Testnutzung durch Privatleute

##### Infrastruktur

- 58 Ladesäulen (28 Mennekes, 20 Keba, 5 Alfen, 3 Walther, 2 Langmatz)
- Schnittstelle: CIMS (Datenmanagementsystem der Firma Logica)

### >> MEILENSTEINE

#### Arbeitspakete

AP1 & 3: Infrastruktur

AP2: Abrechnungssystem

AP4: Fahrzeuge

AP5: Projektorganisation

AP 6: Öffentlichkeitsarbeit

AP7: Geschäftsmodell

AP8: Fahrzeugwartung

AP9: Begleitforschung

#### Einsatzzeitpunkt Infrastruktur / Fahrzeuge

Kfz überwiegend ab Ende 2010 / Anfang 2011

Roller während der ganzen Projektlaufzeit

Ladesäulen im Jahr 2011

#### Befragungen

Wissenschaftliche Begleitung und Befragung über die gesamte Projektlaufzeit durch das Wuppertal Institut

## ERGEBNISSE

Das Pilotprojekt „E-mobil NRW“ diente der Erforschung und Erprobung der Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Ruhr. Zu diesem Zweck wurden in den jeweiligen Umfeldern eine Ladeinfrastruktur geschaffen, Elektrofahrzeuge für den täglichen Gebrauch leihweise angeboten und im Rahmen einer wissenschaftlichen Begleitung von Testfahrten auch die Bevölkerung aktiv einbezogen. Es wurden 55 Elektrofahrzeuge und 58 Ladesäulen fünf verschiedener Typen im Rahmen des Projekts angeschafft. Als unerwartet aufwendig hat sich allerdings die Suche nach öffentlich zugänglichen Standorten für die Ladesäulen erwiesen.

Im Rahmen der Begleitforschung des Wuppertal Instituts wurden sowohl die privaten als auch die betrieblichen Anwendungen der eingesetzten Elektrofahrzeuge empirisch analysiert.

Die große Mehrzahl der privaten Teilnehmer an dem Modellversuch zeigte die typischen Eigenschaften von Pioniernutzern: Überwiegend handelte es sich um Männer der „aktiven“ Jahrgänge mit überdurchschnittlicher formaler Bildung und überdurchschnittlichem Einkommen. Sie sind in der Regel technikinteressiert, auf eine pragmatische Weise autoaffin und moderat umweltbewusst. Vor allem bei den Pkw-Nutzern wurden die positiven Erwartungen durch die mit den E-Fahrzeugen gemachten Erfahrungen teilweise noch übertroffen, was zugleich einen Hinweis auf die Alltagstauglichkeit der Elektrofahrzeuge gab. Die Bereitschaft, perspektivisch einen E-Pkw oder einen E-Roller im Alltag zu nutzen, ist trotz der damit verbundenen eingeschränkten Flexibilität hoch. Mit fast 70% der Probenutzer ist sie bei batterieelektrisch betriebenen Pkw am stärksten ausgeprägt. Für den Zeitraum bis 2015 können sich die Befragten allerdings eher die Nutzung eines Plug-in-Hybrids oder eines Fahrzeugs mit Range-Extender vorstellen, für den anschließenden Zeitraum bis 2020 dann eher die Nutzung eines batterieelektrischen Fahrzeugs.

Bei den betrieblichen Anwendungen von E-Pkw und leichten E-Nutzfahrzeugen zeichnen sich unterschiedliche Einsatzfelder und Substitutionspotenziale ab, die in signifikanten Größenordnungen liegen und bei Ausschöpfung dieser Potenziale entsprechende ökologische Effekte erwarten lassen. In Modellrechnungen bewegen sich die Potenziale in den exemplarisch untersuchten Flotten je nach Annahmen zwischen etwa 15 und 40% der heutigen konventionellen Fahrzeugparks. Die Flottenbetreiber repräsentieren unterschiedliche Unternehmens-typen (großes und ein kleines Stadtwerk, Stadtverwaltung der Landeshauptstadt). Einen Ausnahmefall stellt die Lufthansa Technik dar (für den Vorfeldbetrieb zuständiger Unternehmensteil), bei der das Substitutionspotenzial aufgrund sehr spezieller und einheitlicher Anforderungen an die Fahrzeugflotte fast 100% beträgt.

Die Bereitschaft, diese Potenziale zu erschließen, ist unterschiedlich stark ausgeprägt. Es überwiegt die Haltung, (weiter) einzelne Fahrzeuge im Betriebsalltag zu testen und im Erfolgsfall den Einsatz der E-Fahrzeuge auszuweiten.

Einen besonderen Schwerpunkt stellten ferner die Arbeiten der Partner zur Entwicklung geeigneter Geschäftsmodelle sowie zur Entwicklung von Kooperationsmodellen dar. Für künftige Fragen der Erfassung und Abrechnung des Stromverbrauchs an Ladesäulen wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Logica deren Datenmanagementsystem CIMS weiterentwickelt und auf Alltagstauglichkeit getestet.

Trotz der vielfach bemängelten noch zu hohen Anschaffungskosten und zu geringen Reichweite von Elektrofahrzeugen war die Resonanz der Bevölkerung außerordentlich positiv. Besonders herauszuheben ist das Interesse der Altersgruppe der 18- bis 24-Jährigen, die in vielen Veranstaltungen speziell angesprochen wurde. Die geräuschlose Fortbewegung und das besondere Fahrgefühl wurden durchweg als faszinierend beschrieben.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

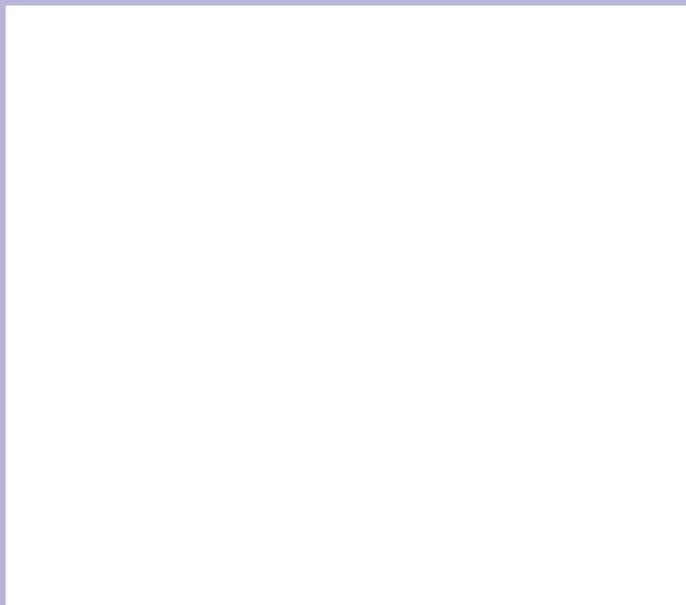
### VERANSTALTUNGEN 2010

- 9.3. Auftaktveranstaltung
- 7.10. Kommunalkonferenz Elektromobilität

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 30.6. Abschlussveranstaltung „E-mobil NRW“
- 31.7. Mitwirkung beim Bürgertag Elektromobilität NRW

- Monatliche Projekttreffen der Konsortialpartner
- Teilnahme an Großveranstaltungen (z. B. Drachenbootregatta, Tag der Umwelt, Zero Emission Race)
- Vorträge vor Interessentengruppen (z. B. japanischer Wirtschaftstag, Verkehrswacht, BDEW-Landesgruppe)
- Schul-Informationsveranstaltungen
- Regelmäßige Veröffentlichung von Fachartikeln in unterschiedlichen Medien
- Pressekonferenzen und -gespräche



## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Elektromobilität ist Pionierarbeit. Auf der Grundlage des Erreichten wird bei allen Projektpartnern das Thema Elektromobilität weiter entwickelt und ausgebaut. Neben der kontinuierlichen Verdichtung des Ladesäulennetzes wird in Zukunft das Augenmerk auf fortschrittlichen Mobilitätskonzepten, enger Zusammenarbeit mit den Kommunen, ortsansässigen Unternehmen und überregional tätigen Partnern sowie der Entwicklung von wirtschaftlich tragfähigen Geschäftsmodellen liegen. Die Öffentlichkeitsarbeit muss dabei mit gezielten Aktionen das erreichte Interesse weiter festigen und ausbauen.

# >> 05 MODELLREGION SACHSEN

## >> KURZDARSTELLUNG

### Projektleitstelle

Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH

### >> Laufzeit

01.01.2010 - 31.08.2011

### >> Aufgaben & Projektziele

- Koordinierung und Vernetzung der regionalen Akteure zur Entwicklung von Projektideen
- Unterstützung der Projektkonsortien aus der Modellregion Elektromobilität Sachsen bei der Erarbeitung von Förderanträgen
- Langfristige Unterstützung des Themas Elektromobilität in der Region und Informieren der sächsischen Öffentlichkeit

## >> MEILENSTEINE

Veranstaltungsreihe Fachforum „Elektromobilität in Sachsen“ zum Erfahrungsaustausch und zur Vernetzung der einzelnen Akteure mit mehr als 200 Gästen und 30 Ausstellern und Referenten

Übergabe der Hybridbusse in Dresden und Leipzig im Rahmen des Projekts „SaxHybrid“ durch Bundesminister Ramsauer, öffentliche Präsentation der Ladeinfrastruktur in Dresden und Leipzig, Übergabe der Elektrofahrzeuge an Flottenbetreiber im Rahmen des Projekts „SaxMobility“

Einweihung des Test- und Entwicklungszentrums der Firma HOPPECKE in Zwickau

„ÖPNV-Konferenz“ zur Präsentation der Ergebnisse der Elektrifizierung im ÖPNV

## ERGEBNISSE

Die Projektpartner im Freistaat Sachsen arbeiten gemeinsam darauf hin, den ÖPNV durch den Einsatz innovativer und umweltfreundlicher Technik zu fördern und zu einer konkurrenzfähigen Alternative zum motorisierten Individualverkehr zu entwickeln. Das Projekt „SaxHybrid“ wurde bewusst mit einer langfristigen Strategie über den Berichtszeitraum hinaus konzipiert, um einen Entwicklungspfad vom bisherigen Stand der Technik mit dieselektrischen Hybridsystemen hin zu überwiegend elektrisch nachgeladenen Hybridbussen vorzuzeichnen.

Mit dem Verbundvorhaben des Flottenbetriebs mit Elektrofahrzeugen wurde die Grundlage für die Etablierung des elektrischen Individualverkehrs (vorrangig in Firmenfuhrparks) inklusive der damit verbundenen Infrastruktur geschaffen. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für ein Folgevorhaben (Projektbeginn 2011), in dem die Verknüpfung von Individual- und öffentlichem Personennahverkehr geschaffen werden soll, unter anderem mithilfe einheitlicher Abrechnungs- und Carsharing-Systeme.

Ein essenzieller Aspekt der erfolgreichen Implementierung elektrischer Antriebe in den Verkehr ist die beständige Weiterentwicklung der Batterietechnologie. Mit dem ebenfalls von der Projektleitstelle unterstützten Projekt zur der Entwicklung von Prozess- und Produktionstechnologien für Energiespeichersysteme wurde dem innerhalb der Modellregion Rechnung getragen. Darüber hinaus konnten außerdem neue Projektpartner für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Rahmen des Projekts gewonnen werden.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABETERMINE

Die SAENA hat im Rahmen der Beschaffung von Fahrzeugen und des Aufbaus von Ladeinfrastruktur maßgeblich an zahlreichen Übergaben mitgewirkt und sowohl Einzelübergaben als auch Projektmeilensteine betreut.

So fiel beispielsweise im August 2010 im Beisein des parlamentarischen Staatssekretärs Jan Mücke und des sächsischen Staatssekretärs Roland Werner der Startschuss für den Bau der Ladeinfrastruktur in Dresden. Des Weiteren wurden wichtige projektspezifische Termine wie beispielsweise die Übergabe der Hybridbusse durch Bundesminister Dr. Peter Ramsauer an die Dresdner und Leipziger Verkehrsbetriebe am 26.5.2011 in Leipzig, die Einweihung des Test- und Entwicklungszentrums der Firma HOPPECKE in Zwickau am 15.4.2011 und die Übergabe von Elektrofahrzeugen an die Leipziger Stadtverwaltung am 28.6.2011 - jeweils mit dem parlamentarischen Staatssekretär Jan Mücke - von SAENA begleitet.

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 24.2. Fachforum Elektromobilität
- 9.4. Messe AMI, Leipzig
- 6.8. Startschuss Aufbau Ladeinfrastruktur in Dresden

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 4.2. „enertec 2011“ - Fachforum Elektromobilität
- 23.5. Fachkonferenz Elektromobilität
- 10./11.10. Fachkonferenz „Zukunftsorientierter ÖPNV“



SAENA-STAND BEIM TAG DER SACHSEN 2011 IN KAMENZ



### ANGEREGETE GESPRÄCHE AUF DER FACHKONFERENZ

„ZUKUNFTSORIENTIERTER ÖPNV – DER WEG ZUM ELEKTROBUS“ 2011

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Gute verkehrsinfrastrukturelle Rahmenbedingungen sind von grundlegender Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit und Attraktivität einer Region. Schwerpunkte der Modellregion Elektromobilität Sachsen werden weiterhin auf dem öffentlichen Personennahverkehr in den Ballungszentren Dresden und Leipzig liegen, aber auch auf Flottenversuchen mit Elektrofahrzeugen und auf der Batterieforschung. Die regionale Projektleitstelle soll zunächst bis Ende 2013 mit Unterstützung des BMVBS fortgeführt werden. Darüber hinaus hat die sächsische Staatsregierung die „Kompetenzstelle Elektromobilität“ bei der SAENA eingerichtet, vorerst bis Ende 2014. Die nachhaltige Weiterführung der koordinierenden Aktivitäten durch die Sächsische Energieagentur ist somit sichergestellt.

## >> 05/01 ENTWICKLUNG VON PROZESS- UND PRODUKTIONS- TECHNOLOGIE FÜR ENERGIESPEICHERSYSTEME IN INDUSTRIELLEN ANWENDUNGEN IM BEREICH DER ELEKTROMOBILITÄT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

HOPPECKE Advanced Battery Technology GmbH

#### Laufzeit

1.8.2009 - 31.10.2011

#### Prototypen

- Im Rahmen des Projekts wurden unterschiedliche Prototypen auf Grundlage des neuen Modulkonzepts für Traktionsanwendungen sowie der Integration von erneuerbaren Energien realisiert. Dabei handelt es sich insbesondere um Energiespeicherlösungen für Traktionsanwendungen im Bereich ÖPNV und Sonderfahrzeuge sowie um stationäre Energiespeicher als Backup-Systeme für Solaranlagen.
- Das Konzept basiert auf einer modularen Systemarchitektur und ermöglicht den Betrieb der Module als Einzelkomponenten. Es eröffnet die Möglichkeit zur Verschaltung zu großen Batteriesystemen bis mehr als 400 V und garantiert aufgrund eines Mechanismus zur Abschaltung durch Halbleiterschalter eigensicheren Betrieb. Eine Ladezustandsbestimmung SOC/SOH sowie Zell- und Modulsymmetrierung über ein semiaktives Verfahren sind integriert.

### >> MEILENSTEINE

**AP1:** Entwicklung einer Testinfrastruktur für Batteriespeichersysteme und Komponenten

**AP2:** Produktentwicklung und Gesamtsystementwicklung für Energiespeicherlösungen in NiMH- und Lithium-Technologie, Integration von Einzelkomponenten (Batteriemanagementsystem, thermisches Management usw.) in ein modulares Plattformdesign als Basis für das Gesamtenergiespeichersystem

**AP3:** Entwicklung der Prozess- und Produktionstechnologie, Entwicklung neuartiger innovativer Assemblierungstechniken für den modularen Energiespeichersystembau

**AP4:** Aufbau des Produktionsdemonstrators für NiMH und Lithium, Validierung des Konzepts zum Aufbau einer flexiblen wirtschaftlichen Fertigung von Kleinserien

### ERGEBNISSE

Mit dem Projekt hat HOPPECKE entsprechende Kompetenz im Bereich der Lithium-Ionen-Technologie aufgebaut. Folgende Ergebnisse wurden erzielt.

- Aufbau einer innovativen, universellen Testinfrastruktur für elektrochemische Speicher sowie periphere Komponenten zur elektrischen, elektrochemischen und chemischen Charakterisierung und Analyse
- Auf Basis der nach anwendungsspezifischen Anforderungen geprüften und für den Einsatz validierten elektrochemischen Zellen wurde ein neuartiges, modulares Energiespeicherkonzept entwickelt und realisiert, welches für nahezu alle Spannungsbereiche nutzbar und verschaltbar ist.
- Ein gegenüber individuellen, anwendungsspezifischen Entwicklungen wirtschaftlicher Vorteil wird insbesondere bei Verschaltung der Module bis 400 V erzielt.
- Test und Prüfung des Konzepts in unterschiedlichsten Versuchsträgern
- Insbesondere die Integration der spezifisch entwickelten peripheren Komponenten wie Batteriemanagementsystem (BMS), unterschiedlicher Kühlungskonzepte sowie der modulbasierten Kommunikation sind derzeit einzigartig.
- Entwicklung eines Modulkonzeptes für die unterschiedlichsten Elektrifizierungsgrade im Bereich der Elektromobilität, nämlich der „highpower“-Variante für hybridische und der „highenergy“-Variante für vollelektrische Antriebssysteme
- Neben dem produktspezifischen erfolgreich umgesetzten Modulkonzept konnte durch die Entwicklung innovativer Prozesse die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Herstellbarkeit des Moduls für neue sowie Nischenmärkte mit kleiner Stückzahl demonstriert werden.

Dabei wurde ein Lithium-Ionen-Batteriemodul aus Coffee-Bag-Zellen entwickelt, das sich derzeit in verschiedenen stationären und Traktionsanwendungen in Erprobung befindet.



## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 15.4. Inbetriebnahme F&E Center (Forschungs- und Entwicklungszentrum für innovative Energiespeicher), Zwickau
- 05.05. „Innovative Elektrochemische Energiespeicherlösungen im Kontext der Elektromobilität und Integration von Erneuerbaren Energien“ - Forschungsgesellschaft Energie (FGE) Kolloquium, Aachen
- 11.-13.5. Vorstellung Entwicklung modularer Energiespeichersysteme für industrielle Anwendungen, Konferenz „Zukunft Energie“, Dresden
- 15.09. „Die Bedeutung elektrochemischer Speicher in der elektrischen Energieversorgung“ - VDI Spezialkonferenz: Stationäre Stromspeicher für Erneuerbare Energien, Bremen

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Der Schwerpunkt bei der Weiterentwicklung liegt auf der Entwicklung von modularen, verteilten Energiespeichersystemen für den Einsatz im Bereich des ÖPNV. Die geplante Entwicklung soll auf der Grundlage neuartiger Ladestrategien zu innovativen verteilten Energiespeicherlösungen führen, die sich effektiv für eine flexible, anwendungsspezifische Dimensionierung im Bereich ÖPNV einsetzen lassen. Die Komplexität dieser Energiespeichersysteme entsteht erst in der letzten Integrationsstufe. Die geplante Entwicklung ist eng mit dem in der Modellregion Sachsen durchgeführten Projekt „SaxHybrid - Serielle Hybridbusse mit partiell rein elektrischem Fahrbetrieb“ verknüpft, das die Voraussetzung für extern nachladbare Hybridfahrzeuge in unterschiedlichen verkehrlichen und topografischen Einsatzgebieten untersuchte.



FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSZENTRUM VON HOPPECKE IN ZWICKAU

## >> 05/02 SAXHYBRID – SERIELLE HYBRIDBUSSE MIT PARTIELL REIN ELEKTRISCHEM FAHRBETRIEB

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB) (Konsortialführer)
- Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH (LVB)
- Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme (IVI)

#### Projektleitung

VerkehrsConsult Dresden-Berlin GmbH (VCDB)

#### Koordination

Sächsische Energieagentur GmbH

#### Laufzeit

1.9.2009 bis 31.10.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Beschaffung einer Flotte von insgesamt 20 Hybridbussen mit seriellm Antrieb bei den Verkehrsbetrieben sowie messtechnische Begleitung des Linieneinsatzes
- Sukzessiver Umstieg von konventionellen Dieselmotoren über serielle Hybridbusse auf schnellladefähigen Fahrzeuge für den Linienbetrieb

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 11 EvoBus 18m Hybridbusse
- 9 HESS / Vossloh Kiepe 18m Hybridbusse

##### Nutzung der Fahrzeuge

Linieneinsatz im Stadtbuslinienbereich nach Fahrzyklen im Sort 2/3

##### Infrastruktur

Einsatz im öffentlichen Verkehrsraum

##### Schnittstelle Infrastruktur

Planung der Einsatztechnologie und Infrastruktur zur punktuellen Elektroenergieversorgung als Vorarbeit für den im Nachgang geplanten Feldversuch

### >> MEILENSTEINE

#### Arbeitspakete:

- AP1 Projektmanagement
- AP2 Fahrzeugbeschaffung / Testbetrieb
- AP3 Messtechnische Begleitung
- AP4 Infrastruktur Energieversorgung

**Einsatzzeitpunkt Fahrzeuge:** ab Juli 2011

## ERGEBNISSE

Die im Projekt SaxHybrid durchgeführten Maßnahmen waren primär verkehrswissenschaftlicher Natur. Die notwendigen Arbeitsschritte bzw. Vorgehensweisen und Werkzeuge wurden erprobt und angewendet. Der Einsatz der Fahrzeuge hat gezeigt, dass die Optimierung von Antriebssystemen nur im tatsächlichen Linienbetrieb möglich ist. Im Rahmen des Projekts war es möglich, anhand von Messergebnissen praktisch umsetzbare Optimierungsempfehlungen zu geben und die Kraftstoffeinsparung zu verbessern. Die standardisierten Fahrzyklen für Hybridbusse und die Anpassung der Fahrzeugmodelle sollen als Empfehlung für die Bewertung derartiger Antriebskonzepte dienen. Mit dem Vorhaben wurden die Grundlagen für einen im Anschluss vorgesehenen Feldversuch mit schnellladefähigen Bussen gelegt. Die Erfahrungen der VCDB auf dem Gebiet der Fahrzeuginfrastruktur und des Fraunhofer IVI im Bereich der Elektroenergieübertragung trugen zur erfolgreichen Vorbereitung des Feldversuchs bei.

#### Im Einzelnen wurden folgende Ergebnisse erreicht:

- Erfahrungsgewinn beim Flotteneinsatz serieller Hybridbusse auf verschiedenen Linien mit unterschiedlichem Terrain und voneinander abweichenden Einsatzbedingungen,
- objektive und unabhängige messtechnische Begleitung des Linieneinsatzes mit dem Schwerpunkt Kraftstoffverbrauch,
- Generierung standardisierter Fahrzyklen für Hybridbusse, die deren Charakteristiken umfassend berücksichtigen,
- Erstellung von Fahrzeugsimulationsmodellen für die Ableitung von Einsatzempfehlungen für andere Linien,
- Nutzung der Fahrzeugsimulationsmodelle für die Optimierung der einzusetzenden Fahrzeuge,
- Erarbeitung von Grundlagen für ein „selbstlernendes“ Energiemanagement,

- Herleitung von Vorgaben für den späteren Umbau der Fahrzeuge für den Nachladebetrieb einschließlich Speicherdimensionierung sowie
- Planung der Einsatztechnologie und Infrastruktur zur punktuellen Elektroenergieversorgung als Vorarbeit für den im Anschluss vorgesehenen Feldversuch.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABETERMIN

**26.5.2011:** Hybridbusübergabe in der Modellregion Sachsen im Rahmen des Weltverkehrsforums in Leipzig durch Bundesverkehrsminister Peter Ramsauer

*„Unser langfristiges Ziel ist es, die Busse im Stadtverkehr rein elektrisch fahren zu lassen. Die dafür notwendige Energie sollen die Busse in regulären Stopps aus Schnellladestationen an Haltestellen und Endpunkten entnehmen. Dieses Vorhaben ist bundesweit bisher einmalig!“*

Bundesverkehrsminister Peter Ramsauer anlässlich der Busübergabe beim Weltverkehrsforum in Leipzig

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 24.2. Fachforum „Sachsen - Modellregion Elektromobilität“
- 17.4. Sächsischer Ingenieurtag des VDI „Mobilitätskonzepte der Zukunft“
- 15.-19.9. Clean Tech World / Clean Tech Media Award
- 8.-9.11. VDE-Kongress „E-Mobility“
- 16.-17.11. Kongress „Forum Elektromobilität“

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 27.1. Fachforum Enertec „E-Mobilität - Technologien und Infrastruktur“
- 4.-8.4: Hannover Messe

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Das Projekt „SaxHybrid - Serielle Hybridbusse mit partiell rein elektrischem Fahrbetrieb“ stellt einen wichtigen Baustein des Innovationskonzepts „Sukzessiver Umstieg auf schnellladefähige Hybridbusse im Linienbetrieb“ dar. Die Voraussetzung für die erfolgreiche Weiterführung des Projekts bzw. die Nutzung der wichtigsten Ergebnisse im Rahmen des Feldversuchs ist somit gegeben. Gleiches gilt für die Optimierung und Weiterentwicklung der Hybridbustechnik. Die Fahrzeugmodelle sind so aufgebaut, dass nachfolgende Fahrzeuggenerationen bzw. -konzepte aus den erarbeiteten Modellen generiert werden können. Dadurch ist die Weiternutzung der Modelle gewährleistet. Eine Weiterführung des Projektes ist in „SaxHybrid+ - Plug-in-Hybridbusse mit Dualspeicher und qualifiziertem Energiemanagement“ vorgesehen.

**Zu den Hauptzielsetzungen dieses Folgeprojekts gehören unter anderem**

- die Entwicklung eines Antriebsstrangs nach dem Prinzip „Plug-in-Hybrid“,
- die Weiterentwicklung des intelligenten Energiemanagements zu einem selbstlernenden, situationsabhängigen Energiemanagement, das die Leistungsflüsse im Fahrzeug und insbesondere die Nachladestrategie der Speicher während der Fahrt steuert,
- die Entwicklung, Auslegung und Erprobung straßenseitiger Energieübertragungssysteme,
- die Installation von Ladesystemen,
- die Einbindung der Ladevorrichtungen in das lokale Energienetz und
- begleitende Messungen zur Erfassung der Energieverbrauchswerte als Grundlage für die Optimierung des Energiemanagements.



FAHRZEUGÜBERGABE DURCH BUNDESVERKEHRSMINISTER DR. RAMSAUER (MdB) AM 25.6.2011 IN LEIPZIG

# >> 05/03 SAXMOBILITY – FLOTTENBETRIEB MIT ELEKTROFAHRZEUGEN UND FLOTTENMANAGEMENT UNTER DEM ASPEKT DER ELEKTROMOBILITÄT IN DER MODELLREGION SACHSEN

## >> KURZDARSTELLUNG

### Partner

- KEMA IEV GmbH (Konsortialführer)
- Stadtwerke Leipzig GmbH
- DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH
- ENSO Netz GmbH
- Telekom AG - Hochschule für Telekommunikation Leipzig
- Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

### Laufzeit

Februar 2010 bis September 2011

### Aufgabe

- Technische und wirtschaftliche Praxiserprobung von E-Fahrzeugen in Flottenverbänden
- Aufbau der Ladeinfrastruktur, Einbau sächsischer Batterietechnologie in E-Fahrzeuge
- Messtechnische Untersuchung der E-Fahrzeuge und ihrer Systemkomponenten, Entwicklung von Managementsystemen, Dienstleistungen und Infrastrukturkomponenten im Bereich Elektromobilität, Konzepterarbeitung zur Verbreitung der Elektromobilität in Sachsen

### Fahrzeuge & Infrastruktur

#### Fahrzeuge

- 3 City-Sax
- 3 Tazzari Zero
- 18 Mitsubishi i-MiEV
- 3 Citroen C-zero
- ein Audi A1 (Umbau)
- ein e-SMART (Umbau)
- ein Opel Ampera
- 8 E-Roller (EVT, Peugeot, Solar Scooter)
- 3 Pedelecs

#### Nutzung der Fahrzeuge

Die E-Fahrzeuge wurden bei Unternehmen, Städten und Hochschulen als Flotten- und Einsatzfahrzeuge täglich genutzt.

#### Infrastruktur

##### in Dresden/Leipzig und Umgebung

- 10 öffentliche Ladestationen (LS) mit ca. 40 Ladepunkten (LP)
- 30 halböffentliche LS mit 85 LP
- 20 private LS mit 30 LP

##### Schnittstellen Infrastruktur / Fahrzeug

- Hersteller: NKT, Plug'n Charge, Bosecker, Langmatz, Eigenentwicklung
- Ladeleistung: 3,7 bis 22 kW
- Stecker: Schuko, CEE, IEC 62196-2 Typ 2/1
- Zugang: RFID, Schlüssel (privat), Handy

## >> MEILENSTEINE

**Juni 2010:** Kommunikationskonzept für die Öffentlichkeitsarbeit

**Juli 2010:** Technisches Gesamtkonzept (Lastenhefte für Kommunikation / Ladestation)

**Dezember 2010:** Bereitstellung und Einsatz der E-Fahrzeuge und Ladestationen

**März 2011:** Netzberechnung und Lastmanagementkonzept (KEMA)

**April 2011:** Entwicklung und Test der Einzelkomponenten und Schnittstellen (Labor)

**Juli 2011:** Evolution - Skalierung der Technik und mobiler Einsatz

**August 2011:** Integration und Test der Technik im mobilen Einsatz

## ERGEBNISSE

Mit der Inbetriebnahme von ca. 40 Elektrofahrzeugen und 60 Ladestationen mit 155 Ladepunkten sowie der parallelen Entwicklung von IKT-Lösungen (exemplarisches Managementsystem zur Erfassung, Steuerung und Integration von Elektrofahrzeugflotten in die Infrastruktur) wurden die Arbeitsziele im Projekt „SaxMobility“ umgesetzt.

Durch die tägliche Nutzung der Fahrzeuge konnte die Alltagstauglichkeit der Serienfahrzeuge nachgewiesen werden – auch in den Bereichen Sicherheit, Zufriedenheit der Nutzer und Umweltverträglichkeit. Im Rahmen von Kundenaktionen, in denen Elektrofahrzeuge für die öffentliche Nutzung freigegeben wurden, sammelten Kunden erste Erfahrungen.

Mit der Umrüstung von einzelnen Fahrzeugen auf Lithium-Ionen-Akkus und der Weiterentwicklung des Batteriemanagementsystems wurden Leistungssteigerungen und Reichweiterehöhungen erreicht.

Die kontinuierliche Ladeinfrastrukturentwicklung hat die Grundsteine für eine preiswerte, technisch einheitliche Infrastruktur (TAB-gerecht, Zugangs- und Abrechnungssystem) gelegt.

Ein weiteres Ergebnis des Projekts ist, dass Entscheidungsträger der Genehmigungsbehörden in Kommunen der Modellregion für das Thema Elektromobilität sensibilisiert wurden und der Aufbau von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Bereich in einen Prozess geleitet werden konnte.

Die netztechnischen Messungen (Energiebilanz, Standby-Verluste) und Studien zeigen, dass bei einem niedrigen Prozentsatz von Elektrofahrzeugen in den Stromversorgungsnetzen keine Versorgungsengpässe oder Leistungsbeschränkungen abzusehen sind. Beim gleichzeitigen schnellen Laden von Elektrofahrzeugen mit 11 kW würden die Kapazitätsgrenzen der Ortsnetzstation bei einem Anteil von 43 % erreicht und die Belastungsgrenzen der NS-Verteilungskabel ab 57 % überschritten.

Die Messdaten der Fahrzeugparameter wurden mit Telemetrie-Datenloggern erfasst und ausgewertet. Die On-Board-Unit (OBU) dient dem Fahrzeugführer zur Anzeige der Navigation (Standort und Status der vorhandenen Ladestationen) und aller erfassten Messgrößen (Strom und Spannung des Fahrzeugakkus, Ladevorgang, GPS-Koordinaten, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Temperatur) des Datenloggers sowie als Schnittstelle zum Flotten- und Lastmanagementsystem.

Im Rahmen der Begleitforschung wurden Befragungen bei potenziellen Marktpartnern, Kunden und Anwendern durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass mit der geleisteten Öffentlichkeitsarbeit die Wahrnehmung und Akzeptanz der Elektromobilität gesteigert werden konnte. Es wurden Branchen identifiziert, in denen Elektrofahrzeuge ohne Einschränkungen genutzt werden können. Flottenbetreiber als gewerbliche Nutzer wünschen ein Elektrofahrzeug mit einer Reichweite von ca. 200 km und die Sicherheit, jederzeit in einem zumutbaren Umkreis aufladen zu können; außerdem sind sie maximal dazu bereit, 10 % mehr als für vergleichbare konventionelle Fahrzeuge zu zahlen, und haben Interesse an Leasingmodellen. Basierend auf den Ergebnissen wurde ein Marktkonzept entwickelt.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABETERMINE

**Juni 2010:** Erstes Elektrofahrzeug im Flottenbetrieb

**Juli 2010:** Erste halböffentliche Ladestation

**Dezember 2010:** Erste Ladestation im Marriott Hotel Leipzig

**Mai 2011:** Erste öffentliche Ladestation in Dresden

**Juni 2011:** Start der größten Elektrofahrzeugflotte in Leipzig

### VERANSTALTUNGEN 2010 (AUSZUG)

- 4.7. Auto Mobil International (AMI), Leipzig
- 28.9. Kooperationsforum Lithium-Ionen-Technologie (LIBESA)
- 30.10. Präsentation der Modellregion bei den LVB, Leipzig
- 8./9.11. VDE-Kongress „E-Mobility“, Leipzig
- 29.11. Expertentreffen Energiemetropole, Leipzig
- 2./3.12. IZBE-Symposium „Elektrische Fahrzeugantriebe und -ausrüstungen“, Dresden

### VERANSTALTUNGEN 2011 (AUSZUG)

- 1.-5.6. 33. Deutscher Evangelischer Kirchentag, Dresden
- 13.5. VDI AK Fahrzeug+Verkehrstechnik, 4. Autoforum Sachsen
- 9.7.-4.9. E-Mobil-Testsommer bei ENSO
- 1.7. Infineon Mobilitätstag
- 2.-4.9. Tag der Sachsen, Kamenz
- 20.9. Europäischer Mobilitätstag, WTC Dresden

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Im Anschlussprojekt werden der einheitliche Zugang zur Ladeinfrastruktur und die Abrechnung über mobile Endgeräte (HandyTicket bzw. mobiles Ticketing/Micropayment) erprobt und entwickelt, damit Entgelte über Bezahlplattformen auch des ÖPNV abgerechnet werden können. Perspektivisch sollen mit Verkehrsanbietern gemeinsame Mobilitätsangebote etabliert und damit die multimodale Verkehrsnutzung gefördert werden. Den Nutzern des Individualverkehrs und des ÖPNV soll so die Möglichkeit eröffnet werden, E-Fahrzeuge und ÖPNV zu kombinieren (E-Carsharing, öffentliche Flottennutzung). Die Ladeinfrastruktur im öffentlichen Verkehrsraum (auch Wohnungsmieter) soll bedarfsgerecht erweitert werden.

# >> 06 MODELLREGION RHEIN-MAIN

## >> KURZDARSTELLUNG

### Projektleitstelle

Stadtwerke Offenbach Holding GmbH

### Laufzeit

August 2009 bis September 2011 (Phase I)

### Aufgaben & Projektziele

- Zentrale Anlaufstelle für alle Angelegenheiten innerhalb der Modellregion
- Integration und Koordination der Einzelakteure, Kommunikation des Gesamtthemas, langfristige Unterstützung der Elektromobilität in der Modellregion

### Fahrzeuge & Infrastruktur

- In Phase I der Modellregionsaktivitäten wurden im Rahmen von 15 Demonstrationsvorhaben über 400 Fahrzeuge in unterschiedlichen Anwendungsgebieten eingesetzt.
- Das Spektrum reichte dabei von Bussen im öffentlichen Personennahverkehr (Hybrid- und Elektroantrieb) über Nutz- und Lieferfahrzeuge im innerstädtischen Einsatz, Pedelecs, ein Hybridschienenfahrzeug und Roller bis hin zu Elektrofahrzeugen für Firmenflotten und Carsharing-Systeme.
- Außerdem lag ein Schwerpunkt auf dem Aufbau einer Infrastruktur (Normal-, Drehstrom-, DC-Schnellladung, Ladung von Pedelecs, Induktion) und der Sicherung der Anschlussmobilität zum öffentlichen Nah- und Fernverkehr.

## >> MEILENSTEINE

**Organisation:** Aufnahme der Aktivitäten in der Modellregion Rhein-Main, Schnittstellenfunktion zwischen BMVBS, Programmkoordination NOW, Projektpartnern/Antragsstellern, Interessierten und Akteuren in der Region

**Demonstrationsvorhaben:** Beratung und Hilfestellung für Förderinteressierte, Verknüpfung der Einzelaktivitäten in einen Gesamtzusammenhang, Zusammenführen potenzieller Partner, Begleitung der Projekte

**Öffentlichkeitsarbeit:** Durchführung von Veranstaltungen und Workshops zum Thema Elektromobilität, Bereitstellung des Internetauftritts, Veröffentlichungen und Presseaktivitäten

## ERGEBNISSE

Die Erfahrung aus den Projekten hat gezeigt, dass die größte Hemmschwelle zur breiten Einführung von Elektromobilität der vergleichsweise hohe Anschaffungspreis von Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur ist. So ist eine integrierte Betrachtung der Elektromobilität in innovativen Mobilitätssystemen und intelligenten Stromnetzen - sogenannten Smart-Grids - unabdingbar, um eine hohe Anzahl von Elektrofahrzeugen einsetzen zu können.

Voraussetzung für eine nachhaltige Einführung von Elektrofahrzeugen ist in der jetzigen Phase die Schaffung einer Nutzungsmöglichkeit zum „Ausprobieren“ und damit die Erzeugung von Sichtbarkeit und von Vertrauen in die „neue“ Technik. Es müssen eine breite Akzeptanz in der Bevölkerung geschaffen und die Technologie durch die Erprobung in Alltagssituationen mit den Nutzerbedürfnissen in Einklang gebracht werden. Weiterhin zeigen erste sozialwissenschaftliche Untersuchungen, dass die Einwohner Hessens ihr Mobilitätsbedürfnis zu über 90 % durch Elektrofahrzeuge abdecken könnten und in großen Teilen über die Möglichkeit verfügen, zu Hause oder am Arbeitsplatz die Aufladung durchzuführen.

Anforderung an die Stadt der Zukunft und an die in ihr ansässigen Unternehmen ist daher nicht nur die Schaffung ordnungsrechtlicher Rahmenbedingungen für den Bereich Elektromobilität, sondern insbesondere die Bereitstellung von Angeboten mit einfachem Zugang. Das betrifft einerseits Flottenlösungen in Unternehmensfuhrparks und andererseits Anschlussmobilitätslösungen zum öffentlichen Nahverkehr und mündet in neue Geschäftsmodelle, damit Elektromobilität langfristig wirtschaftlich darstellbar wird. Doch gerade dieser Aspekt erweist sich momentan noch als eine Herausforderung, da viele Akteure aus den unterschiedlichsten Bereichen intensiv zusammenarbeiten müssen. Forschungsräume - wie unsere Modellregion - sind dabei wichtige Plattformen, um die Akteure zusammenzubringen und Synergien nutzbar zu machen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### BETEILIGUNG AN VERANSTALTUNGEN UND MESSEN

- Juli 2010** Erlebnisreise der Hessischen Ministerin für Wissenschaft und Kunst
- Sept. 2010**
- Tag der Nachhaltigkeit (Darmstadt)
  - Stadtfest Wiesbaden
  - Tag der offenen Tür, Offenbach
  - Clean Tech (Berlin)
- Okt. 2010 / 2011** eCarTec (München)
- 2010 / 2011** Offenbacher Woche
- 2010 / 2011** Ökomesse Offenbach
- April 2011** Hannover Messe
- Sept. 2011**
- E-Mobilität Hessische Landesvertretung Berlin
  - IAA (Frankfurt am Main)
  - Europäische Woche der Mobilität, Offenbach

### EIGENE VERANSTALTUNGEN

- Nov. 2010** Kick-off-Veranstaltung „Zukunftsfähig - Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main“, Büsing-Palais Offenbach
- Feb. 2011** Workshop „Zukunft Elektromobilität“, Offenbach
- 5. Dez. 2011** „Elektromobilität - von der Euphorie zur praktischen Umsetzung. Fazit I Modellregion Rhein-Main“, Deutscher Wetterdienst, Offenbach, (Informationsveranstaltung mit Podiumsdiskussion)



AUSSTELLUNGSBEREICH DER VERANSTALTUNG „ZUKUNFTSFÄHIG – ELEKTROMOBILITÄT IN DER MODELLREGION RHEIN-MAIN“ AM 1.11.2010

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Als Schwerpunkt der Modellregion Rhein-Main werden in den nächsten Jahren Flottenmanagementlösungen betrachtet. Das Ziel besteht dabei darin, Flottenbetreibern modular aufgebaute Lösungen anbieten zu können, die die Anforderungen der Nutzer erfüllen, beispielsweise durch gemeinsame Mobilitätsdienstleistungen. Aufgrund der regionalen Eigenschaften des Ballungsraums (hohe Anzahl von Städten und Gemeinden, Energieversorgern, Verkehrsunternehmen und Mobilitätsdienstleistern) ist eine solche Allianz eine wichtige Voraussetzung für die Einführung interoperabler elektromobiler Systeme (verkehrlich und infrastrukturell) im Rhein-Main-Gebiet und in Hessen.



SPEKTRUM DER ELEKTROMOBILITÄT IN DER MODELLREGION RHEIN-MAIN



ARBEITSTREFFEN DER PROJEKTPARTNER AM 7.7.2011

## >> 06/01 FLOTTENVERSUCH ELEKTRISCH BETRIEBENE NUTZFAHRZEUGE – EINSATZ VON ELEKTRISCH BETRIEBENEN PAKETVERTILGERFAHRZEUGEN IM INNERSTÄDTISCHEN LIEFERVERKEHR MIT SCHWERPUNKT AUF ZENTRUMSNAHEN BEREICHEN IN MODELLREGIONEN ELEKTROMOBILITÄT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

United Parcel Service Deutschland Inc. & Co. OHG

#### Laufzeit

1.1.2010 - 30.6.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Charakterisierung optimaler Tourenauslegungen für den Einsatz elektrisch betriebener Fahrzeuge vor dem Hintergrund bestehender Kapazitäts- und Reichweitenbeschränkungen
- Definition von Voraussetzungen für einen mittelfristig rentablen Einsatz elektrischer Nutzfahrzeuge im Zustellbetrieb, Verkehrssicherheit, Optimierung technisch-konstruktiver Aspekte

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

6 Lieferfahrzeuge vom Typ Modec  
(5 davon im Vorhaben eingesetzt)

##### Nutzung der Fahrzeuge

vollwertiger Einsatz, gewerblich, Flotte

##### Infrastruktur

- 6 externe Ladestationen an Einsatzstandorten
- typspezifische Bauart des Fahrzeugherstellers

##### Schnittstelle Infrastruktur

fahrzeug- / typspezifische Schnittstelle

### >> MEILENSTEINE

#### Arbeitspakete:

- Inbetriebnahme Fahrzeuge: Qualifikation Wartungs- und Fahrpersonal, Prozessplanung
- Dokumentationsplanung und Begleitforschung
- Betriebsphasen mit begleitendem Reporting
- Auswertungen zu einzelnen Projektzielen

Einsatzzeitpunkt Infrastruktur / Fahrzeuge: **ab Dezember 2009**

Befragungen: routinemäßige Berichte, sozialwissenschaftliche und technische Begleitforschung

## ERGEBNISSE

### ERFAHRUNGEN

Im Rahmen des Projekts wurden von den Elektrofahrzeugen ca. 104.000 Kilometer zurückgelegt und es fanden fast 230.000 batterieelektrische Aufladungen statt. Die Akzeptanz bei Fahrern und Betriebsverantwortlichen war trotz einiger anfänglicher Berührungängste mit der neuen Technologie insgesamt gut. Auch die Kunden reagierten von Anfang an sehr positiv auf die elektromobile Andienung. Von Seiten der Öffentlichkeit bestand insbesondere zu Beginn der Projektlaufzeit großes Interesse, das in durchweg positive Resonanz mündete.

Was die Verkehrssicherheit angeht, konnte nicht bestätigt werden, dass die leisen Betriebsgeräusche sich negativ auswirken: Im Laufe der 18-monatigen Projektlaufzeit wurde weder von Gefahrensituationen berichtet noch kam es zu Unfällen. Konventionelle Fahrzeuge können vollständig durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden, wenn gewisse Rahmenbedingungen gegeben sind, etwa hinsichtlich des Belieferungsvolumens und der Belieferungsdichte im Zielgebiet. Die Integration von Elektrofahrzeugen in branchentypische Prozesse und die technischen (konstruktiven) Eigenheiten der Fahrzeuge verlangen außerdem Anpassungen an Betriebsabläufen und Ausstattung. Des Weiteren sind ein verbesserungsfähiges Verhältnis von Ladevolumen und zuladbarer Tonnage sowie Begrenzung

gen des Einsatzspektrums aufgrund der beschränkten Reichweite festzustellen. Nichtsdestotrotz kann ein nennenswerter Anteil von Ballungsgebieten mit dem erprobten Stand der Technik erschlossen werden, und es wird mithilfe von Optimierungsstrategien möglich sein, sämtliche beobachteten Defizite in den Griff zu bekommen.

Die Betrachtung der Lebenszykluskosten (TOC) hat auch bei optimistischen Annahmen ergeben, dass mit der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit der ursprünglich als Elektrofahrzeuge konzipierten Transporter nicht im laufenden Jahrzehnt zu rechnen ist.

Neben technischen Störungen, die angesichts der noch in der Entwicklung befindlichen Technik allerdings zu erwarten sind, ist aus technisch-konstruktiver Sicht besonders der beobachtete Wartungsaufwand für Bewertung des Einsatzes von Bedeutung. Teile der Begleitforschung hatten mit Kompatibilitätsproblemen und mangelnder Verfügbarkeit geeigneter Analysedaten zu kämpfen. Im letzten Drittel des Projekts waren der Fortgang der Untersuchungen und die technische Unterstützung aufgrund wirtschaftlicher Schwierigkeiten beim Hersteller stark behindert.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 27.7. Presetermin mit dem Wirtschaftsdezernenten der Stadt Frankfurt
- 1.11. „Zukunftsfähig - Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main“, Offenbach



ELEKTROFAHRZEUG FÄHRT AN LADESTATION



ELEKTROZUSTELLFAHRZEUG MIT ZUSTELLER

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Noch während der Laufzeit des Projekts flossen Erfahrungen in die Konzeption eines Prototyps ein. Auf Grundlage des herkömmlich genutzten Fahrzeugtyps wurde ein Umbau verwirklicht. Besonders vorteilhaft wirkte sich aus, dass dabei die für den Einsatz optimierte Ergonomie des Fahrzeugs vollständig erhalten werden konnte und bereits in der Planung Fragen von Betrieb und Wartung berücksichtigt wurden. Im Ergebnis erweist sich zum aktuellen Zeitpunkt eine Umbaustrategie als vorteilhaft mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit, z. B. was die reibungslose Prozessintegration und zu veranschlagende Beschaffungskosten angeht.

## >> 06/02 FELDTTESTS ZUR ENTWICKLUNG UND UNTERSTÜTZUNG DER STANDARDISIERTEN ANWENDUNG VON ELEKTROMOBILEN PKW, ROLLERN UND PEDELECS SOWIE LADESTATIONEN UND ABRECHNUNGSSYSTEMEN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Projektleitung & Koordination

ABGnova GmbH

#### Partner

Mainova AG, ABG FRANKFURT HOLDING GmbH

#### Laufzeit

1.1.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Entwicklung einer offenen Stromladeinfrastruktur („Frankfurter Modell“, siehe Foto) ohne Zugangsbeschränkungen in Kombination mit Parksyste men für den öffentlichen Straßenraum (Mainova)
- Vermietung von Pedelecs an Wohnungsmieter und Bereitstellung von Pedelec-Stationen in Wohnsiedlungen (ABG)

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 2 Citroen C1 (Mainova, Flotte)
- ein Tesla (Mainova, Flotte)
- 25 Mitsubishi i-MiEV (nicht gefördert)
- 50 Pedelecs verschiedener Hersteller (ABG, Vermietung an Wohnungsmieter)

##### Infrastruktur

40 öffentliche Stromtankstellen im öffentlichen Straßenraum (bis Ende 2011)

### >> MEILENSTEINE

**September 2011:** Inbetriebnahme von Stromtankstellen im Parkhaus Börse und Alt-Sachsenhausen sowie an acht weiteren Parkbuchten im Stadtgebiet

#### Fahrzeuge im Einsatz:

- **ab Sommer 2010:** zwei Citroen C1, ein Tesla und die ersten 40 Pedelecs;
- **ab Jahreswende 2010/2011:** Elektrofahrzeuge (i-MiEV)

**Dezember 2010:** Einweihung der ersten drei Stromtankstellen an Parkbuchten

**Sommer 2011:** Umrüstung erster Pkw auf induktives Laden und Inbetriebnahme der ersten zwei Stromtankstellen im Parkhaus Goetheplatz

Wissenschaftliche Begleitforschung (u.a. Prosuming-Workshops, Nutzerbefragungen und Feldtests mit Studenten) in Zusammenarbeit mit der FH Frankfurt, der Goethe-Universität und dem Fraunhofer-Institut Kassel

### ERGEBNISSE

Im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelte und testete die Mainova AG zukunftsweisende Lösungen zum Laden von Elektrofahrzeugen. In Zusammenarbeit mit der ABG FRANKFURT HOLDING hat die Mainova AG in Frankfurt eine bundesweit einzigartige Ladeinfrastruktur für den öffentlichen Bereich in Parkbuchten und Parkhäusern entwickelt. Die Stromtankstellen stehen allen Nutzern von Elektro-Pkw zur Verfügung, und zwar ohne Voranmeldung und Grundgebühren wie bei anderen Ladesystemen.

Elektrofahrzeuge werden üblicherweise mit Kabeln aufgeladen – dass es auch anders geht, zeigen die Mainova AG und die Lufthansa Technik auf dem Frankfurter Flughafen. Das Laden ohne Kabel wird „induktives Laden“ genannt. Auf dem Boden des Parkplatzes befindet sich eine Platte mit einer Spule. Am Unterboden des Fahrzeugs ist eine Gegenspule angebracht. Sobald das Elektrofahrzeug die richtige Position hat, erzeugt die Spule am Boden ein elektromagnetisches Feld. Per Induktion wird an der Gegenspule eine Spannung erzeugt, die die Fahrzeugbatterie auflädt. Das Laden erfolgt vollautomatisch. Die gesetzlichen Strahlungsgrenzwerte im Fahrzeuginnenraum werden eingehalten.

Induktives Laden ist besonders sinnvoll auf Betriebsgeländen, wo Fahrzeuge wiederkehrende Strecken befahren. Gerade bei kurzen Distanzen sind Elektrofahrzeuge gegenüber solchen mit Verbrennungsmotoren im Vorteil, weil sie nicht erst „warm laufen“ müssen.

Die Mainova AG hat die Umrüstung eines Elektrofahrzeugs (Marke CitySax) der Lufthansa Technik vorgeschlagen und realisiert. Das Energieversorgungsunternehmen erhofft sich vom Betrieb Erkenntnisse über Effizienz, Nutzerakzeptanz und Strahlungskennwerte. Die Bruchsaler Firma SEW-Eurodrive GmbH hat die Komponenten zum induktiven Laden entwickelt. Induktives Laden gilt in Fachkreisen als besonders innovativ und aussichtsreich. Elektrofahrzeuge, Busse und Elektrofahräder können so geladen werden. Weitreichende Visionen sehen die Ladespulen sogar integriert in die Fahrbahnen der Straßen.



#### PEDELEC-STATIONEN ZUM AUTOMATISCHEN SICHERN UND LADEN VON PEDELECS

Im Rahmen des Verbundantrages konnte erfolgreich eine einzigartige kundenfreundliche und offene Stromladeinfrastruktur entwickelt, realisiert und getestet werden. Das „Frankfurter Modell“ ist insbesondere für Kommunen interessant, denn diese können auf eine bestehende verteilte Infrastruktur zum Abrechnen und auf Parkhäuser und Parkscheinautomaten im innerstädtischen Bereich aufbauen. Die Identifikation entfällt bzw. erfolgt mit dem herkömmlichen Parkschein. Pedelecs können eine ökologische Mobilität in Siedlungen ergänzen, in Kombination mit ÖPNV und Carsharing. Im Rahmen des Projekts wurden Pedelec-Stationen zur sicheren Aufbewahrung und zum Aufladen ausgewählt, realisiert und getestet.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 8.6. Auftaktveranstaltung zur Pedelec-Vermietung der ABG mit Oberbürgermeisterin Dr. h.c. Roth
- 1.12. Inbetriebnahme von drei Stromtankstellen in Kombination mit Parkscheinautomaten

### VERANSTALTUNGEN 2011

- Juni** Vorstellung des vollautomatisierten Pedelec-Verleihsystems und Möglichkeit zur Testbenutzung auf dem „Klimaneutralen Hessentag“, Oberursel
- August** Einweihung der induktiven Ladestation auf dem Flughafen Frankfurt am Main

Die ABGnova leitet den Koordinierungskreis Elektromobilität in Frankfurt am Main. Die Mainova AG hat seit 2010 über 50 Veranstaltungen zur Wissens- und Ergebnisvermittlung zum Thema Elektromobilität durchgeführt (Roadshows, Vorträge, Mitarbeiterveranstaltungen, Kundenveranstaltungen).

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Aufbauend auf dem „Frankfurter Modell“ soll die Stromladeinfrastruktur verdichtet werden. Die Stromtankstellen sollen mit zwei verschiedenen Steckeroptionen ausgestattet werden. Die Lösungen, die für Parkhaus, Parkbuchten und Einsatzfälle ohne Parkabrechnungsinfrastruktur entwickelt wurden, sollen zusätzlich durch ein spezielles System (z. B. auf Grundlage von RFID) freischaltbar werden. In den nächsten Jahren werden Schwerpunkte auf Lösungen zum Stromladen auf privaten und gewerblichen Flächen sowie zur Laststeuerung liegen, die derzeit immer stärker nachgefragt werden.

„FRANKFURTER MODELL“: OFFENE STROMLADEINFRASTRUKTUR OHNE ZUGANGSHÜRDEN IN KOMBINATION MIT PARKSYSTEMEN



## &gt;&gt; 06/03 GREEN MOVE – HYBRIDBUSSE IN DARMSTADT

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- HEAG mobilo (Konsortialführer)
- VDL Bus & Coach
- Vossloh Kiepe
- TU Darmstadt

## Laufzeit

01.01.2010 - 30.09.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Im Rahmen der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main testete das Darmstädter Verkehrsunternehmen HEAG mobilo ab April 2011 gemeinsam mit den Projektpartnern drei Hybridbusse.
- Ziel waren die Reduktion umweltgefährdender Emissionen im Stadtlinienverkehr - dazu zählt auch die Lärmminimierung zum Beispiel in Fußgängerzonen - und die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Hybridbussen durch Weiterentwicklung der Hybridtechnologie.

## Weitere Teilziele

- Optimierung des Motor- und Lademanagements von Hybridbussen durch Entwicklung von Simulationsmodellen, auch unter Berücksichtigung des Temperatureinflusses auf die elektrischen Komponenten des Antriebsstrangs
- Verbesserung des Antriebsstrangs durch Aufdeckung von Potenzialen zur Effektivitätssteigerung
- Entwicklung von Algorithmen zur einfacheren Anpassung der Hybridbusse an die betrieblichen Anforderungen der Verkehrsunternehmen
- Entwicklung eines Fahrerassistenzsystems für verbrauchs-optimalen Fahrbetrieb
- Übernahme der Forschungs- und Testergebnisse in die Serienproduktion

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

3 VDL Citea SLF-120/Hybrid

## Nutzung

ÖPNV - Stadtlinienverkehr

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Im **September 2009** erstes Treffen der Projektpartner zur Planung der Untersuchungsschritte und -verfahren, Festlegung der konstruktiven Anforderungen an die Busse

Im **Mai 2010** Fahrzeugspezifikation zur Fertigung der Busse, Entwicklung der Modelle zur Untersuchung des Fahrzeugbetriebs, Aufnahme eines Strecken- und Beschleunigungsprofils mit konventionellen Bussen (Linie L) für Vergleichsanalysen, Entwicklung/Test des stochastischen Modells, Erfahrungen mit der eingesetzten Messtechnik

**Anfang April 2011** Auslieferung der drei Hybridbusse an die HEAG mobilo für den Testbetrieb

**Noch nicht erfolgt:** Bus-Testbetrieb ohne Fahrgäste, Durchführung der Untersuchungen und Modifikationen an den Bussen

## ERGEBNISSE

Im Rahmen von Green Move ist es gelungen, die Hybridtechnologie in einen Standardlinienbus für den Einsatz im Stadtverkehr zu integrieren. Als Voraussetzung für den Einsatz im Linienverkehr wurde dabei in kürzester Zeit die Homologation zur Erlangung der Serienzulassung erreicht. Zudem wurde ein modernes Antriebskonzept realisiert, bei dem eine Elektroportalachse mit Radnabenmotoren zur Anwendung kommt. Dafür fand eine Anpassung der Hard- und Software in der Leistungselektronik und im Management des Dieselmotors an die Erfordernisse statt. Eine besondere Herausforderung bei der Weiterentwicklung der Antriebssteuerung und des Energiemanagements stellte die Regelung des Dieselmotors in EEV-Ausführung dar. Hier besteht noch weiteres Entwicklungspotenzial, denn im Forschungszeitraum konnte kein befriedigendes Ergebnis erreicht werden. Es gelang jedoch, den Betrieb elektrischer Nebenverbraucher wie Lüfter und Pumpen (Kühlung) sowie der Lenkhilfpumpe in Hinblick auf Geräuschentwicklung und Energieverbrauch zu verbessern. Außerdem fanden Vergleiche unterschiedlicher Energiemanagements statt, z. B. Trajektorienbetrieb, Leistungsnachführung und Bestpunktbetrieb. Durch die Bestimmung eines ortsabhängigen und energieoptimalen Energiemanagements inklusive einer Start/Stop-Funktion wurde die Hybridtechnologie für den Fahrgast erlebbar. Die parallel durchgeführten Simulationsrechnungen, in denen die Ergebnisse des Referenzbusses mit den theoretischen Ergebnissen des Hybridantriebes verglichen wurden, ergaben Einsparungen im Kraftstoffverbrauch bei allen durchgeführten Fahrzyklen. Dies gilt es im realen Fahrbetrieb



nachzuweisen. Sämtliche Ergebnisse sind bei VDL bereits in die Produktion weiterer baugleicher Fahrzeuge eingeflossen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Am 7. April 2011 feierte der umweltfreundliche Hybridbus des niederländischen Herstellers VDL Bus & Coach seine Deutschlandpremiere in Darmstadt und wurde an das Verkehrsunternehmen HEAG mobilo übergeben. Über die Übergabe wurde in zahlreichen Fachmedien sowie in der Tagespresse berichtet.

**Green Move wurde weiterhin im Rahmen folgender Veranstaltungen vorgestellt:**

- Tag der Nachhaltigkeit in Hessen (23.9.2010) in Darmstadt
- 1. Multiplikatorenveranstaltung „Zukunftsfähig - Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main“ am 1.11.2010 in Offenbach
- Jahrestagung des Verbands deutscher Verkehrsunternehmen (30.5. - 1.6.2011) in Darmstadt
- Tag der offenen Tür des Fachbereichs Elektrotechnik der TU Darmstadt am 18.6.2011
- Jubiläumsfeierlichkeiten „125 Jahre Nahverkehr“ am 6.8.2011 in Darmstadt
- Teilnahme am Imagefilm der Hessischen Staatskanzlei zur Elektromobilität in Hessen, Filmvorführung im Rahmen der Veranstaltung „Hessen denkt Zukunft. Erlebbar Elektromobilität“ am 8.9.2011 in Berlin, außerdem Vorführung im Rahmen der IAA

DER VDL-CITEA FEIERTE ANFANG APRIL SEINE DEUTSCHLANDPREMIERE IN DARMSTADT.

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Der erfolgreiche Erfahrungsaustausch mit den Projektpartnern und das Ableiten weiteren Entwicklungspotenzials sollen fortgeführt werden. Dazu gehört die Überprüfung der in den Simulationsrechnungen aufgestellten Berechnungen im realen Linienbetrieb. Ziel ist zudem, anhand der Topografie der Linie L, d. h. durch Linienfahrten im Streckennetz, konkrete Schwachstellen zu erkennen und gemeinsam mit den Projektpartnern Lösungen zu erarbeiten.

Des Weiteren sollen die Ergebnisse der Simulationsrechnungen im realen Linienbetrieb überprüft werden. Auch ein Praxisvergleich unterschiedlicher Energiemanagements ist angedacht.

Ziel der Weiterführung ist, das Fahrzeug unter Zuhilfenahme der Ergebnisse aus der Simulation zur Serienreife zu führen, um eine nachhaltige und wirtschaftliche Antriebstechnologie für die Zukunft zu bieten. Alle zukünftigen Ergebnisse werden direkt in die Weiterentwicklung des Fahrzeugs einfließen.

## >> 06 / 04 KOMMUNALFAHRZEUGE MIT HYBRIDANTRIEB ZUR REDUKTION SCHÄDLICHER IMMISSIONEN, DAS HYBRID- ABFALLSAMMELFAHRZEUG

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- ESO Offenbacher Dienstleistungsgesellschaft mbH (Konsortialführer)
- Fraunhofer IWES, Kassel (technische Begleitforschung)
- Fachhochschule Frankfurt am Main (sozialwissenschaftliche Begleitforschung)

#### Aufgaben & Projektziele

Integration des Vorserienfahrzeugs in den regulären Fuhrpark der ESO zur Durchführung eines Langzeitversuchs unter realen Einsatzbedingungen, um die dauerhafte Zuverlässigkeit und die Betriebskosten zu ermitteln

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

ein Abfallsammelfahrzeug mit dieselektrischem Hybridantrieb: VARIOPRESS DUALPOWER von FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG

##### Nutzung

als reguläres Abfallsammelfahrzeug des ESO-Fuhrparks

### >> MEILENSTEINE

Beschaffung des Hybrid-Müllsammelfahrzeugs, das den ESO-Spezifikationen entspricht (Bestellung Juni 2010)

Vorbereitung der begleitenden Forschung und der Werkstatt ab Januar 2011, insbes. Lehrgang: Elektrofachkraft für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen

Inbetriebnahme des Hybrid-Sammelfahrzeugs (Auslieferung des Fahrzeugs: 21. Januar 2011)

Übernahme einer Müllsammeltour im Regelbetrieb, werktäglicher Einsatz auf tagesspezifischen Routen mit begleitender Forschung (ab Februar 2011)

Nach Abschluss des Förderprojekts: Einsatz des Fahrzeugs im Regelbetrieb

### ERGEBNISSE

Derzeit werden im kommunalen Bereich Hausmüllsammelfahrzeuge vorrangig mit Dieselantrieb verwendet. Vereinzelt werden auch gasbetriebene Fahrzeuge eingesetzt. Eine bahnbrechende technologische Weiterentwicklung wird in diesem Bereich in der Anwendung der Hybridtechnik gesehen, bei der die FAUN-Entwicklung den neuesten Stand der Technik bildet. Im Rahmen dieses Projekts wurde das Vorserienfahrzeug VARIOPRESS DUALPOWER von FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG erstmalig in einem Langzeiteinsatz im Regelbetrieb eines Abfallwirtschaftsbetriebes verwendet.

Bei diesem Fahrzeugtyp werden zwei Antriebsstränge kombiniert: Zum einen findet für die Fahrt ins Sammelgebiet ein regulärer LKW-Dieselmotor mit Automatikgetriebe und einer Leistung von 213 kW Anwendung. Zum anderen wird im Sammelbetrieb ein E-Fahrmotor verwendet, der über einen Dieselgenerator und einen Hochleistungsspeicher, den sog. Supercaps, mit Energie versorgt wird. Dieser zweite, dieselektrische Antriebsstrang mit Bremsenergiespeicherung in den genannten Supercaps, verspricht eine 30-prozentige Kraftstoffeinsparung sowie weniger als 90 dB Lärmemission.

Da sich ein Müllsammelfahrzeug einsatzbezogen regelmäßig weit über drei Viertel der Zeit im Sammelbetrieb befindet, wirkt sich der Effekt aus dieselektrischem Antrieb deutlich aus. Neben den genannten Haupteffekten wurde erwartet, dass aufgrund der Energiegewinnung durch elektrisches Bremsen der Bremsenverschleiß gegenüber analogen Fahrzeugen deutlich geringer ist. Darüber hinaus wird durch ein elektrisches Bremsen der energieintensive Druckluftverbrauch vermieden.

Das mit diesen Erwartungen bestellte Fahrzeug wurde aufgrund von Lieferverzögerungen erst am 21.1.2011 ausgeliefert. Im Einsatz zeigte sich zunächst, dass die einzelnen Komponenten des Fahrzeugs noch nicht aufeinander abgestimmt waren. Die Abstimmung und Anpassung durch den Hersteller in der Folgezeit nahm etwa drei Monate in Anspruch. Ab Mai konnte das Fahrzeug stabil im Regelbetrieb eingesetzt werden.

Im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen waren folgende Ergebnisse festzustellen:

- ca. 30 % Kraftstoffeinsparung im Sammelbetrieb
- ca. 20 % weniger Zuladung
- signifikant geringere Lärmentwicklung
- sehr positive Bewertung des Fahrzeugs durch Besatzung und Bevölkerung

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABETERMINE 2011

- 14.2. Pressekonferenz mit Vorführung des Hybridfahrzeugs
- 19.2. Vorführung des Fahrzeugs in der Offenbacher Innenstadt

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 4./5.5. Fahrzeugpräsentation zur „Kommunal Live“ in Hannover
- 14.5. Fahrzeugpräsentation zur Klimaausstellung in Ludwigshafen
- 26.-29.5. Fahrzeugpräsentation zur „Offenbacher Woche“
- 27.7. Ausstellung vor dem Offenbacher Rathaus
- 27.8. Fahrzeugpräsentation zum Tag der offenen Tür bei der ESO



DAS ESO HYBRID-MÜLLSAMMELFAHRZEUG FAUN ROTOPRESS DUALPOWER IM EINSATZ

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Beabsichtigt ist, das Fahrzeug mindestens für die kommenden sechs Jahre im Regeleinsatz einzusetzen. Mit besonderem Interesse werden hierbei die Entwicklung der Speicherkapazität der sog. „Supercaps“ und die Reparaturanfälligkeit im Allgemeinen verfolgt.

Die ESO wird die im Rahmen des Einsatzes des Hybridfahrzeugs gewonnenen Erfahrungen an Interessierte weitergeben. So waren z. B. Vertreter der Abfallwirtschaft Mannheim am 19.8.2011 zu einem Beratungsgespräch einschließlich Fahrzeugvorführung zu Besuch.



DAS HYBRID-MÜLLSAMMELFAHRZEUG FAUN ROTOPRESS DUALPOWER AUF DEM ESO-BETRIEBSHOF IN OFFENBACH AM MAIN

## &gt;&gt; 06/05 PILOT: PEDELEC IDSTEINER LAND ON TOUR

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

Süwag Energie AG (Konsortialführer), Storck Bicycle GmbH

## Laufzeit

01.03.2010 - 30.09.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Entwicklung und Optimierung eines neuen Antriebs- und Akkusystems
- Etablierung von E-Bikes in einer topografisch anspruchsvollen Region
- Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur mit unterschiedlichen Ausprägungen zum autarken, netzunabhängigen Laden eines E-Bike-Typs sowie zum netzgebundenen Laden aller marktüblichen Akkusysteme

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

ca. 150 Pedelecs (Storck Bicycle)

## Nutzung

privat

## Infrastruktur

- vier Solarladestationen (mobikon / younicos)
- acht Netzladestationen (Walther-Werke)

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

**Q3 / 2010:** Entwicklung und Optimierung eines neuen Antriebs- und Akkukonzepts für Pedelecs

**Q3 / 2010:** Marketingkonzept und Pressekampagne zur Veröffentlichung des Projekts, Aufklärungskampagne zur Elektromobilität

**Q1 / 2011:** Entwicklung von verschiedenen Konzepten für Ladestationen (autark und netzgebunden)

**Q2 / 2011:** Bau und Testbetrieb von Prototypen neuer E-Bike-Ladestationen

**2010 / 2011:** Sozialwissenschaftliche Auswertung des privaten Verbraucherverhaltens

**2010 / 2011:** Unterstützung der technischen Begleitforschung

## ERGEBNISSE

Das optimierte Antriebskonzept des Raddar-Systems von Storck setzt auf Drehmomentstärke im Allgemeinen und auf leistungsstarke, effiziente Drehmomentsensoren im Besonderen, um das angestrebte „ruckfreie“ Fahren sowie Systemstabilität der elektrischen Tretunterstützung zu erreichen. Die im Rahmen des Projekts verwendeten Akkus der Stärke 10 Ah werden von sogenannten Rekuperationsmechanismen (Stromrückgewinnung) unterstützt, um die Reichweite der Akkus zu erhöhen. Beim Prototyp des Antriebs nahmen die verbauten Controllerplatinen bei zu hoher Geschwindigkeit Schaden durch die entstehenden Energieströme. Die Platinen wurden an diese Belastungen angepasst und das Antriebsgehäuse zur verbesserten Aufnahme der Speichen optimiert. Außerdem wurde die Fertigung der Motoren von China nach Europa verlagert. Diese Maßnahmen haben zu einer entscheidenden Qualitätsverbesserung und zur Erhöhung der Zuverlässigkeit des Antriebs geführt.

Der Aufbau einer Infrastruktur mit E-Bike-Ladestationen bietet einerseits die Möglichkeit zum Nachladen der E-Bikes unabhängig von der heimischen Steckdose, andererseits trägt er zur Reduzierung der psychologischen Hemmnisse bei, indem der Befürchtung entgegengewirkt wird, die Akkureichweite könnte für die gewünschte Wegstrecke nicht ausreichen. Eine verlässliche Reichweite spielt in hügligen Gegenden eine besonders wichtige Rolle, da die Fortbewegung mit herkömmlichen Fahrrädern wegen der schwierigen Bergauffahrten gemieden wird. Um diesen Sorgen der E-Bike-Nutzer entgegenzutreten, wurden zwei Ladesäulentypen entwickelt: Die Solarladesäule ist unabhängig vom Versorgungsnetz, sodass sie zum Beispiel in touristischen Gegenden auch abseits von Siedlungen aufgestellt werden kann, und die Ladung wird direkt über Gleichspannung am E-Bike vorgenommen. Der netzgebundene Schließfachladeschrank ermöglicht dagegen das sichere Laden über eine Schuko-Steckdose, wobei Akkus, Ladegerät, Helm, Rucksack usw. bequem verstaut und verschlossen aufbewahrt werden können. Die Ladepunkte werden jeweils mit RFID-Chips freigeschaltet.

Die sozialwissenschaftliche Begleitforschung hat ergeben, dass dem derzeitigen Nutzerkreis die Reichweite der Akkus ausreicht. Es hat sich im Projektverlauf gezeigt, dass die Klientel „50 plus“ die größte Nachfrage ausgelöst hat. Häufig entscheiden sich Paare zum gemeinsamen Fahren mit Pedelecs. Das partnerschaftliche Fahren wird durch die einstellbare Stärke der elektrischen Unterstützung gefördert, durch die

mit gleich hoher Geschwindigkeit gefahren werden kann. Wesentliches Entscheidungskriterium für den Einsatz eines E-Bike ist der Praxistest, denn erst die positive Erfahrung vermittelt die Vorteile eines E-Bike. Der Preis scheint dagegen in diesem innovativen Wachstumsmarkt von untergeordnetem Stellenwert zu sein. Die Verbreitung von E-Bikes im Business-Umfeld zur Substitution von Autofahrten durch Berufspendler bedarf einer aufwendigen Überzeugungskampagne und wird weniger über die Ansprache der Autofahrer im privaten Umfeld erreicht. Konzepte wie „Bike & Business“ bieten hier den richtigen Ansatzpunkt.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Wesentlicher Bestandteil des Projekts ist die Verbreitung der Technologie in der Bevölkerung. Um sie zu erreichen, wurde eine breite Aufklärungs- und Informationskampagne angestoßen. Diese umfasste zahlreiche Presseartikel, Zeitungsanzeigen und Fernsehberichte. Besonderes Augenmerk wurde auf ein lokal orientiertes Marketing mit Probefahrten und eindrucksvollen Praxistests gelegt. Des Weiteren wurden die E-Bikes und Ladestationen bei verschiedenen lokalen Rad- und Freizeitveranstaltungen sowie auf deutschen Messen und Ausstellungen präsentiert (z. B. eurobike, IAA). Vorführungen bei ansässigen Unternehmen und über den Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) rundeten die Veröffentlichungskampagne ab. Die Neuauflage der Radtourenkarte des Idsteiner Landes stellt Interessierten die Technik der E-Mobilität im Allgemeinen und das Projekt im Speziellen vor. In der 34-seitigen Broschüre werden neben den technischen Details von Pedelecs auch die Funktionsweise von E-Bike-Ladestationen und deren Standorte in der Region erläutert.

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 25.6. Pressekonferenz zum Projektstart, Idstein
- 4.9. Städtewettbewerb Energie, Idstein
- 26.1. Tag der Wirtschaftsförderung, Idstein

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 15.5. Familientag Idstein, Ems-Wörsbachtal-Tour
- 26.6. Tal to Tal, Rheingau
- 6.8. Einweihung PV-Ladestationen, Idstein, Hünstetten
- 13.9. IAA in Frankfurt am Main

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

### ANTRIEBSTECHNIK

Zukünftig sind eine Steigerung der Akkukapazitäten auf 13 Ah sowie eine Spannungsanpassung auf 36 V geplant. Dadurch erhöhen sich Reichweite und Drehmomentunterstützung.

### LADEINFRASTRUKTUR

Für die Projektteilnehmer ist im Normalgebrauch die derzeitige Akkureichweite ausreichend. Daher liegt der zukünftige Fokus auf der Entwicklung von diebstahlsicheren Abstellmöglichkeiten, flexiblen Mobilitätskonzepten im öffentlichen Nahverkehr und einem standardisierten Akku-Tauschsystem. Der Ausbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur mit flexiblen Ladesteuerungen und herstellerunabhängigen Adapterlösungen wird insbesondere im Tourismusbereich und bei Verleihsystemen eine Rolle spielen.

DIE E-BIKE-STATIONEN  
(SOLARSÄULE UND  
SCHLISSFACHSYSTEM)  
SIND AN ZENTRALEN ORTEN  
IM IDSTEINER  
LAND INSTALLIERT.



## >> 06 / 06 ELEKTROTANKSTELLE VOR DEM STAMMSITZ DER STADTWERKE OFFENBACH HOLDING GMBH

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Projektleitung

Stadtwerke Offenbach Holding GmbH

#### Laufzeit

1.11.2009 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Erprobung verschiedener Ladetechnologien, Sammeln von Erfahrungen im Vergleich von DC- und AC-Schnellladung

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 2 Pkw (Mitsubishi i-MiEV, German e-Cars Stromos)
- 2 Pedelecs der Marke Winora

##### Infrastruktur

- Schuko, IEC Typ II
- CHAdeMO (Erprobung verschiedener Ladetechnologien, Sammeln von Erfahrungen im Vergleich DC mit ACSchnellladung)

##### Nutzung der Fahrzeuge

- Boteneinsatz
- betriebsinterne Fahrten

### >> MEILENSTEINE

Voruntersuchung und Installation der Techniken

Überführung der Fahrzeuge in den Regelbetrieb

Betreuung der Probanden und Auswertung

### ERGEBNISSE

Die Reichweite der eingesetzten Akkus gehört zu den derzeit am kritischsten diskutierten Aspekten von Elektrofahrzeugen. Obwohl bei über 80 % der gefahrenen Tagestouren eine Batterieladung ausreicht, ergeben sich Situationen, in denen zuverlässig eine höhere Reichweite gewährleistet sein muss. Deshalb erprobt die Stadtwerke Offenbach Holding GmbH zwei Schnellladetechniken, um auch im Fall besonders hohen Fahrtenaufkommens rein elektrisch fahren zu können und keine konventionellen Fahrzeuge vorhalten zu müssen. Die Botenfahrzeuge der Unternehmensgruppe benötigen in der Regel eine durchschnittliche Tagesreichweite von 50-70 km, höchstens jedoch 170 km. Mit den heute am Markt verfügbaren E-Pkw-Modellen lassen sich somit nicht alle Fahrten rein elektrisch gestalten - insbesondere dann nicht, wenn Zusatzverbraucher wie Heizung und Licht eingeschaltet sind und bei niedrigen Außentemperaturen die Batteriekapazität sinkt.

Vor diesem Hintergrund installierte die SOH im Modellversuch zwei verschiedene Schnellladetechniken. Mit dem Gleichstrom-Schnellladeverfahren kann der Nutzer die Fahrzeugbatterie innerhalb von 25 Minuten wieder auf 80 % laden. Mit dem dafür benötigten Steckertyp, der von der „CHAdeMO-Association“ entwickelt wurde, können derzeit in erster Linie japanische und aufgrund von Kooperationsverträgen auch französische Fahrzeuge zwischengeladen werden, wobei die Fahrzeugakkus mit 50 kW beaufschlagt werden. Im Projekt wurde dies mit dem Fahrzeug i-MiEV von Mitsubishi erprobt, das neben diesem Anschluss einen weiteren zur batterieschonenden Ladung über Nacht an einer Haushaltssteckdose besitzt. Zum Vergleich wurde die in Deutschland vorrangig favorisierte Drehstromladung mit dem Fahrzeug Stromos erprobt. Das Elektroauto lädt durch eine intelligente Steuerung zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur mit bis zu 32 A und 400 V. Der Ladevorgang dauert bis zu 3 Stunden; genutzt wird ein Stecker IEC Typ II, der sich derzeit in der Normung befindet. Insbesondere in den kommenden Wintermonaten werden vielfältige Erkenntnisse erwartet, vor allem über die Nutzungshäufigkeit der Schnellladeinfrastruktur in Verbindung mit der erhöhten Belastung der Akkumulatoren.

Die Handhabbarkeit der Systeme wird als gut empfunden, allerdings besteht fortlaufend Nachbesserungsbedarf hinsichtlich der technischen Zuverlässigkeit der Systeme (Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur). Zusätzlich wurden zwei Pedelecs für dienstliche Fahrten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter angeschafft.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Ein Monitor im Foyer der Stadtwerke Offenbach Holding GmbH zeigt an, welche Einsparpotenziale in punkto CO<sub>2</sub> mit den Elektroautos erreicht werden.

### ÜBERGABETERMIN

- Übergabe der Pedelecs an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter inkl. Infolyer zur Handhabung und Ausleihe

### VERANSTALTUNGEN 2011

- ab April** offizieller Einsatz der Pedelecs für die betriebliche Mobilität
- April/Mai** Übergabe der E-Pkw zu Testzwecken an die Mitarbeiter
- Juli** offizieller Pressetermin zur Eröffnung der Ladestation

OFFIZIELLE ÜBERGABE DER FAHRZEUGE AN DIE BOTEN  
DER UNTERNEHMENSGRUPPE

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Alle Fahrzeuge und errichteten Infrastrukturtechniken werden weiterhin genutzt. Beide E-Pkw ersetzen vollständig die bisher betriebenen konventionellen Botenfahrzeuge, weshalb diese bereits während des Projektverlaufs abgeschafft werden konnten. Es ist absehbar, dass die Infrastrukturkomponenten zu einem späteren Zeitpunkt auch der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.



## >> 06/07 BIKE + BUSINESS 2.0 – PEDELECS ALS BESTANDTEIL DES BETRIEBLICHEN MOBILITÄTSMANAGEMENTS

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Projektleitung

Regionalverband FrankfurtRheinMain

#### Hersteller

riese und müller GmbH

#### Laufzeit

1.3.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Untersuchung des Umsteigepotenzials von Pedelecs im Pendlerverkehr und im dienstlichen Gebrauch
- Technische, infrastrukturelle und soziale Forschungsfragen
- Zusammenarbeit von Herstellern, Beschäftigten und Unternehmensführungen

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 151 Pedelecs - zur Auswahl standen vier Typen des Fahrradherstellers riese und müller GmbH - wurden zu geförderten Konditionen an zehn Arbeitgeber in der Rhein-Main-Region ausgeliefert.
- Modelle: Avenue hybrid, Jetstream hybrid, Delite hybrid HT, Delite hybrid 500 HS („high speed“, Unterstützung bis 45 km/h), Birdy hybrid (Falt-Pedelec)

##### Nutzung der Fahrzeuge

85 wurden als Diensträder und 66 von Beschäftigten der teilnehmenden Betriebe privat genutzt.

### >> MEILENSTEINE

**April bis Juni 2010:** Kauf und Auslieferung von 151 Pedelecs der riese und müller GmbH im Auftrag von zehn beteiligten Kommunen, Unternehmen und Institutionen aus der Region

**ab September 2010:** sozialwissenschaftliche und technische Begleitforschung durch die Fachhochschule Frankfurt, die Goethe-Universität Frankfurt sowie das Fraunhofer-Institut IWES

**2.12.2010:** Fachtagung „bike + business 2.0: Einsatz von Pedelecs in der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main“

**29.9.2011:** Abschlusskongress „bike + business 2.0“ mit der Herausgabe einer 32-seitigen Projektdokumentation

## ERGEBNISSE

Die bislang überwiegend positiven Rückmeldungen der Projektbeteiligten lassen darauf schließen, dass Pedelecs in den nächsten Jahren in den betrieblichen Fuhrparks sowie auf dem Weg zur Arbeit wesentlich an Bedeutung gewinnen werden. Konkrete Ergebnisse werden vorliegen, wenn die derzeit noch laufenden sozialwissenschaftlichen (Fachhochschule Frankfurt, Goethe-Universität Frankfurt) und technischen Begleituntersuchungen (Fraunhofer-Institut IWES) abgeschlossen sind.

Im Fokus der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung, für die mithilfe von Fragebögen, Mobilitätstagebüchern und Interviews Daten erhoben wurden, stehen das Nutzungsverhalten der Beschäftigten und die Faktoren, die es beeinflussen. In der technischen Begleitforschung wurde eine regelmäßige Datenerfassung u. a. mithilfe GPS-fähiger Fahrradcomputer und Energielogger sichergestellt.

Die Zusammenarbeit zwischen dem Regionalverband FrankfurtRheinMain als Projektleiter und dem Projektpartner riese und müller funktionierte sehr gut. Das gilt ebenso für die Zusammenarbeit mit den beteiligten Institutionen, Kommunen und Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

„bike + business 2.0“ erzielte eine breite Öffentlichkeitswirkung. Das gilt insbesondere für die Übergabetermine beim Regionalverband FrankfurtRheinMain, bei der Technischen Universität Darmstadt sowie bei den Städten Darmstadt und Offenbach am Main. Weiterhin fanden die Fachtagung und der Abschlusskongress eine erfreulich hohe Presseresonanz.

### VERANSTALTUNG 2010

2.12. Fachtagung „bike + business 2.0: Einsatz von Pedelecs in der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main“

### VERANSTALTUNG 2011

29.9. Abschlusskongress „bike + business 2.0“



DIE PEDELECS DER FIRMA RIESE UND MÜLLER GMBH VOR DER ÜBERGABE



PRESSETERMIN MIT DEN REPRÄSENTANTEN DER BETEILIGTEN STÄDTE

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

„bike + business 2.0“ legt mit dem Einsatz von Pedelecs den Schwerpunkt auf Pendlerdistanzen von 5 bis 15 Kilometern. Die durch Pedelecs mögliche Erhöhung der Geschwindigkeit und der zurückgelegten Distanzen erfordert jedoch planerische Antworten, beispielsweise die Trassierung von regionalen Radschnellwegen. Der Regionalverband FrankfurtRheinMain hat zu diesem Thema bereits ein Projekt unter dem Titel „bike + business 3.0“ ins Leben gerufen. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden bei der Planung von großem Nutzen sein.

## >> 06/08 EINSATZ DES HYBRIDANTRIEBS BEI KOMMUNALFAHRZEUGEN ZUR REDUKTION VON SCHÄDLICHEN IMMISSIONEN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Eigenbetrieb für kommunale Aufgaben und Dienstleitungen der Stadt Darmstadt (EAD) (Konsortialführer)
- Institut für Verbrennungskraftmaschinen (VKM) der Technischen Universität Darmstadt

#### Laufzeit

1.12.2009 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Einsatz eines Hybrid-Abfallsammelfahrzeugs im Realbetrieb
- Rückschlüsse über die mögliche Elektrifizierung bzw. Teilelektrifizierung von Kommunalfahrzeugen

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- ein Hybrid-Abfallsammelfahrzeug
- eine selbstfahrende Arbeitsmaschine (Kehrmaschine)

##### Nutzung der Fahrzeuge

- kommunaler Fuhrpark
- Abfallsammlung und Stadtreinigung

### >> MEILENSTEINE

#### Arbeitspakete:

Demonstration der Alltagstauglichkeit eines Hybrid-Abfallsammelfahrzeugs unter realen Bedingungen

Anwendung der gewonnenen Ergebnisse auf andere Kommunalfahrzeuge

Handlungsempfehlung für die zukünftigen Anwendungsbereiche von Elektrifizierung bei kommunalen Fuhrparks im Hinblick auf verschärfte Umweltstandards (Umweltzonen)

### ERGEBNISSE

Der Einsatz des Hybrid-Abfallsammelfahrzeugs unter realen Bedingungen hat gezeigt, dass die Technik teilweise noch nicht ausgereift ist und sich teilweise sogar noch im Entwicklungsstadium befindet. Die Bedienung des komplexen Aufbaus des Antriebssystems erfordert auf Seiten des Benutzers eine gründliche Kenntnis der Technik. Die Verringerung der Nutzlast gegenüber konventionellen Abfallsammelfahrzeugen um rund 1 t bei 26 t zulässigem Gesamtgewicht ist einer der Hauptkritikpunkte. Die Verringerung des Kraftstoffverbrauchs und des Geräuschpegels eröffnet allerdings die Möglichkeit des Einsatzes in Randzeiten, der mehrere Vorteile mit sich bringen würde.

Für die Analyse des Fahrzeugbestandes hat sich als sinnvoll erwiesen, den vorhandenen kommunalen Fuhrpark nach dem zulässigen Gesamtgewicht in Fahrzeuggruppen zu unterteilen. Anhand von Referenzfahrzeugen lässt sich so ermitteln, bei welchen Fahrzeugen Einsparpotenziale vorhanden sind. Daraus können dann spezifische Handlungsoptionen für das Management des Fuhrparks abgeleitet werden.

Zu diesem Zweck wurde eine selbstfahrende Arbeitsmaschine (Großkehrmaschine Bucher Schörling City Cat 5000, Gewichtsklasse 7,5-12 t) in einem aufwendigen Verfahren mit insgesamt 16 Messsensoren ausgestattet, um sämtliche entstehenden Schadstoffe im realen Fahrbetrieb zu erfassen, und zwar bei gleichzeitig eingeschalteten Nebenaggregaten, was in dieser Form zuvor noch nicht durchgeführt worden war.

Dabei kam die Kooperation mit dem Institut für Verbrennungskraftmaschinen (VKM) der Technischen Universität Darmstadt (TUD) zum Tragen, die es ermöglichte, hochmoderne Messtechnik zur Datenerfassung einzusetzen. Die größte technische Herausforderung lag darin, die Messsensoren so anzubringen, dass die Einsatzfähigkeit der Maschine nicht eingeschränkt wurde, was von den Experten aus der Abteilung Technik des EAD mithilfe individuell angefertigter Halterungen hervorragend gelöst wurde. Die beim Betrieb gewonnenen Daten dienen als Grundlage für wissenschaftliche Simulationen.

Anhand der bislang gewonnenen Erkenntnisse lässt sich sagen, dass in einzelnen Bereichen vielversprechende Ansätze zu erkennen sind, die Entwicklung für kommunale Fuhrparks heute aber insgesamt noch ganz am Anfang steht. Als Nächstes wird untersucht werden müssen, welcher Anteil von Fahrzeugen mit alternativer Antriebstechnik in kommunalen Fuhrparks mittelfristig realisierbar ist - damit diese Fuhrparks die Vorreiterrolle einnehmen können, die ihnen im Bereich der Elektrifizierung zugedacht ist.

KONVENTIONELLES ABFALLSAMMELFAHRZEUG  
UND HYBRID-ABFALLSAMMELFAHRZEUG

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Von entscheidender Bedeutung für die erfolgreiche Einführung alternativer Antriebe ist die Frage der damit verbundenen Kosten. Die Kosten für Einführung (Opportunitätskosten), Mitarbeiterschulung, Ausfälle der neuen Technik, Kundenzufriedenheit usw. müssen verlässlich berechnet werden, und zwar unter Berücksichtigung der Absetzung für Abnutzung und der Verwertung nach Ablauf der Nutzungsdauer.



## >> 06/09 „NEMO“ (NORDHESSEN E-MOBILITÄT) – UMSETZUNG EINES GEMEINSAMEN KONZEPTS ZUR ENTWICKLUNG UND ZUM AUFBAU EINER NORDHESSENWEITEN EINHEITLICHEN INFRASTRUKTUR FÜR DAS LADEN VON E-FAHRZEUGEN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Städtische Werke AG Kassel (Konsortialführer)
- Stadtwerke Bad Sooden-Allendorf
- Stadtwerke Eschwege Wolfhagen
- EWF Energie Waldeck-Frankenberg GmbH
- Kraftstrom-Bezugsgenossenschaft Homberg
- Stadtwerke Witzenhausen (Ende 2010 dazugekommen)

#### Laufzeit

01.03.2010 – 30.09.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Untersuchung von vorhandener Netzinfrastruktur und Komponenten zur Netzintegration der Region Nordhessen / Kassel
- Entwicklung eines modularen Konzepts zur Einführung von einheitlichen Ladesäulen und Abrechnungskonzepten
- Beschaffung von E-Kfz, E-Rollern und Pedelecs und Feldtest auf Alltagstauglichkeit
- Kostenlose Lieferung des Ladestroms bis Ende 2012 durch die Energieversorgungspartner

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 5 E-Kfz Stromos
- 4 i-MiEV, 2 E-Roller Vectrix VX1
- ein E-Roller Vectrix VX2
- 25 Pedelecs

##### Nutzung der Fahrzeuge

- Kfz: 8 E-Kfz zur Personenbeförderung
- ein Stromos-Zweisitzer als Servicefahrzeug in der Rufbereitschaft und im Baustellenbetrieb bei der Städtische Werke AG Kassel (StW Kassel)
- ein Stromos als Carsharing-Fahrzeug bei den StW Kassel

##### Pedelecs

- 10 Pedelecs an Studenten verliehen
- 15 Pedelecs stehen Mitarbeitern der Partner-Energieversorgungsunternehmen für den internen Kurzstreckenverkehr zur Verfügung.

##### Infrastruktur Schnittstelle

- 61 Ladeplätze für 60 E-Kfz in Nordhessen
- 2 Pilotladesäulen am Karlsplatz in Kassel und auf dem Betriebsgelände der StW Kassel (Beendigung der Energieabrechnung im Oktober 2010 aufgrund des Fehlens einer eichrechtlichen Lösung)
- ca. 73 % der geplanten 70 Ladeplätze mit Mennekes-Technik, RFID-Kartensystem, serverüberwacht; außerdem erprobt: Langmatz-, emco- und EBG-Technik

### >> MEILENSTEINE

**März 2010:** Entwicklung einer Pilotladesäule, Analyse des Versorgungsnetzes Kassel, Infrastrukturplanung der Parkplätze auf privaten und öffentlichen Flächen bei allen Partnern

**Juni 2010:** Inbetriebnahme der Pilotladesäule, Erprobung des Abrechnungsverfahrens, Auslieferung des ersten E-Pkw vom Typ Stromos der Firma German E-Cars an die StW Kassel

**März 2011:** Aufbau der Mennekes-Ladeplätze in Nordhessen und der Stadt Kassel

**Mai 2011:** Inbetriebnahme der ersten Mennekes-Schnellladesäule in Verbindung mit einem Carsharing-Modell in Kassel

**bis Ende 2011:** Aufbau und Einsatz aller Ladesäulen

## ERGEBNISSE

Da die Kosten für die von den StW Kassel entwickelten Pilotladesäulen bei 20.000 € für vier Ladeplätze und 14.000 € für zwei Ladeplätze liegen, entschied sich das NEMO-Projektteam nach technischer Prüfung der lieferbaren Ladesäulen im Dezember 2010 für die preiswerteren Ladesäulen der Firma Mennekes. Davon wurden 23 geliefert und die erste konnte im März 2011 in Betrieb genommen werden. In sieben unterschiedlichen Netzgebieten kam dieselbe Ladetechnik zur Anwendung. Weiterhin befanden sich die Ladetechniken der Firmen EBG, Langmatz und emco sowie die Ladebox der Firma Tesla im Test.

Die Verwaltung der RFID-Ladekarten erfolgte über die neu gegründete Stadtwerke Union Nordhessen (SUN), an der die NEMO-Partner beteiligt sind.

Von den vier Ladeplätzen der Pilotanlage in Kassel am Karlsplatz waren zwei für E-Mobile reserviert und zwei waren normale gebührenpflichtige Parkplätze. In der Zeit von Juni 2010 bis August 2011 wurden bei 837 Ladevorgängen 2.516 kWh Strom abgegeben. Vermutlich wird sich durch die Inbe-

triebnahme weiterer Ladeplätze die abgegebene Energiemenge pro Ladepunkt reduzieren.

Der Stromverbrauch der beiden Dienstfahrzeuge der StW Kassel bis August 2011 betrug 3.340 kWh.

Die gefahrene Kilometerleistung lag insgesamt bei 13.850 km. Bei Überlandfahrten wurden die beiden Stromos auch an anderen Ladesäulen geladen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Fahrzeuge der StW Kassel durchschnittlich ca. 18 kWh pro 100 Kilometer verbrauchen.

### TEST E-ROLLER

Da die Reichweite der drei E-Roller beschränkt ist und sie nur bei schönem Wetter genutzt wurden, liegen hier weniger Erfahrungen vor. Überwiegend lobten die Testfahrer jedoch den Fahrkomfort.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 28.05.** Erster Ladesäulen-Prototyp der Städtischen Werke AG in Kassel auf dem Karlsplatz sowie zwei weitere Testladesäulen ähnlicher Bauweise auf dem Betriebshof der Städtischen Werke in Betrieb genommen
- 06.08.** Erste Auslieferung des E-Mobil Stromos der Fa. German-e-cars aus Grebenstein
- 06.12.** Fa. German-e-cars liefert den ersten Stromos Citycarrier an die Städtische Werke AG

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 07.03.** Inbetriebnahme der ersten Ladesäule der Fa. Menekes bei den Stadtwerken Wolfhagen
- 09.05.** Inbetriebnahme der ersten Ladesäule in Homberg bei der Kraft-Bezugsgenossenschaft KBG
- 19.05.** Inbetriebnahme der ersten Ladesäule bei den Stadtwerken in Bad Sooden-Allendorf und Lieferung des ersten i-MiEV an die Stadtwerke
- 20.05.** Inbetriebnahme der ersten Menekes-Ladesäule in Kassel sowie Start des Probetriebs für Carsharing mit der Auslieferung des 3. Stromos der Städtische Werke AG
- 01.06.** Inbetriebnahme der ersten Ladesäule in Bad Arolsen bei der Energieversorgung Waldeck-Frankenberg
- 27.06.** Erste E-Tankstelle in Fritzlar: Eröffnung

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Eine weitere Untersuchung und Auswertung der Ladedaten sowie eine Softwareanpassung sind notwendig, um das Energieabrechnungssystem vollständig zu automatisieren. Die Entwicklung eines stabilen Serversystems und eines Ladesäulenservice für Entstörungsmaßnahmen muss folgen. Die Kontaktaufnahme mit potenziellen Projektpartnern ist bereits erfolgt. Es ist vorgesehen, das Ladekartensystem für Ladesysteme anderer Hersteller zu erweitern. Erste Untersuchungen und Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist, die RFID-Karte neben der Ladefunktion für unterschiedliche Ladesysteme zu einer Multifunktionskarte mit Bezahlungsfunktionen für den öffentlichen Nahverkehr, Carsharing-Systeme und die Parkhausnutzung zu erweitern.

Sowohl mit dem E-Mobilitätsprojekt Ladenetz.de der Stadtwerke Münster als auch mit dem Regionalversorger E.ON-Mitte sollen der Erfahrungsaustausch vertieft und die Ladeinfrastruktur gemeinsam genutzt sowie weiter optimiert werden.

Die verfügbaren E-Fahrzeuge werden in weiteren Projekten die Grundlage dafür darstellen, die Nutzung der Energiespeicher für Photovoltaikstrom zu testen und auf diese Weise ein Lastmanagement zu entwickeln.

## >> 06/10 MOREMA – INTEGRATION VON E-FAHRZEUGEN IN DEN JUWI-FUHRPARK

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Projektleitung

juwi Holding AG

#### Partner

- Fachhochschule Frankfurt
- Goethe-Universität Frankfurt
- e-hoch-3 GbR (sozialwissenschaftliche Begleitforschung)
- Fraunhofer-Institut IWES (technische Begleitforschung)

#### Aufgaben & Projektziele

Ermittlung der Akzeptanz, Kompatibilität und Alltagstauglichkeit von Elektroautos im juwi-Fuhrpark

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- ein Mitsubishi i-MiEV Rechtslenker (PKW), Dienstwagen mit Personenzuordnung
- 9 Mitsubishi i-MiEV Linkslenker (PKW), Dienstwagen mit Personenzuordnung
- 3 Tesla Roadster (PKW), Mitarbeiter (Poolfahrzeug)
- ein USA Tesla Roadster (PKW), Mitarbeiter (Poolfahrzeug)
- ein EcoCraft Carrier (Nutzfahrzeug), Nutzung durch interne Abteilung Facility Management
- 10 Pedelec Diamant (2 Zouma+, 3 Zouma Elite Herren, 3 Zouma Elite Damen, 2 Zouma Supreme), Mitarbeiter (Poolfahrzeug)
- 6 Pedelec Storck Multitask Raddar, Mitarbeiter (Poolfahrzeug)
- 6 E-Scooter EVT 4000e, Mitarbeiter (Poolfahrzeug)
- 3 E-Scooter SolarScooter Sport SCP 4040 Li.on, Mitarbeiter (Poolfahrzeug)

### >> MEILENSTEINE

#### M1 Vorgehensweise der Konzeptstudie verfügbar

- M1.1 Projekt/ Ziel ist abgestimmt (abgeschlossen am 01.03.2010)
- M1.2 Rahmenbedingungen und Nutzerprofile erstellt (abgeschlossen am 14.04.2010)
- M1.3 Konzeptphase beendet (abgeschlossen am 06.05.2010)

#### M2 Fuhrpark vorbereiten und ausrüsten

- M2.1 Fahrzeugbeschaffung (abgeschlossen am 05.04.2011)
- M2.2 Messtechnik definiert und eingebaut (mit Einschränkungen erfolgt) (abgeschlossen am 23.03.2011)
- M2.3 Messdatenerfassung vorbereitet und funktionsfähig (abgeschlossen am 23.03.2011)

#### M3 Durchführung Feldtest und Dokumentation

- M3.1 Administrative Vorbereitung abgeschlossen (am 31.12.2010)
- M3.2 Versuchsstart, Inbetriebnahme der Versuchsflotte (am 05.07.2010)
- M3.3 Feldversuch durchgeführt und ausgewertet (am 30.06.2011)

### ERGEBNISSE

Im Rahmen von MOREMA untersuchten die Projektpartner, wie sich Elektrofahrzeuge in den Alltag der Mitarbeiter /innen und den Firmenfuhrpark integrieren lassen. Auf Grundlage von Befragungen, Mobilitätstagebüchern und elektronischen Fahrprofilen konnte ermittelt werden, welche Chancen E-Mobilität für den Firmenfuhrpark von juwi bietet. Die Ergebnisse der oben genannten Projektteilnehmer werden von diesen in separaten Berichten zur Verfügung gestellt.

Hauptaufgabe von juwi war, die Fahrzeuge und die Probanden für die Feldversuche zur Verfügung zu stellen. Bereits im Oktober 2010 integrierte juwi den ersten personenbezogenen Dienstwagen Deutschlands in seine Flotte. Seit Januar 2011 fuhren insgesamt zehn Mitarbeiter einen Mitsubishi i-MiEV als Dienstwagen. Schwierigkeiten bereiteten anfangs entgegen der allgemeinen Vermutung nicht nur die eingeschränkte Reichweite und die Ladezeiten der Fahrzeuge, sondern auch die steuerlichen Nachteile gegenüber herkömmlichen Pkw.

Des Weiteren wurden während des Versuchszeitraums zwei Spritsparstudien durchgeführt, mit denen gezeigt werden konnte, dass schon durch eine Umstellung der Fahrweise auch mit herkömmlichen Pkw der CO<sub>2</sub>-Ausstoß erheblich verringert werden kann (Durchschnittseinsparung auf 20.000 km: 282,14 kg CO<sub>2</sub>).

Außerdem erhielt juwi für seinen Fuhrpark das Zertifikat des Instituts Ökotrend.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### EXTERN

- Aug. 2010** Vortrag im Rahmen der Veranstaltung Tag der Zulieferindustrie: „Solare Mobilität als Wachstumsmarkt der Zukunft“
- Aug. 2010** Auftaktveranstaltung Netzwerk Elektromobilität Darmstadt Rhein Main Neckar: „Emissionsfreie Mobilität - Herausforderungen und Potenziale“
- Okt. 2010** juwi-Mitarbeiter fährt bundesweit ersten personenbezogenen Elektro-Dienstwagen
- Okt. 2010** Bericht im ZDF-Morgenmagazin: „Elektromobilität - Hürden im Alltag“
- Jan. 2011** Pressemitteilung: „Mitsubishi i-MiEV - juwi bringt erneuerbare Energien auf die Straße“
- Mai 2011** Anhörung zum Thema „Lösungsansätze zur Versteuerung von Elektrofahrzeugen als Dienstwagen“
- Mai 2011** Ausstrahlung Bericht auf SWR 1: „eMobility bei juwi“
- Mai 2011** Dow Jones E-Mobility Forum Rhein-Main „Erfahrungsbericht: Mitsubishi i-MiEV - E-Fahrzeuge als Dienstwagen“
- Mai 2011** DB Management Forum - Leitung eines Workshops zum Thema „E-Fahrzeuge als Dienstwagen“
- Mai 2011** Erster Nissan Leaf in Deutschland bei juwi
- Mai 2011** Vortrag BEM Stammtisch: „Erfahrungsbericht mit E-Fahrzeugen als Dienstwagen“
- Juli 2011** Frontal 21: Bericht „Die leise Revolution“
- Juli 2011** Führungskräfte Forum „Elektromobilität“, Vortrag „Wir bringen Erneuerbare Energien auf die Straßen“
- Sept. 2011** eMobilität in Hessen Kurzdarstellung: „MOREMA - Im juwi Fuhrpark“
- Sept. 2011** 3. Kongress - 100% Erneuerbare Energie: Regionen „E-Mobilität: Chancen und Herausforderungen für Kommunen“
- Nov. 2011** 1. Konferenz „Deutschland intelligent mobil“: „E-Fahrzeuge in Fuhrparks - Anforderungen in der Praxis“

### INTERN

- Juni 2010** Auftaktveranstaltung Spritsparstudie Feldversuch 1
- Juni 2010** Auftaktveranstaltung Feldversuch 1
- Dez. 2010** 1. eMobility Day der juwi-Gruppe: Auf dem Weg zu 100% sauberer Mobilität
- Jan. 2011** Umfrage zur E-Mobilität: Hohe Zustimmung für i-MiEV-Integration
- Jan. 2011** Auftaktveranstaltung Spritsparstudie Feldversuch 2
- März 2011** Auftaktveranstaltung Feldversuch 2

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Noch während des Förderprojekts wurden mit Unterstützung eines Beratungsunternehmens Geschäftspläne entwickelt und in Produkte umgesetzt. Künftig wird juwi die Umstellung von Fuhrparks, die Installation von Solar-Carports sowie die Einrichtung einer geeigneten Ladeinfrastruktur übernehmen. Dafür bietet das Unternehmen ein Rundumpaket von der Beratung und Planung bis zur schlüsselfertigen Realisierung an.

Des Weiteren ist geplant, ab Anfang 2012 das Anschlussfördervorhaben „MOREMA II: 100 % Erneuerbare, intelligenter Firmenfuhrpark und kommunizierende E-Fahrzeuge - Flottenmanagement der Zukunft“ umzusetzen und die Fuhrparkumstellung weiter voranzutreiben.



Dienstwagen des Typs Mitsubishi i-MiEV

## >> 06/11 LINIE 103 – ELEKTROMOBILITÄT IN RHEIN-MAIN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Offenbacher Verkehrs-Betriebe GmbH (Konsortialführer)
- Rhein-Main-Verkehrsverbund

#### Laufzeit

1.3.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Schaffung elektromobiler Wegeketten durch Kombination von S-Bahn, E-Bus und elektromobiler Anschlussmobilität

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- ein Elektrobus auf der Nahverkehrslinie 103 (Landkreis Offenbach-Offenbach-Frankfurt am Main)
- eine E-Servicestation („eMobil-Station“) mit Verleihangebot von zwei E-Pkw und 15 Pedelecs

##### Infrastruktur

Zusätzlich wurde eine Ladeinfrastruktur in der Offenbacher Innenstadt errichtet.

#### Die eMobil-Station im Überblick

- **Baubeginn:** 29.3.2011
- **Eröffnung:** 24.5.2011
- **Fahrzeuge:** zwei Think City, Hersteller Think Global AS, 30-kW-Elektromotor (Reichweite ca. 160 km, Zebra-Batterien)
- **Angebot:** 15 Pedelecs der Marke Winora in drei Bauweisen, Bike-Boxen inkl. Lademöglichkeit für Pedelecs, überdachte Abstellplätze inkl. Ladesäule für Elektroautos, Reservierung der Autos online oder telefonisch, Ausleihe mit RFID-Karten
- **Preise:** Auto 6 € / Std., Pedelec 1,50 € / Std.; Gutschrift von einem Euro, wenn Fahrzeug nach Nutzung wieder angeschlossen wird; 10 % Rabatt für ÖPNV-Zeitkartenbesitzer

### >> MEILENSTEINE

Vorlage Lasten- und Pflichtenheft E-Bus, Fahrzeugevaluierung und -tests

Vorlage Schulungskonzept Testbetrieb (Werkstatt und Betriebspersonal)

Vorlage Marktforschungsergebnisse (vorrangig Nutzererwartungen, Preiselastizität)

Inbetriebnahme eMobil-Station (Bau und Beschaffung Fahrzeuge und Infrastruktur)

Markteinführung und Vermarktung

Inbetriebnahme E-Bus im Linienbetrieb

## ERGEBNISSE

An der eMobil-Station können 15 Pedelecs und zwei Elektrofahrzeuge jeden Tag im Jahr 24 Stunden am Tag von beliebigen Kunden ausgeliehen werden.

Der zweite Baustein von „Linie 103“, die Erprobung des deutschlandweit ersten rein elektrisch betriebenen Linienbusses im Testbetrieb, begann knapp nach Ende des Förderzeitraums (Mitte Oktober 2011). Die öffentliche Vorstellung des Elektrobusses erfolgte am 27.10.2011. Wichtigstes Ziel des Gesamtprojekts war die Integration elektrisch angetriebener Anschlussmobilität in das öffentliche Verkehrssystem. Dadurch werden klimaneutrale Reiseketten möglich und es kann ein erheblicher Beitrag zur Lärm- und Emissionsminderung im innerstädtischen Bereich geleistet werden. In der Verbindung beider Bausteine von „Linie 103“ erreichte Offenbach eine optimale Reisekette auf elektrischer Basis: Die eMobil-Station liegt direkt am zentralen Bus- und S-Bahn-Umsteigebahnhof „Marktplatz“. Ist man bis dorthin - mit strombetriebener S-Bahn oder Elektrobus - schon ohne Verbrennungsmotor unterwegs gewesen, kann man diese klimafreundliche Reise mit Elektroauto oder Elektrofahrrad fortsetzen. Es wurde also eine perfekte Kombination aus öffentlicher und individuell gestaltbarer Mobilität geschaffen.



#### ERÖFFNUNG DER eMOBIL-STATION, MAI 2011

Die Erprobung elektromobiler Verkehrsmittel – sowohl des E-Busses als auch der Elektrofahrzeuge im öffentlichen Verleih – dient dazu, eine breitere Akzeptanz in der Bevölkerung zu schaffen und Elektromobilität technisch so weiterzuentwickeln, dass eine stärkere Ausweitung solcher Systeme auch ökonomisch tragfähig wird. Akzeptanz und Neugier auf Seiten der Nutzer sind vorhanden: Schon im ersten Monat nach Eröffnung der Station hatte diese über 100 registrierte Kunden, und jeden Monat kommen ca. 20 neue hinzu.

### ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

#### VERANSTALTUNGEN 2011

- Mai** Offenbacher Woche – Probefahrten und Informationsveranstaltung zur eMobil-Station, Präsentation des E-Busses
- 24.5.** Feierliche Eröffnung der eMobil-Station, Podiumsdiskussion zur Elektromobilität auf dem Gelände der eMobil-Station
- Sept.** Beteiligung an der Woche der Mobilität

### ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Das Projekt hat den Partnern gezeigt, wie wichtig für die Einführung von Elektromobilität ihre Sichtbarkeit und die Möglichkeit sind, die Technik mit möglichst niedriger Hemmschwelle auszuprobieren. So ist vorgesehen, nach Ende der Förderlaufzeit das Anschlussvorhaben „eMobil 2.0“ umzusetzen. Nach kurzer Winterpause wird das Angebot der Pedelecs und Pkw den Nutzern ab März 2012 wieder zur Verfügung stehen. Außerdem wird geprüft, wie weitere derartige Stationen im Rhein-Main-Gebiet implementiert werden können.

#### TESTFAHRT DES ELEKTROBUSSES IN OFFENBACH



## >> 06/12 SOZIALWISSENSCHAFTLICHE BEGLEITFORSCHUNG ZUR ELEKTROMOBILITÄT IN DER MODELLREGION RHEIN-MAIN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Projektleitung

Fachhochschule Frankfurt am Main

#### Partner

- Goethe-Universität Frankfurt
- e-hoch-3 GbR Darmstadt

#### Laufzeit

1.1.2010 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Untersuchung der Akzeptanz von Elektromobilität anhand quantitativer und qualitativer Befragungen und der Auswertung des Mobilitätsverhaltens
- Ermittlung von Umweltpotenzialen

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

Die Projektpartner führten die sozialwissenschaftliche Begleitforschung über alle in der Modellregion Rhein-Main verankerten Demonstrationsvorhaben durch und verfügten daher nicht über eigene Fahrzeuge oder Infrastruktur.

### >> MEILENSTEINE

Die Projektpartner haben eine übergreifende Begleitforschung über alle in der Modellregion Rhein-Main angesiedelten Demonstrationsvorhaben durchgeführt. Ausgenommen waren einige wenige Projekte, deren Ziele rein technisch orientiert waren.

Anhand eines in drei Zügen durchgeführten Befragungskonzepts - jeweils vor, während und gegen Ende der Nutzungsperiode - sowie mithilfe von Mobilitätstagebüchern konnte eine große Menge von Daten gesammelt und hinsichtlich Mobilitätsverhalten und Nutzerakzeptanz quantitativ ausgewertet werden.

Außerdem wurden durch qualitative Interviews und Prosuming-Workshops wertvolle Erkenntnisse gewonnen. Zusätzlich wurden die Umweltauswirkungen von Elektromobilität untersucht.

### ERGEBNISSE

Die Fachhochschule Frankfurt am Main, die Goethe-Universität Frankfurt am Main und das Nachhaltigkeits-Beratungsunternehmen e-hoch-3 haben über die gesamte Projektlaufzeit von Januar 2010 bis September 2011 alle in der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main verankerten Demonstrationsvorhaben sozialwissenschaftlich begleitet. Das Projektkonsortium ermittelte dabei die Akzeptanz von Elektromobilität anhand quantitativer Befragungen und der Auswertung des Mobilitätsverhaltens.

Die Fachhochschule Frankfurt am Main fand anhand quantitativer Befragungen und der Auswertung des Mobilitätsverhaltens unter anderem heraus, dass Elektro-Pkw bereits heute von den meisten Befragten zumindest für den täglichen Weg zur Arbeit nutzbar sind. Nur 2 % der Nutzer legen hier mehr als 100 Kilometer pro Strecke zurück. Trotzdem gaben knapp zwei Fünftel an, dass Elektrofahrzeuge Reichweiten von über 200 Kilometern haben müssten, um für sie in Betracht zu kommen.

Die Elektrofahrzeuge wurden überwiegend nach dem Sharing-Prinzip oder als Dienstfahrzeuge genutzt. Über die Substitutionspotenziale von Elektrofahrzeugen kann mit den zur Verfügung stehenden Daten keine genaue Aussage getroffen werden. Da aber der Anteil an Pkw-Fahrten sowie Fahrten mit dem herkömmlichen Fahrrad nach Einführung der Elektrofahrzeuge abgenommen hat, ist zu vermuten, dass Elektrofahrzeuge diese ersetzt haben. Darüber hinaus ist aufgrund der Daten anzunehmen, dass der öffentliche Personennahverkehr durch Elektrofahrzeuge, zumindest im Berufsverkehr, nicht geschwächt wird.

Durch qualitative Befragungen und Workshops kam die Goethe-Universität zu dem Schluss, dass die Menschen zwar, wie zuvor vermutet, einen subjektiven Mehrwert von Elektromobilität erwarten. Dieser liegt jedoch weniger in der Möglichkeit zu nachhaltiger Mobilität als vielmehr in der Erwartung, Elektromobilität möge die Bewältigung der Mobilitätszumutungen und Mobilitätschancen des (nicht nur beruflichen) Alltags erleichtern. Es gibt Unterschiede der Einstellungen zur Elektromobilität von Personen, die bereits Erfahrungen haben, im Vergleich zu Personen, die noch keine Erfahrungen haben:

Die Befragten außerhalb der beforschten Demonstrationsvorhaben assoziieren mit Elektromobilität vor allem klein, langsam, unzuverlässig usw. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Demonstrationsvorhaben dagegen konstatierten immer wieder, Elektrofahrzeuge machten einfach Spaß. Elektrofahrzeuge können zwar gegenwärtig (noch) nicht mit konventionellen Pkw konkurrieren, unter bestimmten Bedingungen - wie etwa verstärkter intermodaler Verkehrsstrukturen - jedoch durchaus alltagstauglich sein.

Die Markteinführung von Pedelecs kann gut gelingen, ist jedoch kein Selbstläufer. Pedelecs stoßen auf breite Akzeptanz. Insbesondere die Nutzung bei Arbeitswegen und Dienstfahrten trifft aufgrund der Erleichterung des Fahrens und des Zugewinns an Selbstbestimmtheit gegenüber ÖPNV oder Fahrgemeinschaften auf positive Resonanz und bewirkt zum Teil auch Verlagerungen vom eigenen Auto zum Pedelec. Hemmnisse sind das umständliche Handling und mangelnde infrastrukturelle Einrichtungen, insbesondere fehlende gesicherte Abstellmöglichkeiten.

Das Umweltberatungsunternehmen e-hoch-3 kam zu folgenden Ergebnissen: Die ökologischen Vorteile batterieelektrischer Fahrzeuge (BEV) kommen erst beim Einsatz regenerativ erzeugten Stroms zum Tragen. Mit konventionellem deutschem Strommix sind sie unter Berücksichtigung ihrer Herstellung und Nutzung sparsamen Pkw mit Verbrennungsmotor in der Klimabilanz unterlegen, zeigen diesen gegenüber jedoch Vorteile in weiteren Umweltkategorien.

Relevante Umweltbelastungen ergeben sich aus der Herstellung der BEV. Zentraler Umwelttreiber ist hier die Batterie, wobei die größten Beeinträchtigungen auf den Kupfer- und Aluminiumeinsatz zurückzuführen sind. Lithium ist ökologisch weniger relevant, es ist vielmehr als strategischer Rohstoff von Bedeutung. Daher ist auch die Vergrößerung der Reichweite von BEV ökologisch vor dem Hintergrund fragwürdig, dass der Großteil aller Fahrten kürzer als 50 km ist. Relevante Umweltpotenziale ergeben sich durch die Änderung des Mobilitätsverhaltens und die intermodale Nutzung verschiedener Verkehrsmittel.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2011 (AUSWAHL)

- 1.4. Zweites Arbeitstreffen der Projektpartner
- 18./19.8. Konferenz E-Mobility in Bremen
- 6.9. Abschlussveranstaltung der Begleitforschung an der Fachhochschule Frankfurt am Main
- 29.9. Vorstellung der Ergebnisse für das Demonstrationsvorhaben „bike + business 2.0“ im Rahmen des Kongresses „bike + business 2.0 - Einsatz von Pedelecs in der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main“
- 05.12. Veranstaltung „Elektromobilität - Von der Euphorie zur praktischen Umsetzung“

Die Ergebnisse wurden außerdem auf der IAA und der „eCarTec“ präsentiert.

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Fachhochschule Frankfurt am Main wird auch in der kommenden Phase der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main, in Kooperation mit der Goethe-Universität, die sozialwissenschaftliche Begleitforschung übernehmen. Dabei sollen die bislang gesammelten Ergebnisse um weitere Fragestellungen ergänzt werden. Geplant sind wiederum quantitative und qualitative Untersuchungen. Darüber hinaus steht die FH Frankfurt den Demonstrationsvorhaben mit ihrem Expertenwissen und den gewonnenen Erkenntnissen aus der ersten Phase beratend zur Seite.



ABSCHLUSSVERANSTALTUNG DER BEGLEITFORSCHUNG AN DER FACHHOCHSCHULE FRANKFURT AM MAIN – PLENUM

## >> 06/13 ZUKUNFTerFAHREN – FORSCHUNGS- UND DEMONSTRATIONSPROJEKT ZUR ABSCHÄTZUNG UND ERHÖHUNG VON AKZEPTANZ UND MARKTPOTENZIAL VON ANGEPASSTEN ELEKTROLEICHTFAHRZEUGEN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Verein für Ökologie, Gesundheit und Bildung e.V., Kaufungen

#### Laufzeit

1.1.2010 - 30.10.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Ermittlung des Substitutionspotenzials von motorisiertem Individualverkehr durch angepasste Elektro-Leichtfahrzeuge in neuen Mobilitätskonzepten
- Benennung von Akzeptanzfaktoren, Förderung der Akzeptanz
- Praxiserprobung, Untersuchung der Carsharing-Tauglichkeit
- Marktvorbereitung

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- Modellfuhrpark mit großer Bandbreite verschiedener neuartiger Fahrzeuge aus dem Segment zwischen Fahrrad und Pkw: Pedelecs und Spezialfahrräder mit Elektrounterstützung (12 deutsche, ein britisches Fahrzeug), Hybrid-Velomobile, E-Roller (3 deutsche, ein dänisches Fahrzeug)
- Elektromobile und Klein-Pkw, einsitzig bis 2+2-sitzig (2 deutsche, ein italienisches, ein indisches Fahrzeug), Elektrotransporter (ein deutsches, ein französisches Fahrzeug)

##### Nutzung

- Fahrzeugpool-Nutzung durch 80 Personen mit vielfältigen Nutzungsprofilen in gewerblicher und privater Anwendung
- Präsentationen und Probefahrten bei öffentlichen Terminen

##### Infrastruktur

- Park- und Ladeplatz zu jedem Fahrzeug
- öffentlicher Ladeplatz „park & charge“

### >> MEILENSTEINE

Ab Januar 2010 Recherche, Konzepterstellung

Ab April 2010 Fahrzeugbeschaffung und Erstellung Infrastruktur

Inbetriebnahme im Juni 2010 mit 16 der 23 Fahrzeuge, abgeschlossen Dezember 2010

Ab Juni 2010 Alltagsbetrieb und Datenerfassung

Anfangs-, Zwischen- und Endbefragung durch sozialwissenschaftliche Begleitforschung

Interviews, Fokusgruppen und Prosuming-Workshop

Seit September 2010 Entwicklung und Erprobung der öffentlichen Veranstaltungen und Beratungsangebote

Dezember 2010 Zwischenauswertung und daraus resultierende Weiterentwicklung und Modifikationen

Seit Mai 2010 Umsetzung der Modifikationen

Seit September 2011 Endauswertung und Ergebnisaufbereitung

## ERGEBNISSE

Die neuen Fahrzeuge wurden prinzipiell gut angenommen und haben ein großes Potenzial, Fahrten mit herkömmlichem Pkw durch solche mit Pedelecs oder Elektroleichtfahrzeugen zu ersetzen. Es wurden ca. 70.000 km Gesamtfahrleistung erfasst. Etwa 60 % der gefahrenen Kilometer ersetzen dabei Fahrten mit herkömmlichen Pkw. Die leichte Verfügbarkeit der breit gefächerten Fahrzeugpalette begünstigt einen an die Nutzungsanforderung angepassten Einsatz, die nicht standardisierte Bedienung erschwert allerdings die Nutzung im Pool. Außerdem bieten einige der Kleinserienfahrzeuge in Details nicht den gewohnten Standard. Erschwerende Aspekte bei der Nutzung von Elektrofahrzeugen im Pool sind die Notwendigkeit präziser (Rest-)Reichweitenvorhersagen und die Verminderung des Ladewirkungsgrades und der Akkulebensdauer, da Kunden die ständige Verfügbarkeit der größtmög-

chen Reichweite verlangen - meist ohne sie wirklich auszunutzen. Hier sind technische und logistische Lösungen ange-dacht, die im Weiteren erprobt werden sollen.

Im Einzelnen zeigen sich für die Nutzer und Nutzerinnen neue Handlungsoptionen, da Pedelecs und Spezialfahrräder mit Elektrounterstützung neue Spielräume eröffnen, z. B. das Fahren weiterer und bergigerer Strecken und die Nutzung von Fahrradanhängern. Die Lasten-Pedelecs stellen eine neue Fahrzeugklasse dar: Vom Fahrverhalten her wie dynamische Stadträder mit zusätzlicher Transportmöglichkeit, werden sie privat und gewerblich als Autoersatz verwendet.

Die Hybrid-Velomobile erregen viel Aufmerksamkeit und zeigen ihr prinzipielles Potenzial, werden allerdings relativ wenig eingesetzt, da sie große Umgewöhnung erfordern und ihr idealer Einsatz (regelmäßige Pendlerfahrten) bei den Poolnutzern kaum vorkommt. Interessierte wünschten sich besser geeignete Verkehrswege, auf denen sie sich nicht durch schnelle, schwere Pkw gefährdet sehen.

Die Elektromobile konnten ihre hohe Effizienz beweisen und wurden von Einzelnen intensiv genutzt. Die eingesetzten Leicht-Pkw sind sehr beliebt und werden auch in der Öffentlichkeit als heute schon verfügbare Alternative wahrgenommen. Die beiden Elektrotransporter sind für Alltagsbesorgungen und im gewerblichen Einsatz in Handwerk und Landwirtschaft beliebt und ersetzen oft große, schwere Fahrzeuge. Durch Umrüstung der Fahrzeuge von Blei- auf Lithium-Akkutechnik im Projektzeitraum konnte die verbesserte Nutzbarkeit durch erhöhte Reichweite und Zuladung sowie kürzere Ladezeiten dargestellt werden.

Allgemein lässt sich feststellen: Fahrzeuge, die keine große Umgewöhnung erfordern, werden gut angenommen. Andere Fahrzeuge werden eher von Einzelnen genutzt, die in neuen Funktionen einen Gewinn für sich sehen und bereit sind, sich mit Ungewohntem auseinanderzusetzen. Eine Verbesserung der Infrastruktur, also z. B. der Lademöglichkeiten und Verkehrswege, würde eine breitere Nutzung der Elektroleichtfahrzeuge begünstigen.

Bei den verschiedenen öffentlichen Terminen war die Resonanz auf die Fahrzeuge überwiegend positiv. Die gute Zusammenarbeit mit der sozialwissenschaftlichen und technischen Begleitforschung trug wesentlich zum Erfolg des Projektes bei. Es wurden insgesamt 81.000 km Gesamtfahrleistung erfasst.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Ein wesentlicher Pfeiler des Projekts war die Durchführung verschiedener öffentlicher Veranstaltungen. Zu vielen themenbezogenen Veranstaltungen gab es kurze Berichte in Presse, Radio und Fernsehen.

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 20.6. Eröffnung des Modellfuhrparks bei ZUKUNFTerFAHREN in Kaufungen
- 11.-19.9. Messestand mit 22 Fahrzeugen auf der Herbstmesse Kassel

### August 2010, November 2010, Mai 2011

- drei Tage der offenen Tür bei ZUKUNFTerFAHREN mit Präsentation der Fahrzeuge, teilweise Probefahrt
- fünf halbtägige Workshops mit Vortrag und Probefahrt bei ZUKUNFTerFAHREN

ca. 20 Präsentationen der Fahrzeuge auf themenbezogenen Veranstaltungen in der Region (z.B. 1. Tag der Nachhaltigkeit, Hessen, TÜV Kassel **23.9.2010**, Kongress „100% Erneuerbare-Energie-Regionen“ **29.-30.9.2010** und **28.9.2011**, Bike-Expo Kassel **6.2.2011**, SOLAR-CUP Kassel **17.6.2011**, Solar World Congress Kassel **2.9.2011**, Eröffnung Fraunhofer Iwes-SYSTECH Testzentrum Elektromobilität Rothwesten **16.9.2011**)

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Das Projekt hat sich in der Region einen Ruf als kompetenter Ansprechpartner für Elektromobilität im Allgemeinen und für angepasste Mobilitätslösungen im Besonderen erworben und wird weiter fortgeführt. Zu den ermittelten Problemen sollen Lösungsvorschläge erarbeitet und erprobt sowie im Dialog mit Anbietern Weiterentwicklungen gefördert werden.

Die Konzepte der verschiedenen Angebote (Workshops, zielgruppenspezifische Beratungen, Seminare, Events) werden weiterentwickelt und weiterhin Angebote durchgeführt. Ein Beispiel für die gelungene praktische Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse stellt die geplante Integration neuer Mobilitätslösungen und der Elektromobilität in ein Managementkonzept der Gemeinde Kaufungen dar.

## &gt;&gt; 06/14 E-MOBILITÄTS-WARTUNGSDIAGNOSE ON THE FLY

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF (Konsortialführer)
- ALL4IP Technologies GmbH & Co. KG

## Laufzeit

1.8.2010 - 30.9.2011

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

- 3 Pedelecs als Versuchsträger inklusive Messequipment und Sensorik
- Datenfernauslese über das Internet

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

## Start der Messfahrten

Pedelecs sind mit Messtechnik ausgerüstet, Sensoren sind kalibriert. Strecken mit unterschiedlichen Fahrbahnbelägen sind ausgesucht und ein typischer Stadtkurs ist definiert.

## Inbetriebnahme Embedded System

Ein kompaktes Embedded System wurde entwickelt. Test der Hardware ist abgeschlossen. Kommunikation mit dem Server wurde erprobt.

## Inbetriebnahme Wartungsdiagnoseserver

Die Datenbank wurde programmiert. Eine vom Betrachter abhängige, intuitive Bedienoberfläche ist fertig.

## ERGEBNISSE

Leichte Elektrofahrzeuge bieten einen niederschweligen Einstieg in die Elektromobilität. Aufgrund der vergleichsweise geringen Anschaffungskosten gab es in den Modellregionen für Elektromobilität viele Projekte, die sich mit Pedelecs im Flottenbetrieb beschäftigten. Zustandsinformationen „on the Fly“ und automatisierte Entleihvorgänge können notwendige Prozesse effizienter gestalten und somit die breite Einführung von Pedelec-Sharing-Systemen unterstützen.

Zum Zeitpunkt der Einführung einer neuen Fahrzeugklasse sind sowohl das Nutzerverhalten als auch die Belastungen im Betrieb unbekannt. Bei Pedelecs unterscheiden sich diese Faktoren signifikant von denen bei klassischen Fahrrädern. Im Flottenbetrieb werden wesentlich höhere Anforderungen an Pedelecs gestellt als im privaten Einsatz. Für das Projekt waren die Belastungen im Fahrbetrieb wichtig, weshalb sie in Fahrversuchen ermittelt wurden. Dafür wurde ein Pedelec mit Messtechnik ausgestattet, um die Belastungen auf Rahmen, Gabel, Lenker und Sattelrohr durch den Fahrbetrieb zu erfassen. Für die Messfahrten wurde ein typischer Stadtparcours von 10,5 km Länge ausgewählt. Der Parcours setzte sich zu 64 % aus Straße, 33 % aus Radweg und 3 % aus Waldweg zusammen. Er enthielt unterschiedliche Fahrbahnbeläge wie Asphalt, Pflaster, Kopfsteinpflaster und Schlaglochstrecken. Die durchschnittliche Geschwindigkeit bei den Fahrten lag mit 20 bis 22 km/h etwa 40 % über der Durchschnittsgeschwindigkeit von Fahrrädern. Durch die Unterstützung des Motors verwinden Pedelec-Fahrer den Fahrzeugrahmen deutlich weniger. Die Längs- und Horizontalkräfte sind generell mit denen von Offroadfahrten mit Mountainbikes vergleichbar.

Der zweite Baustein war die Entwicklung eines Embedded System für Pedelecs, das relevante Daten erfasst, selbstständig verarbeitet und via GSM/GPRS an den zentralen Wartungsdiagnoseserver übermittelt. Mit Rücksicht auf die Datenübertragungsraten verarbeitet das System die Sensordaten in binäre Signale. Das entwickelte System ist kompakt und lässt sich in die Schwinge des Hinterrades integrieren.

Von zentraler Bedeutung war die Datenbank auf dem Wartungsdiagnoseserver. Sie ermöglicht eine vom Betrachter abhängige Darstellung im Internet oder auf mobilen Endgeräten. Während Nutzer die nächsten einsatzbereiten Pedelecs sehen, kann das Wartungspersonal erkennen, welche Pedelecs gewartet werden müssen. Das Internet-Frontend ist eine interaktive Landkarte, auf der Positionen und Zustand der Pedelecs dargestellt werden. Nutzer sehen nur einsatzbereite Pedelecs, die sie direkt auch buchen können. Das Wartungspersonal sieht alle Pedelecs, deren Zustand farbcodiert ist. Durch einen Wechsel der Ansicht erhält das Personal alle wartungsrelevanten Daten.

Durch die automatische Übermittlung von Zustandsdaten können die Stillstandszeiten der Fahrzeuge deutlich reduziert werden und das Wartungspersonal kann die Wartungsintervalle optimieren.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 20.5. Treffen der Projektpartner der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main, Offenbach
- 1.11. „Zukunftsfähig - Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main“, Offenbach

### VERANSTALTUNGEN 2011/2012

- 3./4.2. DVM-Workshop „Sicherheit von Elektrofahrrädern“, Darmstadt
- 1.4. Treffen der Projektpartner der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main, Offenbach
- 8./9.9. „Hessen denkt Zukunft - Erlebbar Elektromobilität“, Berlin  
außerdem Darstellung der Ergebnisse bei Besuchen von Kunden und Gästen
- 7.12.11-31.3.12 Ausstellung „Antrieb Zukunft“, Darmstadt



PEDELEC MIT MESSTECHNIK DES FRAUNHOFER-INSTITUTS FÜR BETRIEBSFESTIGKEIT UND SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT LBF

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Projektpartner streben die unmittelbare Verwertung der erhaltenen (Teil-)Ergebnisse und der aufgebauten Kompetenzen im Bereich von Pedelec-Flotten an. Adressaten sind Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, von Pedelec-Herstellern bis zu Betreibern von Flotten und Pedelec-Verleihsystemen.

# >> 07 MODELLREGION REGION STUTTGART

## >> KURZDARSTELLUNG

### Projektleitstelle

Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS)

### Laufzeit

1.1.2010 - 31.8.2011

### Aufgaben & Projektziele

- Initiierung und Umsetzung von Pilotprojekten
- Aufbau und Integration von Ladestationen im öffentlichen Raum
- Vorbereitung von städtischen und regionalen Mobilitätskonzepten über Pilotprojekte
- Initiierung und Management eines Netzwerks für E-Mobilität in der Region Stuttgart
- Sensibilisierung und Unterstützung von Unternehmen bei der Bewältigung des Strukturwandels

### Fahrzeuge & Infrastruktur

#### Zweiräder

- 600 E-Bikes und E-Roller
- 100 Verleih-Pedelecs

#### Busse

5 Citaro-BlueTec Hybridgelenkbusse

#### Nutzfahrzeuge

- 50 Vitos E-CELL
- 2 Atego BlueTec Hybrid
- Mercedes Sprinter (Parallelhybrid)
- Mercedes (UPS, umgerüstet auf Elektrobetrieb)

#### Pkw

- 3 Fiat 500 Elektra, 3 i-MiEV, ein Citroen Berlingo
- 40 Smart fortwo electric drive
- 3 Porsche Boxster E

#### Sonstige

Segways, E-Boards usw.

### Nutzung

- Busse, Nutzfahrzeuge und Pkw im Alltagsverkehr
- Flotten (Paketdienste, Kundendienstfahrzeuge usw.)
- Forschungsfahrzeuge

### Infrastruktur

- mehr als 130 Ladestationen im öffentlichen Raum
- 40 Ladestationen (Wallboxen) auf Firmenparkplätzen

## >> MEILENSTEINE

26.6.2009: Auftakt der Modellregion

30.3.2010: Auftakt-Meeting des IKONE-Projekts (Vito E-CELL)

4.7.2010: Startschuss, Übergabe von 500 Elmos an die „Elektronauten“

13.9.2010: Übergabe der fünf Hybridbusse an die SSB

30.9.2010: Übergabe von 100 E-Bikes an Kommunen und öffentliche Einrichtungen

10.2.2011: Inbetriebnahme Porsche Boxster E

23.9.2011: Elektronauten sind (fast) eine Million Kilometer gefahren

28.10.2011: Startschuss für die Verleih-Pedelecs („eCall a Bike Stuttgart“)

## ERGEBNISSE

Insgesamt haben die 32 Partner der Modellregion 36 Einzelmaßnahmen beantragt, die in insgesamt acht Verbundprojekten umgesetzt wurden.

Die Elektroflotte der Energie Baden-Württemberg AG mit 600 E-Bikes gilt als die größte in Deutschland. Rund 400 Männer und 100 Frauen im Alter zwischen 18 und 77 Jahren („Elektronauten“) haben die Fahrzeuge getestet. Dazu kamen rund 100 E-Bikes für kommunale Fuhrparks in der Region. Die Testfahrer bekamen ein Übernahmeangebot. Die 500 „Elektronauten“ haben fast eine Million Kilometer zurückgelegt. Bemerkenswert ist, dass es keinen Unfall gab, der darauf zurückzuführen gewesen wäre, dass sich die schnellen kleinen Fahrzeuge lautlos bewegen. Möglicherweise wird das Problem überschätzt, dass E-Fahrzeuge für Fußgänger gefährlich sein könnten. Unterschätzt wird bislang offensichtlich die Bedeutung der Zweiräder für die Alltagsmobilität: Sie werden überwiegend unter der Woche benutzt, oft für den Weg zur Arbeitsstätte als Ersatz für das Auto.

Die kommunale Ebene ist ein zentrales Handlungsfeld bei der Einführung der Elektromobilität. Die städtebaulich geprägten Projekte in Ludwigsburg und auf dem Flugfeld in Sindelfingen/Böblingen verfolgten das Ziel, nachhaltige Verkehrskonzepte zu erarbeiten und die Markteinführung von Elektrofahrzeugen vorzubereiten. Zentrale Elemente waren dabei der Aufbau der Infrastruktur und die Erforschung des Nutzerverhaltens sowie vorwettbewerblicher Geschäftsmodelle.

50 batteriegetriebene Kleintransporter der Marke Vito E-CELL waren in der Hügellandschaft rund um Stuttgart im Alltagsbetrieb. Getestet wurden weiterhin ihre Effizienz im Hinblick auf Verbrauch und Reichweite sowie ihre Tauglichkeit im urbanen Verteilerverkehr. Der Vito E-CELL ist einer von zwei Fahrzeugtypen, deren Entwicklung durch die Fördermittel der Modellregion erst möglich wurde. Im Regelbetrieb befanden sich auch die fünf Gelenkbusse mit Hybridantrieb der Stuttgarter Straßenbahnen AG (SSB), unter anderem auf der topografisch anspruchsvollen Linie 42. Erste Ergebnisse haben gezeigt, dass die Busse 20-30 % weniger Treibstoff verbrauchen als die derzeit ökonomischsten Dieselsebusse.

Die Landeshauptstadt Stuttgart hat ihr Fahrradverleihsystem „Call a Bike“ mit 100 Pedelecs der DB Rent zu „eCall a Bike Stuttgart“ ausgebaut. An 45 speziell konstruierten Terminals können die Fahrzeuge ausgeliehen werden und stehen zusätzlich je zwei öffentliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge zur Verfügung. Damit sollen neue Zielgruppen für diese umweltverträgliche Fortbewegungsart gewonnen werden.

Seit Februar 2011 wurden außerdem drei zu Forschungszwecken gebaute vollelektrisch fahrende Porsche Boxster in der Region Stuttgart erprobt. 110 Jahre nach dem von Ferdinand Porsche entwickelten Lohner-Porsche waren dies die ersten rein elektrischen Sportwagen der Marke. Die Entwicklung des Boxster E war ein direktes Ergebnis der Aktivitäten der Modellregion.

Eine Besonderheit war EleNa, das Projekt der Automobilzulieferer, die gemeinsam einen Elektroantriebs-Nachrüstsatz entwickelt haben, mit dem konventionelle Kleintransporter ohne größeren Aufwand zu (Parallel-)Hybridfahrzeugen nachgerüstet werden können.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Mitarbeiter der Projektleistelle haben in den vergangenen zwei Jahren rund 100 Mal die Modellregion präsentiert, unter anderem in San Francisco, Schanghai, Paris und Brüssel. Darüber hinaus sind wir bei zahlreichen Kongressen, Tagungen und Workshops in Deutschland als Referenten aufgetreten. Außerdem haben wir im Rahmen von Gemeinschaftsständen in Hannover, Berlin und München ausgestellt. Ganz im Zeichen der E-Mobilität stand der f-cell Kongress 2011 in Stuttgart, an dem 500 Gäste aus 26 Nationen teilnahmen.

Alle Partner der Modellregion Stuttgart stellen sich in einem deutsch-englischen Kompetenzatlas vor, der auch online vorliegt. Um die Vision der elektrischen Mobilität in die Breite zu tragen, wurde den Bürgerinnen und Bürgern der Region Stuttgart mehrfach die Gelegenheit gegeben, sich zu informieren und Fahrzeuge zu testen. Einer der Höhepunkte war die Übergabe der E-Bikes, eine Veranstaltung, die Tausende von Menschen besuchten.

### VERANSTALTUNGEN (AUSWAHL)

- |                    |  |
|--------------------|--|
| <b>4.7.2010</b>    | Großes Bürgerfest mit Ausstellung auf dem Stuttgarter Schlossplatz |
| <b>20.1.2011</b>   | Neujahrstreffen der Modellregion                                   |
| <b>7./8.5.2011</b> | Auftakt Automobilsommer: 125 Jahre Automobil                       |
| <b>22.7.2011</b>   | Ride & Drive für Multiplikatoren aus Politik und Gesellschaft      |

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Der Beweis der Alltagstauglichkeit von Elektromobilen ist erbracht. In den kommenden Monaten kommt es nun darauf an, weitere E-Fahrzeuge auf die Straßen zu bringen. Der Ausbau der Ladeinfrastruktur muss fortgeführt werden, wobei wir vor allem die Problemlage der sogenannten „Laternenparker“ im Blick haben werden, also derjenigen Fahrzeugnutzer, die keinen gesicherten Zugang zur Ladeinfrastruktur haben. Städtebauliche Fragestellungen müssen noch intensiver diskutiert und die entsprechenden Ergebnisse in kommunalen Mobilitätskonzepten umgesetzt werden. Gemeinsam mit der Landesagentur e-mobil BW GmbH werden wir das Netzwerk in der Region Stuttgart und dem Land Baden-Württemberg weiter ausbauen und die Unternehmen im anstehenden Strukturwandel unterstützen.

## &gt;&gt; 07/01 500 ELMOTOS FÜR DIE REGION STUTTGART

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

EnBW Energie Baden-Württemberg AG

## Laufzeit

1.7.2009 - 31.10.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Sichtbarkeit schaffen
- Elektromobilität erlebbar machen
- Untersuchung des Mobilitätsverhaltens
- Untersuchung der Nutzung der Ladeinfrastruktur privat vs. öffentlich

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

- 500 ELMOTOS, führerscheinpflichtige E-Bikes mit einer Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h
- Die E-Bikes wurden an 500 sogenannte „Elektronauten“ (EnBW-Probanden) vergeben.
- Außerdem wurden 100 E-Roller Kommunen und Unternehmen zur Verfügung gestellt.

## Infrastruktur

- In Zusammenarbeit mit der Stadt Stuttgart wurden 45 Ladesäulen (Schuko-90-Ladepunkte) aufgebaut, an denen auch „Call-a-Bike“-Räder und Pedelecs ausgeliehen werden können.
- Hinzu kamen 30 BOSCH-Ladesäulen aus dem in Karlsruhe angesiedelten Projekt MeRegioMobil, die dort budgetiert, aber in der Modellregion Stuttgart aufgestellt wurden.
- Zugleich wurde ein Elektromobilitätsportal für die Elektronauten und Gäste online gestellt, das drei Funktionen erfüllte:
  - Bereitstellung technischer Informationen, z. B. Restlademenge im Akku für die private Nutzung
  - Kommunikation mithilfe eines öffentlichen Blogs, auf dem insgesamt über 4.000 Kommentare von Elektronauten veröffentlicht wurden
  - Bereitstellung von Informationen über das Mobilitätsverhalten, mit denen Nutzer ihr eigenes Mobilitätsverhalten nachvollziehen konnten

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Pilotprojekt Viper (Konzeption)

Konzeption Infrastruktur, IKT &amp; Aufbau E-Roller

Feldtest-Design und Elektronautenakquise

Rollout &amp; Installation

Feldtest Erprobung &amp; Fahrbetrieb

Feldtest Evaluation

Querschnitt: Projektmanagement &amp; Öffentlichkeitsarbeit

## ERGEBNISSE

## ÜBERSICHT

Insgesamt fuhren die Elektronauten in den zwei Jahren rund eine Million Kilometer nahezu unfallfrei und veröffentlichten über 4.000 Einträge im Elektronauten-Blog. Während des Projekts standen im Stadtzentrum verteilt 13 öffentliche Schuko-Ladepunkte für Zweiräder zur Verfügung. Es wurden 3.000 öffentliche Ladevorgänge durchgeführt. Die Gesamtlademenge betrug 2.000 kWh, die Gesamtladezeit 6.400 Stunden.

## ERGEBNISSE DER NUTZERBEFRAGUNG

Die Wohnorte der Elektronauten lagen zu 35 % innerhalb des Stadtgebiets Stuttgart, aber nicht zentral, zu 25 % in Vororten, zu 22 % zentral innerhalb einer Stadt und zu 18 % in ländlichen Regionen.

Das E-Bike nutzten 43 % der Befragten täglich und 45 % ein- bis dreimal pro Woche, außerdem 83 % ausschließlich privat und davon 40 % als hauptsächliches Verkehrsmittel. Nur 10 % der Nutzer würden nach dem Flottenversuch ein herkömmliches Fahrzeug durch ein E-Fahrzeug ersetzen, aber immerhin würden 40 % weiterhin ein E-Fahrzeug nutzen. Negativ wurden vor allem der hohe Anschaffungspreis und die Beschränkung auf eine fahrende Person bewertet. Positiv wurden Sicherheit und Handhabung beim Laden (Haushaltsstecker) sowie die geringen Kosten bewertet. Auch der Fahrspaß und die Aufmerksamkeit bei anderen Verkehrsteilnehmern wurden sehr positiv aufgenommen.

**Zusammenfassung:** Häufige Nutzung, Bewertung allgemein positiv, grundsätzlich positive Wahrnehmung

**Positive Einzelaspekte:** Beschleunigung, Fahrgeräusche, laufende Kosten, Fahrspaß, Handhabung beim Laden

**Negative Aspekte:** Reichweite, Anschaffungspreis, technische Mängel/Unausgereiftheit, Infrastruktur

#### HERAUSFORDERUNGEN

Die größte Herausforderung bestand zu Anfang in der termingerechten Fertigstellung der Fahrzeuge. Dabei stellte vor allem die große Anzahl der Fahrzeuge das kleine Start-Up-Unternehmen ID-Bike vor Probleme; hinzu kam, dass alle Fahrzeuge mit Datenloggern ausgestattet werden mussten, damit die „Ist-Daten“ online in das Elektronautenportal gestellt werden konnten. Des Weiteren stellte die Verknüpfung von Fahrzeug, Portal und Datenlogger eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Während des gesamten Projekts war die Logistik für Fahrzeuge und Service eine große Herausforderung.

#### ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Inbetriebnahme der Fahrzeuge fand am 4.7.2010 im Rahmen einer großen Veranstaltung auf dem Schlossplatz im Stuttgarter Zentrum statt. Im Vorfeld wurden die ELMOTOS inklusive Ausrüstung am Zentrum für Elektromobilität an die Elektronauten übergeben, die dann geschlossen die rund 2,5 km lange Strecke in den Stadtkern fuhren. Damit war Deutschlands größte Elektroflotte am Start.

Während des Projekts gab es eine große Zahl von Präsentationen innerhalb und außerhalb der Region. Zum Abschluss des Projekts wurden noch einmal die Beteiligten und insbesondere die Elektronauten zu einer Abschlussveranstaltung in die EnBW-City eingeladen. Dort konnten sie sich bei einem gemeinsamen Grillfest austauschen und auch weitere Elektrofahrzeuge ausprobieren.

#### ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Das Projekt lieferte wertvolle Erkenntnisse über die Nutzerakzeptanz sowie das Fahr- und Ladeverhalten der E-Bikes. Diese Erkenntnisse wurden von der EnBW teilweise schon während des Projekts in praktische Maßnahmen umgesetzt, z. B. bei der Einführung kommerzieller Produkte für den kommunalen und den Freizeitbereich: Die Kommunen Baden-Württembergs bekamen im Rahmen des Projekts „Wir machen Baden-Württemberg elektromobil“ die Möglichkeit, ein ELMOTO und eine Ladebox für zu Hause („Wallbox“) mit RFID-Zugang als Paket zu erwerben, wenn sie sich im Gegenzug dazu verpflichten, die Ergebnisse der Nutzung auszuwerten.

Am Ende des Projekts wurde den Elektronauten die Möglichkeit geboten, das von ihnen gefahrene Fahrzeug zu erwerben – verbunden mit der Auflage, ein weiteres Jahr für Nutzerbefragungen zum Elektromobilitätsverhalten zur Verfügung zu stehen. Von diesem Angebot machten über 200 Elektronauten Gebrauch, was für eine hohe Zufriedenheit spricht.

## &gt;&gt; 07/02 S-HYBUS – DIESELHYBRIDBUSSE FÜR STUTTGART

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- Stuttgarter Straßenbahnen AG (Konsortialführer)
- TÜV Nord (Messungen im Straßenbetrieb)
- PE International (ganzheitliche Bilanzierung, Projektbegleitung)

## Laufzeit

1.8.2009 - 30.8.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

Weiterentwicklung und Erprobung von Hybridbussen im praxisnahen Betrieb

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

5 Gelenkbusse des Typs Citaro BlueTec Hybrid

## Nutzung

öffentlicher Personennahverkehr in Stuttgart

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

**August 2009 bis Juni 2010:** Vorbereitungen für ein Anlaufmanagement: Ausbildungskonzept für den Fahrdienst und die Erstellung der notwendigen Unterlagen sowie die Ausbildung und Unterweisung des Werkstattpersonals; weiterhin Erstellung eines Informationskonzeptes für die Fahrgäste und der dafür notwendigen Unterlagen

**7.2010 bis 11.2010:** Lieferung und Inbetriebnahme der Busse und Durchführung der Schulungen der betroffenen Personengruppen

**Januar 2011 bis Projektende:** regulärer Linieneinsatz

## ERGEBNISSE

Um einen nachhaltigen Einsatz und eine Akzeptanz der Fahrzeuge im Betrieb zu erlangen, ist nicht nur die politische Willensbekundung, sondern auch eine gründliche Vorbereitung mit den betroffenen Personen und Abteilungen notwendig.

Die neue Technik bringt viele neue Aktionsfelder und Aufgaben mit sich, an denen man immer zeitnah mit viel Engagement dranbleiben muss. Es ist noch kein Selbstläufer, dafür sind die Technik und die damit verbundene Komplexität noch zu neu. Die sorgfältige Vorbereitung des Anlaufmanagements hat sich neben einer engen Zusammenarbeit mit dem Hersteller als Erfolgsfaktor erwiesen.

Der Kraftstoffverbrauch sank um ca. 18% verglichen mit einem Fahrzeug allerneuester Bauart mit Vollklimatisierung und Partikelfilter, verglichen mit einem Bus Euro 2 und älterer Technik sogar um über 30%. Gerade bei diesen Prozentzahlen liegt eine große Gefahr bzgl. des Bezugswertes.

Messungen im Realbetrieb haben ergeben, dass die Senkung der Emissionswerte deutlich stärker ausgeprägt ist als die Einsparung im Kraftstoffbereich. Dies wird vor allem auf den kleineren Motor und ein neues Betriebskonzept des Motors zurückgeführt.

Sehr positiv wurde die Lärmentwicklung bei Anfahren vor allem an Haltestellen bewertet.

Um Hybridbusse wirklich energiesparend einzusetzen, ist es notwendig, genaue Kenntnisse über die Liniencharakteristik und die Fahrzeugeigenschaften zu haben und den Fahrzeug-einsatz dementsprechend zu disponieren.

Die Fahrzeuge haben sich während der Projektlaufzeit als deutlich zuverlässiger erwiesen, als von der SSB angenommen worden war. Die Akzeptanz bei den Busfahrern/innen ist sehr hoch, die Hybridbusse werden den Dieselnissen vorgezogen. Dies ist vor allem auf die fahrdynamischen Eigenschaften und das Geräuschverhalten zurückzuführen.



Die Wartung der Hybridbusse wurde im normalen Ablauf der Werkstatt durchgeführt. Das vorhandene Personal wurde dementsprechend qualifiziert. Zukünftig werden alle Auszubildenden der Fachrichtung Kfz-Mechatroniker der IHK in Stuttgart die Grundqualifikation im Rahmen ihrer Ausbildung erlangen. Dies ist ein erster und wichtiger Schritt hin zur „Normalität“ des elektrischen Antriebs im Kfz / Nfz.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

**26.11.2009** Übergabe der Fahrzeuge im Rahmen einer Pressekonferenz im Rathaus der Landeshauptstadt Stuttgart

**seit Nov. 2010** 6 Pressetermine, unter anderem mit dem SWR oder zur Eröffnung des Elektromobilitäts-Zentrums Stuttgart; 26 Busvorführungen zum Thema E-Mobilität, bei denen der Bus als „Transportmittel“ diente; 14 Vorträge bei Energieforen, Verbandstagen und vor Gemeinderäten sowie für Besuchergruppen aus Taiwan, Frankreich, der Schweiz, China, Singapur etc.

Im Rahmen des Projekts wurden im Zentrum für E-Mobilität der Stadt Stuttgart ein Infostand errichtet und 2.000 Broschüren verteilt.

## ZUKUNFT / WEITERFÜHRUNG

Ziel der SSB ist es, die verschiedenen elektrischen Antriebsarten im Einsatz zu testen, um dann eine qualifizierte Aussage über den zukünftigen Einsatz von Elektromobilität zu tätigen. Sicher ist schon heute: Es wird zu einer Diversifizierung des Fuhrparks kommen.

Es wird verschiedene technische Lösungen geben, die dann einsatzspezifisch ihre Stärken ausspielen können. Wichtig ist vor allem der elektrische Antrieb, sei es als reiner Batterieantrieb oder in Kombination mit einer Brennstoffzelle.

Die derzeitigen gesetzlichen Rahmenbedingungen sind nur für einen Verkehr ausgelegt, der die gesetzlichen Anforderungen erfüllt, besonders die wirtschaftlichen Kriterien. Fahrzeuge, die die gesetzlichen Anforderungen übererfüllen (z. B. Hybridbusse), können unter diesen Rahmenbedingungen nicht außerhalb von Forschungsprojekten betrieben werden.

## >> 07/03 ELENA – ELEKTROANTRIEB-NACHRÜSTSATZ FÜR DIESEL-LIEFERWAGEN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- ARADEX AG
- J. Eberspächer GmbH & Co. KG
- Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) (Konsortialführer)
- Heldele GmbH Elektro-Kommunikations-Technik
- Hochschule Esslingen
- Huber Automotive AG
- Kompetenznetzwerk Mechatronik BW e.V.
- Lauer & Weiss GmbH
- Telemotive AG
- TÜV SÜD Automotive GmbH
- WSEngineering GmbH & Co. KG

#### Laufzeit

1.2.2010 - 30.6.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Entwicklung eines Elektroantrieb-Nachrüstsets zur Hybridisierung konventioneller Lieferwagen

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- Ziel des Projekts war die Entwicklung eines prototypischen Elektroantrieb-Nachrüstsets für Lieferwagen mit Verbrennungsmotor.
- Zu Beginn des Entwicklungsprozesses wurde der Transportermarkt auf geeignete Fahrzeuge zum Umrüsten untersucht.
- Neben dem Wunsch der Projektpartner, ein Fahrzeug aus deutscher Herstellung zu wählen, lagen die Kriterien zur Auswahl vor allem im Bereich der verkauften Stückzahl und der Eignung des Basisfahrzeugs für die Integration eines Nachrüstsets.
- Die Wahl fiel auf den Sprinter 313 von Mercedes-Benz in der meistverkauften Version mit mittlerem Radstand und Dieselmotor mit einer Leistung von 95 kW.

### >> MEILENSTEINE

**August 2010** Definition der Gesamtarchitektur und des Pflichtenhefts

**Oktober 2010** Detailkonzeption der Komponenten

**Februar 2011** Realisierung aller Komponenten

**Juni 2011** Integration der Komponenten zu einem fahrbereiten Prototyp

**September 2011** Optimierung des Prototyps im Fahrbetrieb

### ERGEBNISSE

Im Rahmen des Projekts haben zwölf Partner einen Elektroantrieb-Nachrüstsatz für konventionelle Lieferwagen mit Dieselmotor entwickelt und damit ein Demonstrationsfahrzeug ausgerüstet. Wesentliche Voraussetzungen für den erfolgreichen Entwicklungsprozess waren die Erstellung umfangreicher Lastenhefte mit den Spezifikationen der einzelnen Komponenten und der Schnittstellen zwischen diesen Komponenten sowie die gute Abstimmung zwischen den Projektpartnern.

Der aufgebaute und fahrbereite Prototyp kann rein verbrennungsmotorisch, rein elektrisch und im Hybridmodus betrieben werden. Die Auswahl des Fahrbetriebs erfolgt durch den Fahrer über einen HMI-Touchscreen, der ihm alle wichtigen Informationen zu Batteriestatus, Rekuperation und Boostverfügbarkeit anzeigen kann. Der große Vorteil dieses Hybridkonzepts liegt in der Möglichkeit, das Fahrzeug herkömmlich ohne Einschränkungen auf der Autobahn verbrennungsmotorisch betreiben zu können. Das Fahrzeug bietet mit der elektromotorischen Rekuperationsbremse auch die Möglichkeit, während der Fahrt die Batterie zu laden. Dazu wurde ins Fahrerhaus ein Rekuperationshebel mit mehreren Stufen integriert.

Das Projekt umfasste neben der Entwicklung der reinen Nachrüstlösung auch weitere wichtige Bereiche der Elektromobilität. So wurden eine Batterie-Ladestation aufgebaut und die Kommunikation der Ladesäule mit dem Fahrzeug sichergestellt. Ein schnelles dreiphasiges Laden des EleNa-Fahrzeugs mit der Ladesäule ist möglich. Es wurden Methoden und

Schulungsunterlagen konzipiert, mit denen Kfz-Werkstätten hinsichtlich Qualität, Wirtschaftlichkeit und Arbeitssicherheit für die Elektrifizierung von Fahrzeugen geschult werden können. Beim Umbau des Prototyps wurde jeder Schritt in einer Montageanleitung schriftlich und bildlich dokumentiert.

Um die Sicherheit des entwickelten Nachrüstsatzes zu gewährleisten, wurde das Projekt stets unter Berücksichtigung der aktuellsten Normen und Standards durchgeführt. Dazu gehörte die Erstellung eines integralen Sicherheitskonzeptes. Dies umfasste eine umfangreiche Gefahren- und Risikoanalyse für alle drei verfügbaren Fahrmodi, eine Systemanalyse auf Basis der Lastenhefte und die Gewährleistung der funktionalen und elektrischen Sicherheit des Nachrüstsatzes. Alle im ursprünglichen Fahrzeug vorhandenen Sicherheitssysteme stehen in allen drei Fahrmodi uneingeschränkt zur Verfügung und sorgen damit auch nach dem Umbau für eine hohe Sicherheit.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNG 2010

- 4.7. Präsentation der Modellregion Elektromobilität, Schlossplatz Stuttgart

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 18.5. Mechatronik-Tag 2011: Präsentation des Projekts im Rahmen eines Vortrags
- 22.7. Präsentation des Fahrzeugs im Rahmen der Bewerbung der Region Stuttgart für das Schaufensterprogramm der Bundesregierung
- 10.-13.10. MOTEK 2011 Arena of Innovation: Präsentation des Fahrzeugs im Rahmen einer Ausstellung

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

In einem beantragten Folgeprojekt sollen 10 Fahrzeuge mit dem Nachrüstsatz ausgerüstet und im realen Einsatz getestet werden, um die Alltagstauglichkeit des Nachrüstsatzes zu demonstrieren. Langfristig wird eine Kleinserienzulassung für den Elektroantrieb-Nachrüstsatz angestrebt. Neben dem Aufbau weiterer Sprinter soll geprüft werden, wie der Nachrüstsatz auch in andere Transportertypen integriert werden kann. Eine weitere zukünftige Aufgabe besteht in der Identifizierung eines Zielmarktes. Die einzelnen Komponenten müssen auf ihre Marktfähigkeit hin untersucht und ggf. entsprechend angepasst werden. Die Weiterentwicklung des Nachrüstsatzes zu einem wirtschaftlicherfolgreichen marktfähigen Produkt ist das Ziel des gesamten Konsortiums, das im Jahr 2013 erreicht werden soll.



ANSICHT DES UNTERBODENS MIT INTEGRIERTEM NACHRÜSTSATZ



UMGERÜSTETER SPRINTER UND NEU ENTWICKELTE BATTERIE-LADESTATION

## &gt;&gt; 07/04 ELEKTROMOBILITÄT VERNETZT NACHHALTIG

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- Stadt Ludwigsburg (Konsortialführer)
- Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim GmbH
- Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
- Cargo-Logix GmbH

## Laufzeit

1.4.2010 - 30.9. bzw. 30.11.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Integration von Elektrofahrzeugen in den kommunalen Fuhrpark
- Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur, Integration einer Ladestation in ein Institutsparkhaus
- Bewusstseinsbildung bei der Bürgerschaft
- Wissenschaftliche Begleitung
- Entwicklung eines „intelligenten Fahrrad-/Pedelec-Ständers“

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

- 6 Mitsubishi i-MiEV
- ein Citroen Berlingo
- 5 Elektroroller  
(eMax110s, Innoscooter 2500LeSprit Fury 100, Elmoto, Vectrix)
- 5 Pedelecs (Simplon Spotlight, Flyer L9, Stevens Esprit BionX, Kettler Obra, Kettler Lyana)
- 4 E-Bikeboards
- 2 Segways
- 2 speziell umgerüstete Pedelecs

## Nutzung

als Dienstfahrzeuge und als Pendlerfahrzeuge

## Infrastruktur

- 9 Ladesäulen vom Typ Langmatz bluemove city EK 900 im Stadtgebiet Ludwigsburg
- zusätzlich im Parkhaus des IAT an der Uni Stuttgart:
  - 30 Normalladestationen Langmatz, 3,7-22 kW Wechselstrom mit vier verschiedenen Stecksystemen (Schuko, Typ 2, Drehstrom CEE 16 A und CEE 32 A)
  - eine Schnellladestation: Epyon, 50 kW Gleichstrom (CHAdeMO-Standard für Kommunikation und Stecker, kompatibel mit Mitsubishi i-MiEV)

## Schnittstelle Infrastruktur / Fahrzeuge

- Der Ladevorgang an den Ladesäulen wird durch Autorisierung mit Tankkarte (RFID-Card) eingeleitet.
- Beim „intelligenten Fahrradständer“ gibt es einen Greifer zur Handhabung der Pedelecs und einen Steckverbinder für das Laden.

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

**Januar 2011:** Lieferung der ersten Elektrofahrzeuge und Beginn des Aufbaus der öffentlichen Ladestationen

**Februar 2011:** Übergabe der Elektrofahrzeuge an die Stadtverwaltung Ludwigsburg

**März 2011:** Durchführung der ersten Nutzerbefragung

**April 2011:** Verteilung des Magazins „Stromaufwärts“ an alle Ludwigsburger Haushalte

**Mai 2011:** Erster Prototyp der Analysesoftware

**September / Oktober 2011:** Installation der Ladestationen im Institutsparkhaus

## ERGEBNISSE

## ÖFFENTLICHE LADEINFRASTRUKTUR

Die Akzeptanz der öffentlichen Infrastruktur durch Nutzer ist noch gering. Mögliche Gründe dafür sind die geringe Verbreitung von E-Pkw und die fehlende Möglichkeit des Schnellladens an öffentlichen Ladestationen aufgrund von Schnittstellenproblemen und der Tatsache, dass viele Pedelec-Akkus nur im ausgebauten Zustand geladen werden können.

## INTELLIGENTER FAHRRAD- / PEDELEC-STÄNDER

Eine Anforderungsliste an ein automatisiertes Park-/Ladesystem für Pedelecs wurde erstellt und mögliche Lösungsansätze untersucht, unter anderem alternative Verfahren für das Greifen und Positionieren. Die Konstruktion entsprechender geeigneter Teilsysteme ist im Gange, allerdings teilweise von Lieferterminen für Zukaufteile abhängig.

## EINSATZ VON ELEKTROFAHRZEUGEN IM KOMMUNALEN FUHRPARK

Die Analyse des Ludwigsburger Fuhrparks zeigte ein großes Potenzial für den Einsatz von Elektrofahrzeugen. Nahezu alle Fahrten lagen im Bereich der Reichweite von Elektroautos. Für eine bessere Auslastung der Fahrzeuge, die bedingt durch die zusätzlichen Ladezeiten notwendig wird, empfiehlt sich eine verstärkte Zusammenfassung in größeren Fahrzeugpools. Die Fahrzeuge wurden von den Mitarbeitern zumeist gut angenommen. Die eingesetzten Autos wurden im Mittel jeweils 990 km pro Monat bewegt, Roller 165 km, Pedelecs 70 km und Segways 93 km. Reichweite scheint in Ludwigsburg kaum

ein Problem darzustellen, was Restladestände von teilweise weit über 60% belegen. Große Unterschiede gab es bei der Qualität der Fahrzeuge und im Service. Obwohl eher auf hochpreisige Fahrzeuge gesetzt wurde, waren bei fast allen Rollern Nacharbeiten oder Reparaturen im Laufe des Projekts nötig, was teilweise zu beträchtlichen Ausfallzeiten führte. Technische Probleme gab es auch beim Citroen Berlingo und bei den Pedelecs, die Mitsubishi i-MiEV und die Segways schnitten dagegen sehr zuverlässig ab.

#### LADEINFRASTRUKTUR IM INSTITUTSPARKHAUS

Der Versuch zur Integration einer größeren Zahl von Ladestationen in ein Parkhaus hat ergeben, dass sich die Installationskosten einzelner Ladestationen deutlich erhöhen, wenn die Anschlussleistungen für zahlreiche Stationen lokal aufgebracht werden müssen. Im Mittel zeichnen sich unter den gegebenen Bedingungen (30+1 Stationen, 322 kW Anschlussleistung) Installationskosten von bis zu 4.000 € pro Normalladestation und 10.000 € pro Schnellladestation ab.

#### HERAUSFORDERUNGEN

Eine besondere technische Herausforderung stellte die Handhabung unterschiedlicher Pedelec-Typen und -Größen im einheitlichen System des „intelligenten Fahrrad-/Pedelec-Ständers“ dar, der im Hinblick auf Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit noch weiterentwickelt werden muss. Ebenso hat sich die Anbringung einer automatisierbaren Ladeschnittstelle für unterschiedliche Typen aufgrund der verschiedenen Bauformen als problematisch erwiesen. Untersucht wurden alternative Positionen an Lenker bzw. Sattelstange sowie in der Nähe des Tretlagers; eventuell wird man sich zu einem Aufbau entschließen, bei dem an ein und derselben Anlage zwei Schnittstellen in unterschiedlicher Lage angebracht sind.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 17.2. Übergabe der E-Fahrzeugflotte an die Stadtverwaltung Ludwigsburg
- 21.10. 1. Ludwigsburger Netzwerkgespräch „Elektromobilität“
- 26.10. Eröffnung der Ausstellung im Energetikum

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 7.2. „E-Mobility Day“ am IAT mit Informationen und Probefahrten für Mitarbeiter
- 17.2. 2. Ludwigsburger Netzwerkgespräch „Elektromobilität“
- 27.2. Beitrag beim Neckarweiinger Faschingsumzug
- 23.3. Versand der ersten Ausgabe des Magazins „Stromaufwärts“ an alle Ludwigsburger Haushalte
- 1.4. SWR3-Aktion „3 Tage unter Strom“ in Ludwigsburg, Beteiligung durch Info- und Ausstellungsstand
- 10.4. Elektromobilitäts-Testparcours bei der Veranstaltung „eMotionen“ im Rahmen des Automobilsommers
- 20.4. Regio TV zu Besuch in Ludwigsburg, Beitrag zu Elektromobilität
- 30.4./1.5. Ausstellung und Infostand beim „Werktag 2011“ des Arbeitskreises Ludwigsburger Bauhandwerker
- 22.5. Beitrag beim historischen Pferdemarktumzug: „Zukunft - Ludwigsburg elektrisiert!“
- 10.6. Übergabe der E-Smarts an die Stadtverwaltung und an Ludwigsburger Unternehmen
- 23.-26.06. Infostand bei „Retro Classic meets barock“ mit Segway-Probefahrten
- 2.7. Familientag bei GETRAG, Probefahrten mit E-Autos
- 9.7. Familientag bei Mann + Hummel, Probefahrten mit E-Autos
- 24.7. Schösslesfeldfest, Probefahrten mit Pedelecs
- April - Okt. Stadttouren durch Ludwigsburg mit dem Segway

## ZUKUNFT / WEITERFÜHRUNG

Die vorhandene Infrastruktur wird über den Projektzeitraum hinaus betrieben und in den kommenden Jahren bedarfsgerecht ausgebaut. Die Erfahrungen bei der Integration der E-Fahrzeuge in den kommunalen Fuhrpark fließen in den Aufbau eines Beratungsdienstes für Kommunen und Unternehmen ein (elektromobilisiert.de). Eine Weiterentwicklung der Software und des Beratungskonzepts soll in einem Nachfolgeprojekt gefördert werden.

Aufbauend auf der Installation der Ladestationen im Parkhaus sollen weitere Projekte unter Einbindung von Lastmanagementsystemen, Solaranlagen und Pufferspeicheranlagen aus gebrauchten Fahrzeugbatterien initiiert werden. Der Prototyp des „intelligenten Fahrrad- / Pedelec-Ständers“ wird derzeit bei Fraunhofer von geschulten Benutzern eingesetzt und in den Bereichen Sicherheitstechnik, Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit optimiert.

SEGWAY-STADTTOUR VOR DEM BAROCKEN RESIDENZSCHLOSS LUDWIGSBURG



ÜBERGABE DER ELEKTRISCHEN DIENSTFAHRZEUGE VOR DEM LUDWIGSBURGER RATHAUS



## >> 07/05 IKONE – INTEGRIERTES KONZEPT FÜR EINE NACHHALTIGE ELEKTROMOBILITÄT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Daimler (Konsortialführer)
- EnBW Energie Baden-Württemberg AG
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation Stuttgart (IAO)
- TÜV Süd Automotive

#### Laufzeit

Start: 1.1.2010, Projektende Verbundprojekte 30.9.2011, für Daimler 30.11.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Erprobung und Analyse der Alltagstauglichkeit batteriebetriebener Transporter (Mercedes-Benz-Vans) im gewerblichen Einsatz
- Tests unterschiedlicher Wall-Boxen
- Kundenakzeptanzstudien
- Geschäftsmodelle

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

ca. 170 Mercedes-Benz Vito E-CELL Kastenwagen

##### Nutzung

regionaler Güter- und Verteilerverkehr, Waren- und Dienstleistungen mit Kundenbezug, unterschiedliche Transportaufgaben in verschiedenen Modellregionen (Schwerpunkt Stuttgart)

##### Nutzungsdauer

- 4 Jahre, Tagesroutenlänge mindestens 80 km
- Jahreslaufleistung ca. 20.000 km
- laufende Datenanalysen

##### Infrastruktur

- Infrastrukturaufbau direkt in Kundendepots und -garagen, Ladestationen als Wall-Boxen, Mode 3, 400 V/16 A, 3-phasig, Stromladen über Nacht, max. Ladedauer 5 h (0-100%)
- Aufbau von 4 Prototypen Kombi zur Evaluierung des gewerblichen Personentransports

### >> MEILENSTEINE

**November 2010:** Erste Auslieferungen eines Vito E-CELL an Kunden

**Juli 2010:** Beginn des Aufbaus der Ladeinfrastruktur bei Kunden, je Fahrzeug Installation einer Wallbox

**September 2011:** Ausdehnung des Einsatzgebiets auf weitere Modellregionen

**September 2011:** Kundenakzeptanzstudien (Fahrer, Kaufentscheider) abgeschlossen

## ERGEBNISSE

Was die Kundenakzeptanz angeht, war im Laufe der Fahrein-sätze festzustellen, dass die anfängliche Zurückhaltung sich in Vertrauen in die neue Antriebstechnik wandelte und die Kunden sich zunehmend begeistert äußerten.

Erste Analyseergebnisse der Fahrerproben belegen eine hohe Produktzuverlässigkeit und Qualität; die Ladezeiten waren dabei relativ kurz und die durchschnittlichen Fahrstrecken betragen nicht mehr als 35 km Länge.

Die hohe Qualität und die guten Fahrleistungen wurden durch zahlreiche Auszeichnungen bestätigt, unter anderem den „Postal Technology International Award 2010“ in der Kategorie „Transport / Logistics Innovation of the Year“, den Titel „KEP-Transporter des Jahres 2011“ in der Kategorie „Innovationspreis“ und den „International Design Award 2011“ bei der „Michelin Challenge Bibendum 2011“.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

- 25 eigene Pressemitteilungen zu wichtigen Ereignissen rund um das Projekt
- Ca. 300 externe Pressemitteilungen als Ergebnis intensiver Presse- und Kommunikationsarbeit
- Vorstellung des Vito E-CELL auf der IAA 2010 einschließlich Messefilm mit Produkthighlights und Aufnahmen beteiligter Personen aus Wirtschaft und Politik, Fahrzeugbetreibern und Kunden
- Erstellung mehrerer Produkt- und Imagebroschüren zur Elektromobilität und zum Vito E-CELL sowie gezielte Unterstützung der Kundenansprache
- Zahlreiche Messeauftritte und Teilnahmen an renommierten Fachkongressen mit großer Öffentlichkeitswirksamkeit einschließlich Möglichkeit zu Testfahrten (Hannover Messe, CEP Stuttgart, SWR3-Tour, Michelin Challenge Bibendum Berlin, Post Expo Stuttgart u. a.)



SCHNELLES LADEN IN FÜNF STUNDEN MIT 400 VOLT

## ZUKUNFT / WEITERFÜHRUNG

Unter anderem sollen die Produktbewährungen im Rahmen der 4-Jahres-Einsätze bei den Kunden weiterverfolgt werden. Einer der Schwerpunkte der zukünftigen Arbeit wird darauf liegen, die gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich Produkt und Kunden auf andere Fahrzeugbaureihen zu übertragen, um Synergieeffekte herzustellen.

DER VITO E-CELL



## >> 07/06 BOXSTER E – ELEKTROMOBILITÄT IM SPORTWAGEN

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Porsche Engineering Group GmbH

#### Laufzeit

1.4.2010 - 30.6.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Schaffung eines grundlegenden Know-how in den Bereichen Kundenanforderungen und Technik für die Entwicklung marktfähiger Elektroautos im Premium-Segment

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

3 Porsche Boxster E mit Elektroantrieb im Flottenbetrieb

### >> MEILENSTEINE

**November 2010:** Inbetriebnahme des ersten Fahrzeugs für den Betrieb im öffentlichen Straßenverkehr

**Februar 2011:** Freigabe des ersten Fahrzeugs mit Hinterradantrieb für den Betrieb im öffentlichen Straßenverkehr

**ab März 2011:** Einsatz der Fahrzeuge im Feldtest

**ab Mai 2011:** Erste Auswertungen der Fahrerbeurteilungen

### ERGEBNISSE

Nach sechs Monaten Entwicklungszeit wurde Ende 2010 der erste von drei vollelektrisch angetriebenen Boxster E in Betrieb genommen und nach erfolgreichem Abschluss der Dauerläuferprobung Anfang 2011 für den Straßenverkehr freigegeben. Der Boxster E ist ein reines Elektrofahrzeug ohne zusätzlichen Verbrennungsmotor an Bord. Den Antrieb übernehmen entweder ein Elektromotor an der Hinterachse oder zwei unabhängig voneinander arbeitende Elektromotoren mit Permanentübersetzungsgetriebe, die auf Vorder- und Hinterachse wirken. Die Entwicklungsphase lieferte wichtige Erkenntnisse für die Fahrzeugintegration der elektrischen Komponenten, die ohne Einschränkung der Alltagstauglichkeit in vorhandenen Bauräumen untergebracht werden konnten. Das gilt sowohl für die Anbindung der Elektromotoren und der Leistungselektronik als auch für die Batterie. Letztere, eine Eigenentwicklung auf Basis der Lithium-Eisen-Phosphat-Zellen, ist an denselben Punkten der Karosseriestruktur befestigt wie der Verbrennungsmotor beim konventionellen Boxster S. Diese Lösung schützt nicht nur die Batterie im Fall eines Aufpralls optimal, sondern bietet auch die besten Voraussetzungen dafür, die guten Fahreigenschaften des Basisfahrzeugs beizubehalten. Darüber hinaus wurden die Fahrzeuge mit Klanggeneratoren ausgerüstet, um die Möglichkeiten und Akzeptanz der Erzeugung von Fahrgeräuschen auszuloten.

Mit einer umfangreichen Messtechnik in den Fahrzeugen wurden im Feldtest alle relevanten Parameter dokumentiert und ausgewertet. Damit konnten sowohl Energieströme, Energieverbrauch und Effizienz als auch das Nutzerverhalten analysiert werden.

Basierend auf über 23.000 im Feldtest gefahrenen Kilometern liegen bisher Ergebnisse und Beurteilungen von ca. 200 Fahrern vor. Die Projektziele in den Bereichen Performance, Reichweite und Energieverbrauch konnten bestätigt werden, und die Fahrzeuge wurden insgesamt sehr positiv beurteilt. Darüber hinaus konnten im Rahmen umfangreicher Fahrerprobungen auch wertvolle Erkenntnisse bezüglich Rekuperation, Bedien- und Anzeigekonzept, Geräuscherzeugung, Aufladen sowie Nutzungsprofilen gesammelt werden.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Mit der Inbetriebnahme des Boxster E im Porsche-Museum am 10.2.2011 erfolgte offiziell der Startschuss für den Feldversuch in der Modellregion Stuttgart. Es folgte eine Reihe von Veranstaltungen, bei denen deutsche und internationale Vertreter von Presse, Politik und Wirtschaft sowie interessiertes Publikum die Möglichkeit hatten, das Fahrzeug nicht nur anzuschauen, sondern auch zu fahren. Der Boxster E wurde auf der IAA 2011 als einer der Bausteine der Strategie „Porsche Intelligent Performance“ der breiten Öffentlichkeit vorgestellt und stieß dort auf große Resonanz.

### VERANSTALTUNGEN 2011 (AUSZUG)

- 10.02. Roll-out mit BMVBS und Landesregierung
- 21.02. Internationales Stuttgarter Symposium
- 03.05. Pressevorstellung
- 06.05. Automobilsommer Stuttgart
- 16.-22.05. Challenge Bibendum, Berlin
- 25.05. International Transport Forum Leipzig, mit Bundesverkehrsminister Ramsauer
- 17.-19.06. Paul Pietsch Classic Rallye
- 22.07. Infoveranstaltung über die Modellregion für Bundestags- und Landtagsabgeordnete aus Baden-Württemberg
- 13.-25.09. Präsentation IAA Frankfurt



ROLL-OUT IM PORSCHE-MUSEUM

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Markteinführung von Elektrofahrzeugen, wie sie die Bundesregierung anstrebt, ist nur zu erreichen, wenn Marktfähigkeit und Kundenakzeptanz von Elektrofahrzeugen weiterentwickelt werden. Durch das Projekt konnten umfangreiche Erkenntnisse zu neuen Antriebstechnologien und Nutzung von Elektrofahrzeugen gewonnen werden. Nach Projektabschluss werden die Fahrzeuge im Rahmen des Förderprogramms „Crome“ für weitere Erprobungen in der Modellregion Stuttgart und im grenzüberschreitenden Verkehr eingesetzt. Somit hat dieses Projekt die Grundlage für die Entwicklung der nächsten Generation von Elektrofahrzeugen in nachfolgenden Forschungsprojekten geschaffen.



## >> 07/07 ELEKTROMOBILE STADT – INTEGRATION ELEKTROMOBILER KONZEPTE IN DIE STADTGESTALTUNG

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Zweckverband Flugfeld Böblingen/Sindelfingen, Stadtmarketing Böblingen e.V. (Konsortialführer)
- Wirtschaftsförderung Sindelfingen GmbH
- Langmatz GmbH
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
- Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart
- Städtebau-Institut (SI), Universität Stuttgart
- Fernwärme Transportgesellschaft mbH (FTG) der Stadtwerke Sindelfingen und Böblingen

#### Assoziierter Partner

Siedlungswerk gemeinnützige Gesellschaft für Wohnungs- und Städtebau mbH

#### Laufzeit

April 2010 bis Oktober 2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Integration der elektromobilen Infrastruktur in die Stadtentwicklung
- Identifikation von Wandlungstreibern für die Stadtgestaltung der Zukunft sowie die praktische Integration von Elektrofahrzeugen in die Stadt

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

- 3 Karabag Fiat 500e
- ein e-poché Peugeot Partner
- ein e-poché VW T5é
- 2 Elmoto
- 3 Smart-ED

##### Nutzung

- Die Fahrzeuge wurden von den Stadtverwaltungen Böblingen und Sindelfingen, den Stadtwerken, der Wirtschaftsförderung und dem Stadtmarketing im Dienstverkehr genutzt.
- Sie waren mit GPS-Trackern ausgestattet.

##### Infrastruktur

14 Ladestationen mit insgesamt 21 Ladepunkten mit unterschiedlichen Ladesäulenvarianten (Wallbox, Großsäule, Satellitensystem, Einfachsäule) auf Parkfreiflächen, in Parkhäusern, Fußgängerzonen und Anliegerstraßen, an Orten der Freizeitgestaltung und an Orten mit Geschäftsbezug

##### Schnittstelle

verschiedene Stecker (CEE, OEM, Schuko)

### >> MEILENSTEINE

#### Arbeitspakete

**AP1:** Analyse der elektromobilitätsinduzierten Wandlungstreiber

**AP2:** Entwicklung von Konzepten für elektromobile Städte

**AP3:** Transfer der „Elektromobile Stadt“-Konzepte auf das Flugfeld und die Städte Böblingen und Sindelfingen

**AP4:** Erfahrbarmachung der Konzepte und Evaluation

**AP5:** Projektkoordination und Ergebnistransfer

#### Einsatzzeitpunkt Infrastruktur / Fahrzeuge

**Januar 2011:** Lieferung der ersten Elektrofahrzeuge, Abstimmung der Standorte der Ladestationen

**Februar 2011:** Installation der ersten Ladesäule

**März 2011:** Konzept für die Ladestation-Fahrzeug-Kommunikation

**April 2011:** Mitarbeiterschulung, Fahrzeugübergabe an die Nutzer

**August 2011:** Fertigstellung des Rekuperationssimulators

**September 2011:** Abschluss der Ladesäuleninstallation

## ERGEBNISSE

Im Hinblick auf die langfristige strategische Verankerung des Themas wurden elektromobilitätsinduzierte Wandlungstreiber identifiziert und ihre Relevanz für die städtische Entwicklung des Flugfelds Böblingen/Sindelfingen aufgezeigt. Darauf aufbauend wurden die genannten Städte in die Entwicklung einer Roadmap zur Einführung von Elektromobilität einbezogen.

Die Elektrifizierung von Fuhrparkflotten stellt einen wichtigen Schritt auf dem Weg zur zügigen Verbreitung von Elektrofahrzeugen im Markt dar. Die im Rahmen des Projekts bereitgestellten Fahrzeuge wurden insgesamt von den Nutzern sehr gut angenommen und für zahlreiche Fahrten verwendet. Die Auswertungen der Fahrstrecken, des Ladeverhaltens und der Nutzerakzeptanz sind momentan noch nicht abgeschlossen.

Gerade im Stop-and-go-Verkehr in der Stadt könnte die Bremsenergie rückgewinnung (Rekuperation) bei Elektrofahrzeugen eine große Rolle spielen. Für zukünftige Probandenstudien hinsichtlich der Effektivität unterschiedlicher Rekuperationsverfahren wurde ein Simulator entwickelt, programmiert und aufgebaut.

Bei der Fahrzeugbeschaffung mussten teils erhebliche Verzögerungen in Kauf genommen werden. Verschiedene technische Problemstellen wurden identifiziert und teilweise bereits behoben. Beim Aufbau der Ladeinfrastruktur zeigten sich trotz neu verabschiedeter VDE-Anwendungsregeln zur Einführung der Ladetechnik Inkompatibilitäten zwischen den Stecker- und Kommunikationskonzepten verschiedener Hersteller. Als Lösungsstrategie wurde ein System zur Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur konzipiert und in Prototypen umgesetzt. Außerdem wurden Verriegelungsmechanismen entwickelt, die auf die unterschiedlichen Schuko-Stecksysteme eingehen. Eine Auswertung der Nutzerstudien steht noch aus.

Im Rahmen des Projekts ist es gelungen, unter Einbeziehung von Stadtverwaltungen, Baugesellschaften und Nutzern ein kommunenübergreifendes Netzwerk zu knüpfen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Fahrzeuge wurden auf zahlreichen themenbezogenen Veranstaltungen der Öffentlichkeit vorgestellt und zu Probefahrten genutzt. In mehreren öffentlichen Workshops wurden außerdem wissenschaftliche Ergebnisse vorgestellt und mit Fachleuten diskutiert. Der Rekuperationssimulator wurde im Zentrum für Elektromobilität einem breiten Publikum als Demonstrationsobjekt zugänglich gemacht.

Ein besonderes Highlight der internationalen Öffentlichkeitsarbeit war die Teilnahme des e-poché VW T5é an der „World Advanced Vehicle Expedition“. Innerhalb von 14 Tagen wurden in acht europäischen Ländern täglich mehrere Ziele angefahren, um auf das Thema Elektromobilität aufmerksam zu machen.

### VERANSTALTUNGEN 2010

- 26.9. Flugfeld-Fest
- 10.10. VOS-Breuninger / e-mobility day
- 13.10. Unternehmertreff im Meilenwerk Stuttgart

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 5./6.2. Autosalon
- März Frühlingsmesse Stuttgart
- 10.4. Saisonauftakt „Meilenwerk - Forum für Fahrkultur“, Stuttgart
- 18.5. Wirtschaft im Gespräch „Elektromobilität“, Sindelfingen
- 16.7. SindelfingenMobil
- Juli Neue Messe Stuttgart, Flottenpräsentation

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Der Schwerpunkt der zukünftigen Aktivitäten wird auf der Entwicklung einer interkommunalen gemeinsamen Elektromobilitätsstrategie und auf regionaler Vernetzung liegen. Die Erfahrungen, die bei diesem und verwandten Projekten in der Modellregion Stuttgart gemacht wurden, fließen außerdem in den Aufbau einer Beratungsdienstleistung für Kommunen und Unternehmen unter der Marke „elektromobilisiert.de“ ein. Dabei sollen die herkömmlichen Fuhrparks mithilfe einer Analysesoftware auf ihr Elektrifizierungspotenzial hin untersucht, die angeschafften Fahrzeuge für eine Testphase zur Verfügung gestellt, Mitarbeiter zur neuen Technologie und Sicherheit geschult und eine Kaufberatung für Fahrzeuge und Ladestationen durchgeführt werden.

Die Probandenstudien, die schon jetzt mit dem Rekuperationssimulator durchgeführt werden, um die Effektivität unterschiedlicher Rekuperationsverfahren und die Nutzerakzeptanz der unterschiedlichen Bedienungsmöglichkeiten zu untersuchen, werden auch in Zukunft fortgeführt.

Außerdem wird zur dauerhaften Behebung der Kommunikationsschwierigkeiten zwischen Ladestation und Fahrzeug eine selbstanpassende Kommunikationssoftware entwickelt werden.



## &gt;&gt; 07/08 PEDELEC – e-CALL A BIKE STUTTGART

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

**Partner**

- Landeshauptstadt Stuttgart (Konsortialführer)
- DB Rent GmbH,
- EnBW Energie Baden-Württemberg AG

**Laufzeit**

1.4.2010 - 31.12.2011

**Aufgaben & Projektziele**

- Modernisierung und Ausbau des Gesamtsystems „Call a Bike“ zu „e-Call a Bike“
- Bereitstellung von 100 Pedelecs
- Errichtung von 45 Stationen mit Verleih- und Registrierungsmöglichkeit
- Anschluss an Stromversorgung zzgl. Ladepunkten für Pedelecs und weitere Elektrofahrzeuge
- Eingliederung der Pedelecs in das Fahrradverleihsystem der DB Rent GmbH

**Fahrzeuge & Infrastruktur****Fahrzeuge**

100 Verleih-Pedelecs

**Nutzung**

Nahtlose Eingliederung der Pedelecs in das öffentliche Fahrradverleihsystem „Call a Bike“

**Infrastruktur**

- 45 Stationen mit Kombiterminals für das Ausleihen per Touchscreen und mit integrierter Ladefunktion für Pedelecs an fünf Satelliten sowie zwei weiteren Ladepunkten für Elektrofahrzeuge
- Die räumliche Auswahl erfolgte gemeinsam mit der Stadt Stuttgart anhand von Erfahrungswerten von ehemaligen Stationen, wichtigen öffentlichen Standorten und ÖVKnotenpunkten

**Schnittstelle**

Eingliederung der Stationen und Pedelecs in das bewährte Buchungssystem von „Call a Bike“ per Mobiltelefon und (neu) per RFID-Karte

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Inbetriebnahme der Pedelecs **Ende Oktober 2011** abgeschlossen

**Arbeitspakete**

1. Systementwicklung Pedelec-Verleihsystem
2. Entwicklung integrierte Infrastruktur
3. Systemaufbau Stationen Stadt Stuttgart
4. Pilotbetrieb
5. ÖV-Integration
6. Öffentlichkeitsarbeit
7. Evaluation - Ermittlung verkehrlicher und umweltbezogener Wirkungen
8. Projektkoordination

**15. August 2010:** Beginn der Bauarbeiten an zunächst zwölf Stationen

**Ende Oktober 2010:** Übergabe des Systems zur öffentlichen Nutzung

- Testkundenbefragung eines geschlossenen Benutzerkreises gleichzeitig mit den Aufbauarbeiten der kompletten Stationen inklusive Terminals
- Befragungen innerhalb der Evaluation der Modellregion zum Thema Qualität, Sicherheit, Nutzerfreundlichkeit, Funktionalität des Verleihsystems und seiner Komponenten

**ERGEBNISSE**

Der Aufbau des Systems „eCall a Bike“ wurde Mitte Oktober 2011 abgeschlossen. Die Kooperationspartner verfolgen das gemeinsame Ziel, noch mehr Stuttgarter /innen, Berufspendler und Besucher als bisher für die Nutzung der Leihräder zu begeistern und das System zu einem integralen Bestandteil des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) zu machen. Das Stuttgarter System soll noch moderner und kundenfreundlicher werden.

Die Stadt Stuttgart koordinierte die Tiefbaumaßnahmen für das Stationssystem. Die EnBW installierte und betrieb die Terminals für die 45 Stationen. Die DB Rent erneuerte das bestehende „Call a Bike“-System und ergänzte es um insgesamt 100 Pedelecs. Dabei konnte die DB Rent GmbH als Betreiber von „Call a Bike“ auf langjährige Erfahrungen zurückgreifen, insbesondere hinsichtlich der Alltagserfahrungen der Nutzer, der systemseitigen Integration in das Buchungssystem und der Stationsauswahl. Die EnBW konnte auf Erfahrungen im Aufbau der Ladeinfrastruktur und beim Betrieb der größten elektrischen Zweiradflotte in Deutschland im Rahmen der KoPall-Förderung der Bundesregierung aufbauen.

Die technischen Herausforderungen waren umfangreich. Es wurde zum ersten Mal ein automatisiertes öffentliches Verleihsystem für Fahrräder und Elektroräder mit Terminals für den Registrierungs-, Entleih- und Rückgabeprozess sowie mit Ladeplätzen für weitere (private) Elektrofahrzeuge entwickelt, aufgebaut und von Kunden im Regelbetrieb getestet. Dabei wurden alle Komponenten technisch neu entwickelt (Pedelecs, Terminals, Ladepoller und Kommunikationskomponenten).

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNG 2010

- 4.7. Auftaktveranstaltung der Modellregion „Elektromobilität Region Stuttgart“ auf dem Schlossplatz in Stuttgart

### VERANSTALTUNGEN 2011

- 22.7. Region Stuttgart elektromobil auf der Landesmesse Stuttgart  
 28.10. Festveranstaltung zur Übergabe des fertigen Systems

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

„Call a Bike Pedelec Stuttgart“ wird nach erfolgreicher Erprobung in den Regelbetrieb gehen. Entsprechende Betreiberverträge wurden verhandelt. Mit der Erweiterung der Buchungsmöglichkeiten um RFID-fähige Terminals werden die Voraussetzungen dafür geschaffen, eine zukünftige „Mobilitätskarte Region Stuttgart“ als barrierefreien Zugang zum intermodalen Verkehr zu nutzen. Die Entkopplung der Betreiberlösung für (Lade-)Infrastruktur und Verleihterminals von der für Fahrzeuge schafft gleichzeitig die Voraussetzung für die Integration weiterer über die Terminals buchbarer Dienste.



# >> 08 MODELLREGION MÜNCHEN

## >> KURZDARSTELLUNG

### Projektleitstelle

Stadtwerke München GmbH

### Laufzeit

1.1.2010 - 31.8.2011

### Aufgaben & Projektziele

#### Projektleitung für folgende Projekte:

- „Drive eCharged“ mit BMW, Siemens und den Stadtwerken München
- „eFlott“ mit Audi, der Technischen Universität München und den Stadtwerken München
- Praxiserprobung eines Hybridbusses mit Dieselmotor und seriellem Antrieb sowie Vergleich dreier Hybridbuskonzepte in Zusammenarbeit mit der Münchner Verkehrsgesellschaft mbH (MVG)
- Nachhaltiges kommunales Elektromobilitätskonzept mit Aufbau bedarfsgerechter Infrastruktur
- Durch die Gründung eines Beirats, der aus Vertretern von Industrie, Handwerk, Referaten der Landeshauptstadt München, wissenschaftlichen Einrichtungen und Technischer Universität München besteht wurde sichergestellt, dass in der Modellregion München ein Netzwerk für Elektromobilität entsteht, das auch nach Abschluss einzelner Projekte bzw. Förderungen die Elektromobilität weiter voranbringen wird.

### Fahrzeuge & Infrastruktur

- Während der Gesamtprojektlaufzeit wurden 60 E-Pkw und drei Hybridbusse (von denen einer gefördert wurde) eingesetzt.
- Im Stadtgebiet wurden ca. 30 Ladesäulen und 70 Heimladestationen errichtet.

## >> MEILENSTEINE

Die wesentlichen Meilensteine wurden in den Einzelprojekten der Modellregion definiert. Die Projektleitungs- / Koordinierungsfunktion kann grundsätzlich in drei Phasen eingeteilt werden:

- Akquirierung und Vorauswahl von Projekten
- Begleitung der vom BMVBS genehmigten Projekte während der Durchführungsphase
- Abschluss der Projekte

Höhepunkte waren hierbei

- die Übergabe der Pkw,
- die Übergabe des Hybridbusses und
- die Aufstellung der ersten Ladesäule.

## ERGEBNISSE

Das Ziel in der Modellregion München war es, die Elektromobilität (Fahrzeuge und Ladestationen) im Alltagsbetrieb zu erproben und auf dieser Basis eine erfolgreiche Markteinführung vorzubereiten. Mit den drei fahrzeug- und ladestationenbezogenen Projekten wurde hier ein großer Beitrag geleistet. Das Projekt „Nachhaltiges kommunales Elektromobilitätskonzept“ gab Aufschluss darüber, wie sich die Elektromobilität bis zum Jahre 2030 entwickeln kann und welche unterstützenden Maßnahmen von einer Stadt hierbei geleistet werden können. Mit der Zusammenführung der Erkenntnisse aus den vier Projekten ist München für die Zukunft der Elektromobilität bestens gerüstet.

Die wesentlichen Punkte, die die Projektleitstelle zum Gesamtergebnis beitragen konnte, sind hier zusammengefasst:

- Zentrale Betreuung der Einzelprojekte in der Modellregion
- Organisation und Durchführung regelmäßiger Projektleitersitzungen
- Laufende Abstimmung der Einzelprojekte
- Durchführung regelmäßiger Beiratssitzungen
- Laufende Beratung und Information zum Thema Elektromobilität, auch für Interessenten, die sich außerhalb des Rahmens des Modellregionenkonzepts für die Weiterentwicklung der Elektromobilität einsetzen
- Akquirierung von Projekten (mit und ohne Förderung), die nach Abschluss von KoPA II angegangen werden



## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### BEI ÜBERGABETERMINEN FÜR

- Elektrofahrzeuge,
- Hybridbus sowie
- die Installationen der ersten Ladesäule

wurden öffentliche Veranstaltungen mit Einbindung der Presse durchgeführt.

- Die Modellregion München, einschließlich aller Teilnehmer der Einzelprojekte, beteiligte sich mit einem Messestand an der eCarTec 2010 in München.
- Es entstanden 5 Fernsehbeiträge à ca. 10 Min. zum Thema Elektromobilität im örtlichen Gebiet (Senderraum Oberbayern, mit jeweils 6 Wiederholungen).
- In weiteren Presseberichten und Werbeanzeigen in den Lokalteilen überörtlicher Zeitungen sowie in der Kundenzeitung der Stadtwerke München GmbH wurde in unregelmäßigen Zeitintervallen über das Thema Elektromobilität und Modellregion München berichtet.



## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

- Im Juni 2011 wurde seitens des BMVBS ein weiteres Förderprogramm für die Elektromobilität aufgelegt. Die Stadtwerke München haben sich hierbei für den Zeitraum September 2011 bis Dezember 2013 wiederum als Projektleitstelle beworben, um aufbauend auf den bisherigen Ergebnissen die Elektromobilität voranzutreiben. In diesem Zusammenhang wurden bereits mehrere Projektthemen zur Prüfung der Förderfähigkeit beim BMVBS eingereicht, z. B. „Alltagstauglichkeit des induktiven Ladens“, „Pendlerverkehr zwischen ländlichem Raum und Großstadt“, „Flotteneinsatz von gewerblichen Fahrzeugen in verschiedenen Einsatzgebieten“ und „Second Life von Elektrofahrzeugbatterien als Pufferspeicher“.
- Der Betrieb der Projektleitstelle München wird in enger Zusammenarbeit mit dem Projekt „Elektromobilität verbindet Bayern (EvB)“ fortgeführt. Eine Bewerbung als Schaufenster bis Ende 2013 liegt vor. Ziel der EvB ist es, die Elektromobilität auch auf internationaler Ebene weiterzuentwickeln. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Modellregion München mit ihren Vernetzungen auch für die weitere Zukunft gut aufgestellt ist, um die Elektromobilität weiter voranzubringen.



## >> 08/01 PRAXISERPROBUNG EINES HYBRIDBUSSES MIT DIESELMOTOR, SERIELLEM ANTRIEB UND VERGLEICH DREIER HYBRIDBUSKONZEPTE

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Stadtwerke München GmbH (Konsortialführer)
- Fraunhofer IVI Dresden, PE International

#### Laufzeit

01.10.2009 - 30.09.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Steigerung der Energieeffizienz zur Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- Für den Hybridvergleichstest der SWM wurden drei Hybridbusse von drei verschiedenen Firmen eingesetzt, die sich in ihrer Antriebsart und den Speichermöglichkeiten der elektrischen Energie unterschieden.
- Beim Solaris-Hybridbus der zweiten Generation wirken zwei Elektromotoren zusammen mit dem Drehmoment des Verbrennungsmotors auf die Antriebsachse und die erzeugte elektrische Energie wird in einem NiMH-Akkumulator gespeichert.
- Das MAN-Fahrzeug war ein serieller Hybridbus, der seine elektrische Energie in Ultracaps speichert.
- Der Bus von Mercedes-Benz war ebenfalls ein serieller Hybridbus, der von vier Radnabenmotoren angetrieben wird und die Energie in einem Lithium-Ionen-Akkumulator speichert.

### >> MEILENSTEINE

**26.8.2008** Der Hybridbus von Solaris beginnt auf der Linie MetroBus 52 den Linienbetrieb.

**7.11.2010** Der Hybridbus von MAN beginnt auf der Linie StadtBus 132 den Linienbetrieb.

**13.4.2011** Der Hybridbus von Mercedes-Benz beginnt auf der Linie MetroBus 52 den Linienbetrieb.

### ERGEBNISSE

#### KRAFTSTOFFEINSPARUNG

Die erwarteten Ergebnisse bezüglich der Kraftstoffeinsparungen von zehn bis 30 Prozent wurden von den Hybridbussen nur zum Teil erreicht. Beim MAN-Bus waren Kraftstoffeinsparungen von rund 20 Prozent gegenüber einem konventionellen Dieselbus zu erreichen. Eine fundierte Aussage über die Kraftstoffeinsparungen des Hybridbusses von Mercedes-Benz ist zurzeit noch nicht möglich, da die bisherige Einsatzzeit von sechs Monaten zu kurz ist.

#### TECHNISCHE STABILITÄT

Der technische Zustand des Solaris-Busses war stabil, allerdings besteht bei der Bremsanlage Verbesserungsbedarf: Der Betriebsbremsdruck muss für die Berechnung der Mindestabbremsung angehoben werden. Beim MAN-Bus waren häufige Betriebsstörungen zu konstatieren. Beim Fahrzeug von Mercedes-Benz waren ebenfalls häufige Störungen festzustellen, die überwiegend von einer noch nicht ausgereiften Software verursacht wurden.

Der Systemvergleich der verschiedenen Hybridtechniken im Hinblick auf Umweltaspekte und Wirtschaftlichkeit sowie die Analyse der Kraftstoffeinsparung wurden mit der Inbetriebnahme des dritten Busses am 13.4.2011 begonnen. Auch hier ist die bisherige Zeitspanne noch zu kurz, um verlässliche Aussagen zu treffen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2008

21.8. Hybridbuspremiere mit dem Fahrzeug der Firma Solaris

Sept. & Nov. Vermietung des Solaris-Hybridbusses nach Berlin und Paris

### VERANSTALTUNG 2009

17.10. Zurschaustellung des Solaris-Hybridbusses beim Tag der Daseinsvorsorge in München

### VERANSTALTUNGEN 2011

25.5. Vorstellung des Busses der Firma MAN

7.4. Vorstellung des Busses der Firma Mercedes-Benz

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Auch nach dem Abschluss des BMVBS-Förderschwerpunkts in der Modellregion Elektromobilität München bleibt ein Teil der Hybridbusse im Fahrzeugbestand der SWM. Der Solaris-Bus wird bis zum Jahr 2018 im Linienverkehr fahren, der von Mercedes-Benz bis 2021. Der MAN-Hybridbus ist lediglich bis November 2012 geleast und es kann noch keine Aussage darüber getroffen werden, ob die SWM ihn dauerhaft in den Fuhrpark integrieren werden.



## >> 08/02 ENTWICKLUNG EINES NACHHALTIGEN KOMMUNALEN ELEKTROMOBILITÄTSKONZEPTES IM RAHMEN DER MODELLREGION MÜNCHEN MIT AUFBAU EINER BEDARFSGERECHTEN LADEINFRASTRUKTUR

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Stadtwerke München GmbH (SWM)
- Landeshauptstadt München (LHM)

#### Laufzeit

September 2009 bis Juni 2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Elektromobilitätskonzept
- Aufbau bedarfsgerechter Ladeinfrastruktur

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

**Fahrzeuge**  
40 MINI E

#### Nutzung der Fahrzeuge

- privat
- Flotte (Bayerisches Rotes Kreuz, SWM)

#### Infrastruktur

- 32 öffentliche Ladestationen
- 36 Heimpladestationen

#### Schnittstelle Infrastruktur

IEC 62196 Typ 2, Schuko

### >> MEILENSTEINE

Basisanalyse mit Erfassung aller relevanten Daten im Bereich der Elektromobilität, allgemein und bezogen auf die Region München

Entwicklung verschiedener Elektromobilitätsszenarien für die Region München, in denen auf Grundlage unterschiedlicher Annahmen vorhergesagt wird, wie sich das Potenzial für Elektro-mobile in München entwickeln könnte

Bedarfsorientierte Errichtung von Ladestationen für die Projekte in der Modellregion München

### ERGEBNISSE

In der Studie „Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeugen im Münchner Individualverkehr bis 2030“ wurde anhand eines Filtermodells unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Hinderungsfaktoren das Potenzial für Elektromobilität in der Modellregion München bestimmt. Als Ausgangsbasis diente eine Grundlagenstudie zur Elektromobilität, die vom fortiss Institut (eigenständige GmbH mit der Technischen Universität München (K.d.ö.R), der Fraunhofer-Gesellschaft und der Lfa Förderbank Bayern als Gesellschafter) erstellt wurde.

Die Betrachtung des zukünftigen Potenzials für Elektrofahrzeuge wurde anhand drei unterschiedlicher Szenarien durchgeführt. Diese stellen keine Prognosen dar, sondern Aussagen über auf Grundlage der getroffenen Annahmen denkbare Entwicklungen. Darüber hinaus wurden mithilfe dieser Szenarien mögliche Auswirkungen auf Umwelt und Infrastruktur untersucht. Nach Betrachtung der Ergebnisse lässt sich feststellen, dass in München ein großes Potenzial für Elektrofahrzeuge besteht, wenn bestimmte Rahmenbedingungen erfüllt werden, die förderlich für die Elektromobilität sind.

Im besten Fall könnten bis 2030 rund 80% des Münchner Pkw-Bestandes durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden. Wesentlich für die Bestimmung des Potenzials war die Beurteilung der Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren und der Stärke ihrer jeweiligen Auswirkungen. Dabei stellte sich eine Einteilung in veränderbare und gegebene Faktoren als sinnvoll heraus. Während z. B. die Entwicklung des Ölpreises von globalen Rahmenbedingungen bestimmt wird, können andere Einflussfaktoren gezielt von Seiten der Politik verändert werden.

#### Die relevanten Einflussfaktoren für das Fahrzeugpotenzial sind

- das Angebot an Elektrofahrzeugen auf dem deutschem Automarkt,
- Alltagstauglichkeit und
- Wirtschaftlichkeit.

Unter Berücksichtigung der absehbar verfügbaren Ladetechniken, der Eigenschaften der für die Ladeinfrastruktur verfügbaren Aufstellungsorte und der Mobilitätsanforderungen der Fahrzeugnutzer ist davon auszugehen, dass die Heim-Ladestationen das Grundgerüst für den sukzessiven Aufbau der Ladeinfrastruktur bilden werden. Diese sind schnell und einfach zu realisieren und lösen für einen Großteil der typischen Verkehrswege das Problem der Reichweiten und Ladezeiten.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

**September 2010:** Feierliche Übergabe der 40 MINI E an die Privatnutzer und das Bayerische Rote Kreuz am Odeonsplatz in München unter dem Motto „Gemeinsam für München“, aktive Einbindung der Politik (BMVBS, NOW, Stadt München) und der beteiligten Unternehmen (BMW Group, Siemens, SWM) sowie der Fahrzeugnutzer, Berichterstattung durch verschiedene Medien (TV, Print, Internet, Intranet)

## VERANSTALTUNGSBETEILIGUNGEN

- eCarTec 2010
- Hannover Messe 2011
- Symposium Smart Grid und Elektromobilität, März 2011
- IAA 2011

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Weiterentwicklung der bisher erhobenen Daten wird in Zusammenarbeit mit der Landeshauptstadt München vorangetrieben.



- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Arcisstraße 68-74 / Zufahrt über Nordendstraße 21-23</li> <li>2 Blumenstraße 19 (1)</li> <li>3 Blumenstraße 19 (2)</li> <li>4 Landshuter Allee 54</li> <li>5 Seidlstraße 20</li> <li>6 SWM Zentrale / MTZ / Agnes-Pockels-Bogen</li> <li>7 P+R Parkhaus Fröttmaning Werner-Heisenberg-Allee 21 (1)</li> <li>8 P+R Parkhaus Fröttmaning Werner-Heisenberg-Allee 21 (2)</li> <li>9 P+R Parkhaus Fröttmaning Werner-Heisenberg-Allee 21 (3)</li> <li>10 P+R Parkhaus Messestadt Ost Willy-Brandt-Allee 11 (1)</li> <li>11 P+R Parkhaus Messestadt Ost Willy-Brandt-Allee 11 (2)</li> <li>12 Siemens-Forum Oskar-von-Miller-Ring (1)</li> <li>13 Siemens-Forum Oskar-von-Miller-Ring (2)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>14 Siemens-Forum Otto-Hahn-Ring 6 (1)</li> <li>15 Siemens-Forum Otto-Hahn-Ring 6 (2)</li> <li>16 BMW Pavillion / Lenbachplatz 7 Zufahrt über Maxburgstraße</li> <li>17 BMW Welt / Am Olympiapark 1 (1)</li> <li>18 BMW Welt / Am Olympiapark 1 (2)</li> <li>19 BMW FIZ / BMW Allee</li> <li>20 BMW Hochhaus / Dostlerstraße 5</li> <li>21 BMW Niederlassung Frankfurter Ring 35</li> <li>22 SWM / MVG Fahrzeugcenter Heßstraße 121 (1)</li> <li>23 SWM / MVG Fahrzeugcenter Heßstraße 121 (2)</li> <li>24 SWM / MVG Truderinger Straße 2 (1)</li> <li>25 SWM / MVG Hans-Thonauer-Straße 5 (1)</li> <li>26 Innung für Elektro- und Informationstechnik / Schillerstraße 38</li> </ol> |
|--|---|

ÜBERSICHT LADESTATIONEN, STAND SEPTEMBER 2011

QUELLE: [WWW.SWM.DE](http://WWW.SWM.DE)

Die aktuelle Übersicht über die Ladestationen finden Sie im Internet unter [www.swm.de](http://www.swm.de)

## &gt;&gt; 08/03 DRIVE E-CHARGED

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- Bayerische Motoren Werke AG
- Siemens AG

## Laufzeit

März 2010 bis September 2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Elektromobilität im Alltag
- Aufbau bedarfsgerechter Ladeinfrastruktur
- Gleichstromladen / Schnellladen
- Netzqualität
- Außenkommunikation

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

- 40 MINI E
- ein DC-Versuchsfahrzeug BMW Active E

## Nutzung der Fahrzeuge

- privat
- Flotte (Bayerisches Rotes Kreuz, SWM)
- Erprobung Schnellladesystem (nur am DC-Versuchsfahrzeug)

## Infrastruktur

- 32 öffentliche
- 36 Heimpladestationen

## Schnittstelle

IEC 62196 Typ 2, Schuko

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

**September 2010:** Beginn des Feldversuchs - Untersuchung von Verhalten und Präferenzen verschiedener Nutzergruppen im Alltag unter Anwendung verschiedener Szenarien; Nutzerbefragungen vor, im und nach dem Feldversuch (Aug./Sept. 2010, Feb. 2011, Juni 2011)

**Februar bis Juni 2011:** Untersuchung von Effekten verschiedener Ladeszenarien auf das Stromnetz, Entwicklung von technischen Maßnahmen zur Stützung der Netzqualität

**Juni 2011:** Bekanntgabe der Ergebnisse des Feldversuchs im Rahmen einer öffentlichen Podiumsdiskussion

**Juli bis September 2011:** Erprobung eines Schnellladesystems mit Leistungs- und Kommunikationsschnittstellen auf Gleichstrombasis

## ERGEBNISSE

## BEFRAGUNGEN

Die Mehrzahl der Nutzer bescheinigte dem MINI E Alltagstauglichkeit und großen Fahrspaß. Die Fahrzeuge legten im Rahmen des Feldversuchs 300.000 Kilometer emissionsfrei zurück.

## Die wichtigsten Ergebnisse der Befragungen sind folgende:

- Für 96 % der Privatanutzer ist die Reichweite des MINI E für die tägliche Nutzung ausreichend.
- Im Rahmen der ambulanten Pflege des BRK konnten 82 % der täglichen Fahrten mit dem MINI E zurückgelegt werden.
- Das Laden an einer Ladestation (zu Hause oder an der Arbeitsstelle) ist für 88 % der Privatanutzer angenehmer als die Fahrt zur Tankstelle.
- 84 % der Privatanutzer wünschen sich, dass Elektrofahrzeuge ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen geladen werden.
- Es wird eine deutliche Verkürzung der Ladedauer an öffentlichen Ladesäulen gefordert, sodass das Laden dem Tankvorgang an Tankstellen ähnelt.

Diese Informationen flossen in die Entwicklung von Produkten und Lösungen ein (Serienentwicklung Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur, Informations- und Kommunikationslösungen, bedarfsgerechte Lademöglichkeiten).

## LADETECHNIK

Ein innovatives, benutzerfreundliches Schnellladesystem auf Gleichstrombasis wurde entwickelt und erprobt: Am Fahrzeug ist nur eine Ladedose für Wechsel- und Gleichstromladen erforderlich, was Flexibilität und damit hohe Benutzerfreundlichkeit gewährleistet, da je nach Einsatzsituation verschiedene Ladetechnologien genutzt werden können. Dieser Ansatz wurde internationalen Normierungsgremien (IEC) vorgestellt, um über eine Standardisierung entsprechende Marktpotenziale zu schaffen.

## NETZQUALITÄT

Grundsätzlich sind durch die Elektromobilität bei konsequenter Anwendung der aktuellen Normung keine negativen Auswirkungen auf die Netzqualität zu erwarten. Die zusätzliche Netzbelastung durch den Leistungsbedarf und die benötigte Energiemenge ist mittelfristig (bis 2025) im Rahmen der üblichen Ausbau- und Rehabilitationsmaßnahmen übertragbar. Während dieser Zeit sollten parallel Szenarien für die Laststeuerung

erung entwickelt und schrittweise eingeführt werden. Hier ist eine enge thematische Anbindung an neue Messsysteme (Smart Meter), Funktionalitäten der Netzsteuerung (Smart-Grid) und virtuelle Kraftwerke (Prosumer) sicherzustellen.

#### ZUSAMMENARBEIT

Das Zusammenwirken der Domänen Fahrzeug, Ladeinfrastruktur und Stromnetz - exemplarisch repräsentiert durch die Partner - ist ein erfolgskritischer Faktor. Der Wert der Vernetzung von unterschiedlichen Kompetenzen und Erfahrungen zeigte sich nicht nur bei der Entwicklung technischer Systeme, sondern auch bei organisatorischen Aspekten wie der Entwicklung eines gemeinsamen Servicekonzepts.

#### RECHTLICHE ASPEKTE

Die Bereitstellung geeigneter Standorte für öffentliche Ladesäulen erwies sich teilweise als problematisch. Da die gesetzlichen Rahmenbedingungen die ausschließliche Nutzung von Parkplätzen als Stromtankstellen zur Zeit der Planungsphase nicht zuließen (Diskriminierungsfreiheit), wurden Ladesäulen an halböffentlichen Plätzen aufgebaut. Damit waren zum Teil erhebliche Kosten für die Raumbewirtschaftung verbunden. Diesen Aspekt gilt es bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen zu berücksichtigen.

#### ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

September 2010: Feierliche Übergabe der 40 MINI E an die Privatnutzer und das Bayerische Rote Kreuz am Odeonsplatz in München unter dem Motto „Gemeinsam für München“, aktive Einbindung der Politik (BMVBS, NOW, Stadt München) und der beteiligten Unternehmen (BMW Group, Siemens, SWM) sowie der Fahrzeugnutzer, Berichterstattung durch verschiedene Medien (TV, Print, Internet, Intranet)

#### VERANSTALTUNGSBETEILIGUNGEN

- eCarTec 2010
- Symposium Smart Grid und Elektromobilität (März 2011)
- Hannover Messe 2011
- IAA 2011

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

- Ladeinfrastruktur: Weiterbetrieb der öffentlichen Ladeinfrastruktur für ausgewählte bestehende sowie neue Standorte, weitere Verwendung der Heimpladestationen (Wallboxes)
- DC-/Schnellladen: weitere aktive Mitwirkung in der internationalen Normierung (IEC)



ÜBERGABE-EVENT (MÜNCHEN, ODEONSPLATZ,



PODIUMSDISKUSSION ÜBER DIE ERGEBNISSE DES FELDVERSUCHS

## &gt;&gt; 08/04 A1 E-TRON FLOTTE MÜNCHEN

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- Audi AG (Konsortialführer)
- Stadtwerke München GmbH
- Technische Universität München
- E.ON Energie AG

## Laufzeit

1.9.2010 - 31.12.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Erfassen von Erfahrungsdaten über Betrieb, Nutzung und Betreuung / Wartung von Elektrofahrzeugen im alltäglichen privaten Nutzungsbereich
- Erfassen der Auswirkungen auf eine nutzenorientierte Ladeinfrastruktur und auf das Nutzungsverhalten im öffentlichen Nahverkehr

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

- 20 A1 e-tron
- Einsatzzeitpunkt: KW 39 2011 bis KW 52 2012

## Nutzung der Fahrzeuge

durch Kunden

## Infrastruktur

Die Ladesäuleninfrastruktur wurde von E.ON und den Stadtwerken München bereitgestellt.

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Ab der **39. Kalenderwoche 2011** sind 20 Fahrzeuge sukzessive im Kundeneinsatz.

Regelmäßige Teilnahme an der Plattform Sozialwissenschaftliche Begleitforschung

Übernahme von Minimaldatensets zur Nutzerbefragung in Zusammenarbeit mit der TU München

## ERGEBNISSE

Derzeit werden mithilfe von Marktforschung, Datenlogging und einer Fahrzeug-Applikation für das iPhone (OCU) die erforderlichen Daten zum Nutzungsverhalten gesammelt. Da die Datenerfassung noch bis Ende 2012 läuft, sind noch keine Ergebnisse verfügbar. Die Nutzerdaten werden in Zusammenarbeit im Projektteam zwischen TU München, E.ON und Stadtwerke München gesammelt.

## ZUKUNFT / WEITERFÜHRUNG

Für die Jahre 2012 bis 2014 sind mehrere Schaufensterprojekte geplant.



# >> ÜBERGEORDNETE TECHNOLOGIE- PROJEKTE

>> 01 E-MOBILITY	230		
>> 02 ELMOS	232	>> 10 E-GOLF ELEKTROMOBILITÄT	248
>> 03 ELMOS FLOTTE	234	>> 11 PRIMOVE	250
>> 04 HYMEP	236	>> 12 HYBRID-SCHIENENFAHRZEUG	252
>> 05 DIWAHYBRID	238	>> 13 ELAB	254
>> 06 CROME	240	>> 14 BATTERIEZENTRUM P10	256
>> 07 ELEKTRO-FALTRAD	242	>> 15 BATTERIESICHERHEITSLABOR	258
>> 08 BMW-BEV	243	>> 16 EM-INFRA	260
>> 09 NILS	245	>> 17 eTRUST	262

## >> 09/01 E-MOBILITY BERLIN/HAMBURG: FAHRZEUGAUFBAU UND DEMONSTRATION VON BATTERIEELEKTRISCHEN FAHRZEUGEN

>> KURZDARSTELLUNG
<b>Partner</b>
Daimler AG (Konsortialführer)
<b>Laufzeit</b>
1.9.2009 - 31.10.2011
<b>Aufgaben &amp; Projektziele</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktion und Demonstration von 276 batterieelektrischen Fahrzeugen in Berlin und Hamburg sowie weiteren Modellregionen</li> <li>• Analyse des Fahrzeugnutzungsverhaltens</li> </ul>
<b>Fahrzeuge &amp; Infrastruktur</b>
<b>Fahrzeuge</b> Berlin: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 78 smart fortwo electric drive</li> <li>• 22 Mercedes-Benz A-Klasse E-CELL</li> </ul> Hamburg: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 smart fortwo electric drive</li> <li>• 19 Mercedes-Benz A-Klasse E-CELL</li> </ul> übrige Modellregionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 34 smart fortwo electric drive</li> <li>• 58 Mercedes-Benz A-Klasse E-CELL</li> </ul>
<b>Nutzung der Fahrzeuge</b>
Flotten-, Geschäfts- und Privatkunden
<b>Infrastruktur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berlin: 220 RWE-Ladepunkte</li> <li>• Hamburg: 100 Vattenfall-Ladepunkte</li> </ul>
<b>Schnittstelle</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladekommunikationsnorm: ISO / IEC 15118</li> <li>• Stecker Typ 2 (Menneckes)</li> </ul>

### >> MEILENSTEINE

#### Arbeitspakete:

- Aufbau von 78 smart fortwo ed und deren Kundenbetrieb in Berlin
- Aufbau von 65 smart fortwo ed und deren Kundenbetrieb in Hamburg
- Aufbau von 34 smart fortwo ed und deren Kundenbetrieb in den übrigen Modellregionen
- Aufbau von 22 A-Klasse E-CELL und deren Kundenbetrieb in Berlin
- Aufbau von 19 A-Klasse E-CELL und deren Kundenbetrieb in Hamburg
- Aufbau von 58 A-Klasse E-CELL und deren Kundenbetrieb in den übrigen Modellregionen
- Analyse des Kundennutzungsverhaltens
- Untersuchung langfristiger Entwicklungen der Mobilität in der Stadt unter Einfluss von e-mobility
- Aufbau des Service und der Nutzerbetreuung im Bereich After Sales

Einsatz der smart fortwo ed ab Anfang 2010, der A-Klasse E-CELL Fahrzeuge ab Mai. Über die gesamte Projektlaufzeit wurden die Fahrzeuge nach und nach an die Kunden übergeben. Die letzten Fahrzeugübergaben fanden letzten Quartal 2011 statt.

## ERGEBNISSE

Die Zukunft des Automobils ist elektrisch. Das Projekt „e-mobility“, das von Daimler zusammen mit Partnern aus der Politik und mit Energieversorgern durchgeführt wurde, hat durch seine intelligente und lösungsorientierte Ausrichtung eine Antwort auf die Frage geliefert, wie diese Zukunft in der Praxis zum vernünftigen Preis umgesetzt werden kann. Die Zielsetzung bestand darin, einen ersten Schritt hin zu einer breiten Einführung der Elektromobilität zu machen, und zwar durch eine Untersuchung des Kundenverhaltens und der Akzeptanz. Dafür wurde der Einsatz von Elektrofahrzeugen und Ladeinfrastruktur im Kunden- und Alltagsbetrieb erprobt. Währenddessen fand eine Überwachung der Fahrzeuge und Infrastruktur statt, um die Optimierung der eingesetzten Technologien zu unterstützen. Diese ist eine wichtige Voraussetzung dafür, elektrobetriebene Fahrzeuge zur Marktreife zu bringen.

Daimler brachte im Rahmen der Initiative in Berlin und Hamburg zusammen 276 alltagstaugliche Elektroautomobile mit Batterie auf die Straße und zeigte, dass batterieelektrische Fahrzeuge lokal emissionsfreies und effizientes Fahren ermöglichen. Im Daimler-Werk Hambach wurde zusätzlich zu den

konventionellen Fahrzeugen die elektrisch angetriebene Version des smart fortwo aufgebaut, während im Werk Rastatt die Produktion der A-Klasse E-CELL erfolgte.

Sukzessive wurden die Fahrzeuge für den Alltagsbetrieb an ausgewählte Kunden ausgeliefert und deren Nutzungsverhalten laufend automatisch überwacht. Auf Grundlage von Fokusgruppen, Interviews, technischen Daten und Beobachtungen konnten Rückschlüsse über Kunden und Fahrzeuge gezogen werden. Um die Speicherung und Verarbeitung der Daten zu gewährleisten, wurden die Daten drahtlos in eine Datenbank übertragen. Es erfolgte eine fortlaufende Analyse und Auswertung der Daten im Hinblick auf Komponentenbeanspruchung und Nutzungsverhalten der Kunden. Die Auswertungsergebnisse wurden analysiert und Berichte über die Fahrzeugnutzung erstellt.

Auch Zukunftsperspektiven und Leitbilder der Stadtentwicklung wurden eingehend untersucht. Bei Experten-Workshops wurden verschiedene Szenarien entwickelt und beschrieben, die potenzielle „Elektromobilitätswelten“ für das Jahr 2030 in Berlin und Hamburg darstellen.

Im Bereich After-Sales konnten für beide Fahrzeugtypen die im Vorfeld prognostizierten Ausfallwahrscheinlichkeiten der fahrzeug- und antriebsseitigen Komponenten verifiziert werden. Der Aufwand des Ein- und Ausbaus der Komponenten im Reparaturfall wurde bewertet, Werkstattinformationen, Reparaturanleitungen, Wartungsdokumente sowie Betriebsanleitungen erstellt und der Bedarf an Sonderwerkzeugen für Reparatur und Wartung der Fahrzeuge ermittelt.

Von den umfangreichen Erfahrungen solcher Projekte profitiert nun die dritte Generation des smart fortwo electric drive, die ab 2012 in mehr als 30 Märkten weltweit für jeden Interessenten erhältlich sein wird.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

- 5.9.2008:** Auftakt des Gemeinschaftsprojekts „e-mobility Berlin“
- 17.12.2009:** Kundenübergabe der ersten smart fortwo electric drive im Rahmen von „e-mobility Berlin“
- 23.11.2010:** Auftakt des Gemeinschaftsprojekts „e-mobility Hamburg“, Übergabe der ersten smart fortwo electric drive im Rahmen von „e-mobility Hamburg“ durch Prof. Herbert Kohler an die Stadt Hamburg mit ihren Tochtergesellschaften HOCHBAHN und HAMBURG ENERGIE, Vattenfall Europe und die Handelskammer Hamburg (stellvertretend für die Hamburger Wirtschaft)
- 30.9.2011:** Übergabe von 276 Fahrzeugen beider Typen in Berlin und Hamburg sowie weiteren Modellregionen abgeschlossen

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Zukunft hat begonnen: Unsere Elektrofahrzeuge haben sich in Feldtests bewährt. Der Nachweis für die technische Machbarkeit von Elektromobilität und das hohe technische Niveau der Fahrzeuge ist damit erbracht. Auf Basis der Erkenntnisse werden wir als erster Hersteller weltweit mit dem smart fortwo electric drive bereits 2012 ein rein elektrisch angetriebenes und voll alltagstaugliches Fahrzeug in Großserie auf den Markt bringen. Aber es gibt eine Reihe von Herausforderungen, die dazu führen, dass Elektromobile nicht schon in naher Zukunft den Alltag bestimmen können. Dazu zählt vor allem der Aufbau einer ausreichenden Ladeinfrastruktur, den das Unternehmen zusammen mit seinen Partnern weiter aktiv vorantreiben wird.



DIE MERCEDES-BENZ A-KLASSE E-CELL

## >> 09/02 ELMOS – ELEKTROMOBILITÄT IM STADTBUS: ENTWICKLUNG, ERPROBUNG UND VORBEREITUNG DES TESTEINSATZES EINER ERSTEN KLEINFLOTTE VON DIESELHYBRID-STADTBUSSEN MIT ELEKTRO-FAHRFÄHIGKEIT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Daimler Buses
- EvoBus GmbH

#### Laufzeit

1.5.2009 - 31.8.2010

#### Aufgaben & Projektziele

- Überführung des prototypischen Konzepts des CITARO BlueTec Hybrid in Testflottenfähigkeit
- Durchführung der Versuchserprobung
- Test in einem Demonstrationsvorhaben in ausgewählten Modellregionen
- Weitere Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und damit der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Weiterentwicklung der Technologie und der Einzelkomponenten
- Entwicklung eines optimierten Energie- und Betriebsmanagements für das Komplettsystem

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

16 Citaro BlueTec Hybridbusse bei verschiedenen Kunden

##### Infrastruktur

hybridtaugliche Ausstattung der Werkstätten der jeweiligen Busbetreiber

### >> MEILENSTEINE

**November 2009** Präsentation des Vorläufers für die Kleinserie

**Februar 2010** Straßenzulassung nach § 21 StVZO und Auslieferung für die Modellregion Hamburg

#### Vier Arbeitspakete

- Weiterentwicklung des Prototypkonzepts
- Versuchserprobung
- Wartungs- und Reparaturkonzepte
- Umstellung der Produktionsanlagen/Projektleitung und Koordination

### ERGEBNISSE

Bis Ende 2010 wurden europaweit insgesamt 16 Busse bei verschiedenen Kunden in Betrieb genommen. In den Bereichen der Produktion am EvoBus-Standort Mannheim und in den Service-Centern von EvoBus wurden umfangreiche Investitionen getätigt, um den entwickelten Antriebsstrang langfristig produzieren und warten zu können. Die Mitarbeiter der entsprechenden Bereiche wurden kontinuierlich durch Schulungsmaßnahmen für den (prozess-)sicheren Umgang mit der neuen Technologie qualifiziert, z. B. für den Bereich Hochspannung durch die abgestuften Weiterbildungen zur „Elektrofachkraft“ (EFK).

Im Berichtszeitraum erfolgte die Weiterentwicklung des bislang nur prototypisch dargestellten Fahrzeugkonzepts. Im Rahmen der Hybridisierung wurden konstruktive Anpassungen der Antriebseinheiten vorgenommen, z. B. an den Achsen. Zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs wurden für die Steuerung und Optimierung des Nebenaggregatmanagements hybridspezifische Anpassungen vorgenommen. Die Optimierung der Heiz- und Kühlkreisläufe, die Anpassung des HV-Systems hinsichtlich Leitungsverlegung und Verteilersystem sowie die Batterieentwicklung waren weitere Projektergebnisse im Berichtszeitraum.

Die Auftragsituation führte nicht nur bei EvoBus zu einer Stärkung des Produktionsstandorts und zu einer Verbesserung der Beschäftigungssituation, sondern auch bei den Zulieferern der neuen Hybridkomponenten: Zum einen musste die Teilleistung der Kleinserienproduktion und des EvoBus-Kundendienstes sichergestellt werden, zum anderen waren Industrialisierung und Weiterentwicklung der Produkte zur Serienreife notwendig.

Das Fahrzeugkonzept des seriellen Hybridbusses stellte im täglichen Einsatz beim Kunden eindrucksvoll seine Tauglichkeit unter Beweis, weshalb es als Basis für Folgegenerationen dienen wird. Die Erlangung der Straßeneinzelzulassung nach § 21 StVZO war für den öffentlichen Betrieb der Fahrzeuge bei der Hamburger Hochbahn notwendig. Außerdem wurde die Beantragung einer europäischen Typengenehmigung vorbereitet.

Weitere wesentliche Ergebnisse des Projekts sind die Messdaten zu Emissionen und Verbrauch, diverse Versuchsergebnisse, technische Zeichnungen und Stücklisten und entsprechende Dokumentationen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2010

- Februar** Übergabe von zwei Hybridbussen an die Hamburger HOCHBAHN
- Februar** Vortrag über das technische Konzept und die Markteinführungsstrategie des Citaro BlueTec-Hybridbusses für die VDV-Akademie in Berlin



ÜBERGABE DER CITARO BLUETEC-HYBRIDBUSSE IM MÄRZ 2010

## ZUKUNFT / WEITERFÜHRUNG

Das von Daimler entwickelte Konzept ist eines der leistungsfähigsten unter den wenigen auf dem Markt existierenden seriellen Antriebssträngen. Die technischen Fortschritte bei den hybridspezifischen Komponenten wie E-Antrieb und Energiespeicher weisen ein hohes Umsetzungspotenzial auf. Die Optimierung der elektrischen Radnabenmotoren, der effiziente Einsatz des Lithium-Ionen-Speichers sowie die Wartungs- und Reparaturkonzepte werden für alle Folgefahrzeuge positive Auswirkungen haben.

Die gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse sowie die entwickelten Optimierungsmaßnahmen werden in den EvoBus-Hybridbaukasten und teilweise auch in den Citaro Fuel Cell-Antrieb einfließen.

## &gt;&gt; 09/03 ELMOS-FLOTTENTEST

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- Daimler Buses
- EvoBus GmbH

## Laufzeit

1.9.2010 - 30.9.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Elektromobilität im Stadtbus - Testeinsatz einer ersten Kleinflotte von Dieselhybrid-Stadtbussen mit reiner Elektro-Fahrfähigkeit
- Erprobung von Citaro BlueTec-Hybridbussen im Alltagseinsatz, fachgerechte und enge Betreuung der Fahrzeuge, Weiterentwicklung und Optimierung der Technologie, Erhöhung der Wartungsfreundlichkeit

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

## Fahrzeuge

30 Citaro BlueTec-Hybridbusse (CBTH)

## Infrastruktur

hybridtaugliche Ausstattung der Werkstätten der jeweiligen Busbetreiber

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Fortsetzung der Fahrzeugauslieferung für die Modellregionen

Europäische Typgenehmigung für den Citaro BlueTec Hybrid

Evaluierung des Betriebs zur Optimierung von Schulungsunterlagen, Wartungsfreundlichkeit und Komponentenhaltbarkeit

## ERGEBNISSE

Im Rahmen des Betriebs der Fahrzeuge wurden umfangreiche Erkenntnisse zu Fahrzeugfunktionalitäten und Alltagstauglichkeit gewonnen, die zur Weiterentwicklung der Komponenten und der Software sowie zur Verbesserung der Wartungsfreundlichkeit genutzt wurden. Schon während des Projektzeitraums sind diverse Änderungen direkt für die Kundenfahrzeuge verwendet worden, was insgesamt zu einer Verbesserung ihrer Verfügbarkeit geführt hat.

Die im Folgenden aufgelisteten Maßnahmen wurden in enger Zusammenarbeit mit den Lieferanten durchgeführt, wodurch das hybridspezifische Know-how sowohl bei EvoBus als auch bei den Zulieferern stark gesteigert werden konnte:

- Überarbeitung des Dachhaubenkonzepts für bessere Zugänglichkeit der Komponenten, Verringerung der Gesamthöhe im geöffneten Zustand und Optimierung der Verriegelung
- Integration eines Plattenwärmetauschers in den Heizkreislauf, um die Motorwärme zur Innenraumheizung zu nutzen
- Optimierung der Leitungsquerschnitte und der Leitungsverlegung
- Optimierung des Dieselmotors auf Verschleißfestigkeit, um den Ansprüchen im Hybrideinsatz besser gerecht zu werden
- Weiterentwicklung der Radnabenachse, z. B. für Lärmminimierung und größere Wartungsfreundlichkeit durch Integration von Absperrhähnen in die Kühlwasserversorgung
- Verbesserung der Diagnosefähigkeit der Fahrzeuge durch ein Software-Update
- Weiterentwicklung der Betriebsstrategie zur Stabilisierung der gesamten Steuerung, zur Optimierung der Verbrauchersparnis und zur Validierung über verschiedene Einsatzprofile
- Entwurf und Erprobung eines Anzeigenkonzepts für verbrauchsoptimiertes Fahren
- Entwicklung einer automatischen Kühlwassernachfüleinrichtung und Ölstandsmessung für verbesserte Wartungsfreundlichkeit

Außerdem wurden für den Citaro BlueTec Hybrid die europäische Typgenehmigung und die Auszeichnung mit dem Blauen Umweltengel erlangt.

Die Kundenbetreuungskonzepte wurden im Hinblick auf den Kontakt zum Kunden persönlich und vor Ort, technische Informationen sowie Fehlerrückführungsprozesse verbessert. Die Fahrer- und Servicetrainingsunterlagen wurden anhand der bei den durchgeführten Trainingsmaßnahmen gewonnenen Erfahrungen kontinuierlich verbessert. Im Rahmen von Schulungsmaßnahmen wurde außerdem eine Verfahrensanleitung für Arbeiten unter Spannung erstellt.



ÜBERGABE VON 8 FAHRZEUGEN AN DIE MODELLREGION SACHSEN  
IM JUNI 2011

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABEN 2010

- Sept./Okt.** Übergabe von 5 Citaro BlueTec Hybrid an den Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR)
- Sept.** Übergabe von 5 CBTH an die Modellregion Region Stuttgart

### ÜBERGABEN 2011

- April** Übergabe eines CBTH an die Modellregion München, von 3 CBTH an die Modellregion Hamburg und von 2 CBTH an die Modellregion Bremen/Oldenburg
- Juni** Übergabe von 11 CBTH an die Modellregion Sachsen

### VORTRÄGE 2010

- Okt.** „Erkenntnisse aus dem Praxisjahr“, F-Cell
- Nov.** „Emissionsfreier ‚Urban-Transport‘“ - Trolley-Motion

### VORTRÄGE 2010

- Febr.** „CBTH und das emissionsfreie Fahren“, VDV / WBO Böblingen
- Sept.** „Aktueller Entwicklungsstand des CBTH“, Haus der Technik

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Entwicklung, Herstellung und Erprobung der ersten Kleinserie von Hybridbussen und die Auswertung von Erfahrungen aus dem Testeinsatz unter unterschiedlichen Bedingungen in mehreren Modellregionen sind ein wichtiger Baustein für den zukünftigen Erfolg dieser neuen Antriebstechnologie. Die wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse sowie die Erfahrungen aus den Kundentests, die bei diesem Projekt gewonnen wurden, werden in die Entwicklung zukünftiger Fahrzeuggenerationen mit Hybridantrieb einfließen.

## >> 09/04 HYMEP – HYBRIDISIERUNG VON MERCEDES-BENZ-LKW IN ENTWICKLUNG UND PRODUKTION

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Daimler AG
- Mercedes-Benz Leasing GmbH

#### Laufzeit

1.5.2009 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

Verifizierung der Anwendbarkeit der Technologie im spezifischen Einsatzfeld und der technologischen Möglichkeiten hinsichtlich Kraftstoffersparnis und CO<sub>2</sub>-Reduzierung

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

68 Atego BlueTec Hybrid 1222 (14 zur internen Verwendung, 54 für das Demonstrationsvorhaben)

##### Nutzung

Einsatz im Fuhrpark der Kunden auf ausgewählten, typischen Verteilerverkehrsstrecken überwiegend in den Bereichen Lebensmittel, Stückgut und Einzelhandelsbelieferung

### >> MEILENSTEINE

**Juli 2009** erste Fahrzeuge intern im Einsatz

**März 2011** erste Fahrzeuge im Demonstrationseinsatz

**Mai-September 2011** Kundenbefragungen

**30.9.2014** Abschluss des Feldversuchs mit Auslauf des letzten Service-Leasingvertrags

### ERGEBNISSE

Im Rahmen der Kundenumfrage wurden Fahrer, Fuhrparkleiter und Geschäftsführer der teilnehmenden Unternehmen zu ihren Meinungen über die Hybridtechnologie und deren Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit befragt. Waren die Antworten zu Erwartungen und Befürchtungen vor der Auslieferung - wenn auch insgesamt positiv - recht heterogen, ergaben die nach einer gewissen Nutzungszeit durchgeführten Befragungen eine generell hohe Zufriedenheit mit dem Atego BlueTec Hybrid. So wurden sowohl wirtschaftliche und Umwelteigenschaften als auch das Fahrverhalten der Fahrzeuge gelobt.

Die Fahrzeuge fuhren im Durchschnitt acht Ladestationen am Tag an, wurden also vorwiegend im Verteilerverkehr eingesetzt. Anfangs hatten einige Kunden Probleme mit den verschiedenen neuen Funktionen des Hybrid-Lkw, die aber im Rahmen der Eingewöhnungsphase zügig beseitigt werden konnten. Die Fahrer gaben an, die Möglichkeiten zur Kraftstoffersparnis bewusst einzusetzen, wobei vor allem die Energieflussanzeige im Hybriddisplay gute Unterstützung leistete.

Einige Speditionen gaben an, dass sie aus finanziellen Gründen ohne Förderung nicht in der Lage gewesen wären, ein Fahrzeug mit alternativem Antrieb anzuschaffen. Aufgrund der hohen Zufriedenheit kann also davon ausgegangen werden, dass mehr Kunden Lkw mit Hybridantrieb kaufen würden, wenn die Anschaffungskosten nicht so hoch wären.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### ÜBERGABETERMIN

**10.3.2011** Fahrzeugübergabe im Kompetenzcenter für emissionsfreie Mobilität (KEM), Mannheim, unter Beteiligung der Kunden und des BMVBS

### VERANSTALTUNGEN

- Übergabeveranstaltungen mit lokaler und regionaler Pressebeteiligung in Verantwortung der Fahrzeugnutzer, Veröffentlichung von Abschlussberichten
- Präsentationen im Rahmen offizieller Veranstaltungen von NOW, BMVBS, Bundesländern usw.
- Diverse lokale, regionale und überregionale Presseveranstaltungen mit Kunden, öffentlichen Vertretern und Pressevertretern

EIN ATEGO BLUETEC HYBRID IM ALLTAGSEINSATZ

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Der Feldversuch wird auch nach Ablauf des Projektzeitraums unter enger Betreuung durch die Projektverantwortlichen bei der Daimler AG weitergeführt. Die gewonnenen Erfahrungen werden in zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Anwendung kommen. Außerdem werden die Ergebnisse der Grundlagenforschung auf ihre Übertragbarkeit in mögliche weitere Feldversuche bzw. in die Serienentwicklung untersucht werden. Es ist zu erwarten, dass die Auswertung der Ergebnisse maßgebliche Erkenntnisse hinsichtlich des Einsatzspektrums (bzw. seiner Grenzen), der technologischen Anforderungen und der Marktfähigkeit von Hybrid-Lkw liefern wird.



ÜBERGABE DER 54 ATEGO BLUETEC HYBRID IM DAIMLER-KOMPETENZCENTER FÜR EMISSIONSFREIE MOBILITÄT IN MANNHEIM AM 10.3.2011



## &gt;&gt; 09/05 DIWAHYBRID-PARALLEL-DIESELHYBRIDBUSSE

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

- Voith Turbo GmbH & Co. KG (Konsortialführer)
- Solaris Bus & Coach S.A.
- Bochum-Gelsenkirchener-Straßenbahnen AG (BOGESTRA)

## Laufzeit

1.7.2009 - 30.6.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

- Entwicklung eines Parallelhybrid-Antriebssystems mit Supercap-Energiespeicher
- Einbau in einen Urbino-18-Dieselgelenkzug von Solaris, Demonstrationsbetrieb eines Vorserienstadtbusses bei der BOGESTRA

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

ein Dieselgelenkzug Solaris Urbino 18 mit Parallelhybrid-Antriebssystem für den Busverkehr

## Nutzung

Linienbetrieb bei BOGESTRA

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

## Arbeitspakete technische Entwicklung

- Anpassung des Antriebssystems an den Niederflur-Bauraum
- Auslegung Umrichter und Leistungselektronik
- Entwicklung neuer Supercap-Energiespeicher
- Aufbau eines Vorserienfahrzeugs
- Demonstration mit dem Vorserienfahrzeug
- Ökologische Begleitstudie

Juli 2009 Projektbeginn

bis Mitte 2010 Entwicklung der Hybridkomponenten bei Voith und Anpassung des Busses bei Solaris

Juli / August 2010 Einbau der Hybridsystemkomponenten in das Fahrzeug

Nov. / Dez. 2010 Sicherheitskonzept und Fahrzeugzulassung

Dezember 2010 Auslieferung des Urbino 18 DIWAhybrid an die BOGESTRA

Februar 2011 Beginn Linienbetrieb

Juni 2011 Veröffentlichung der ökologischen Begleitstudie

## ERGEBNISSE

Mit diesem Projekt bekamen der Antriebshersteller Voith und der Busersteller Solaris die Möglichkeit, das Bus-Hybridssystem nicht nur am Prüfstand zu optimieren: Das Vorserienfahrzeug wurde vor Ort im Beisein des zukünftigen Betreibers BOGESTRA optimiert und im realen Fahrbetrieb getestet.

Die beteiligten Unternehmen konnten bei Entwicklung und Einsatz des Vorserienfahrzeugs wichtige Expertise erwerben. Die gewonnenen Erkenntnisse sind bei Voith und Solaris im Zuge der Serienproduktion 18 weiterer Busse desselben Typs bereits erfolgreich zur Anwendung gelangt. Alle Beteiligten verfügen jetzt über die notwendige Erfahrung im Bereich Reparatur und Service, insbesondere was den Umgang mit Hochspannungstechnik angeht. Die BOGESTRA als Betreiber des Vorserienfahrzeugs konnte während des Langzeiteinsatzes des Busses im Linienbetrieb die Handhabung derartiger Fahrzeuge erproben, sich von ihren Einsatzmöglichkeiten überzeugen und das Potenzial für Kraftstoffeinsparungen ausloten sowie Sicherheitskräfte ausbilden.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

15.6.2011 Vorstellung des Urbino 18 DIWAhybrid vor Journalisten bei der BOGESTRA, Bochum

## „VERÖFFENTLICHUNGEN“

- Hybridbusse, DIWAhybrid: Ominibusmagazin, Juli, August 2011, S. 20
- Hybrid: Einsatz im Alltag: Omnibusrevue 7-2011
- Partner mit Zielen: DIWAhybrid: Ominibusspiegel 2011-4
- Viel besser als man glaubt? Vorstellung Solaris Urbino 18 DIWAhybrid: lastauto omnibus 9/2011

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Das Projekt hat gezeigt, wie ein deutsches Unternehmen in enger Zusammenarbeit mit einem europäischen Busersteller eine neue Technologie entwickeln und serienreif produzieren kann, um sie am deutschen und europäischen Markt zu verkaufen. So werden der Wirtschaftsstandort Deutschland gestärkt, hochqualifizierte Arbeitsplätze geschaffen und die Position Deutschlands als Vorreiter am Hybridantriebsmarkt gestärkt. Außerdem sind im Linienbetrieb signifikante Verringerungen des Kraftstoffverbrauchs und des Ausstoßes von Treibhausgasen und Lärm möglich. Das Projekt hat also nicht nur technologisch und wirtschaftlich Vorbildcharakter, sondern leistet mit dem von ihm entwickelten Fahrzeug auch einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz.

Die als direktes Ergebnis des Projekts von den Industriepartnern hergestellten 18 Serienfahrzeuge befinden sich bereits bei verschiedenen deutschen Verkehrsbetrieben im Einsatz und werden es ermöglichen, in Zukunft die neue Technologie langfristig zu erproben und weiterzuentwickeln sowie die Akzeptanz bei Kunden und Behörden zu steigern, was einen wichtigen Schritt hin zur breiten Einführung von Elektromobilität darstellt.



## &gt;&gt; 09/06 CROME – CROSS BORDER MOBILITY FOR EVS\*

>> KURZDARSTELLUNG
<b>Konsortialführer</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daimler</li> <li>• Électricité de France (EDF)</li> <li>• EnBW</li> </ul>
<b>Partner</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosch</li> <li>• Karlsruher Institut für Technologie (KIT)</li> <li>• Porsche</li> <li>• PSA Peugeot Citroën</li> <li>• Renault</li> <li>• Schneider Electric</li> <li>• Siemens</li> </ul>
<b>Assoziierte Partner</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Communauté Urbaine de Strasbourg</li> <li>• Conseil Régional Alsace</li> <li>• Conseil Général de la Moselle</li> <li>• E-Werk Mittelbaden</li> <li>• Stadtwerke Baden-Baden</li> <li>• Stadtwerke Karlsruhe</li> <li>• European Institute for Energy Research (EIFER)</li> <li>• IFSTTAR</li> <li>• Verband der Automobilindustrie (VDA)</li> <li>• star.Energiewerke Rastatt</li> </ul>
<b>Laufzeit</b>
2011 - 2013
<b>Förderung</b>
<p>Das Vorhaben wird von französischer und deutscher Seite gefördert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Frankreich:</b> Ministerium für Umwelt, Nachhaltigkeit, Verkehr und Wohnungsbau, das Ministerium für Wirtschaft, Finanzen und Industrie, das Ministerium für Bildung und Forschung sowie die Agentur für Umwelt und Energie (ADEME) und im Rahmen des Förderprogramms „investissements d’avenir“</li> <li>• <b>Deutschland:</b> Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)</li> </ul>
<b>Aufgaben &amp; Projektziele</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzüberschreitende Demonstration von Elektrofahrzeugen (Elsass / Baden)</li> <li>• Konzeption und Erprobung einer grenzüberschreitenden interoperablen Ladeinfrastruktur (Ladestecker und -kommunikation, Zugangssysteme u. a.)</li> <li>• Erprobung neuartiger E-Mobilitätskonzepte (Roaming u. a.)</li> <li>• Evaluierung des grenzüberschreitenden Nutzerverhaltens</li> </ul>

**Fahrzeuge & Infrastruktur****Fahrzeuge**

- **Daimler:** 25 smart ed, 15 A-Class E-Cell in Deutschland, 30 smart ed in Frankreich (Moselle)
- **Porsche:** 3 Boxster E, 2 Panamera Plug-in
- **PSA Peugeot Citroën:** 25 bis 30 iOn / C-ZERO, 10 Partner / Berlingo
- **Renault:** 10 Kangoo ZE

**Infrastruktur**

- 50 öffentliche Ladestationen (je 25 auf deutscher und französischer Seite im grenznahen Gebiet) mit den Steckern Typ 2 und Typ 3 für das Laden der Fahrzeuge im Mode 3 (3,5 bis 22 kW)
- Prototyp für 4 Schnellladestationen (AC/DC, 43 kW/50 kW) im grenznahen Gebiet
- Private / gewerbliche Ladestationen
- Übergreifende Serviceplattform

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

**April 2011** Erstes Elektrofahrzeug  
Konzept für Hardware- und Service-Interoperabilität

**Juli 2011** Start Roll-out Ladeinfrastruktur

**Januar 2012** Start Nachrüstung Ladeinfrastruktur

- Hardware-Interoperabilität sichergestellt
- Basisdienstleistungen spezifiziert
- Elektrofahrzeuge im Flottenversuch

**Juli 2012** volle Hardware-Interoperabilität

- Basisdienstleistungen implementiert, weitere spezifiziert

**Januar 2013** volle Interoperabilität der Dienstleistungen

- Abschluss der Nachrüstungen

**Juli 2013** Abschluss Feldtest

- Start Evaluierung

**Januar 2014** Projektabschluss, Evaluationsergebnisse

\* assoziiertes Projekt

## ERGEBNISSE

### ZUSAMMENARBEIT DER PARTNER

Die Zusammenarbeit wurde im Januar 2011 aufgenommen.

#### Folgende Gremien koordinieren die Zusammenarbeit:

„Project Management Board“ (PMB) – Alle Partner sind vertreten; beraten und entschieden werden grundsätzliche und strategische Fragestellungen; das PMB kommt alle zwei Monate zusammen; bei jedem zweiten Meeting werden die assoziierten Partner dazugeladen.

**Projektkoordinatoren (s. o.)** – Übernehmen die Koordination der Teilaufgaben im Rahmen des Verbundvorhabens.

**Arbeitspaketsverantwortliche** – Informieren sich über den Fortschritt der Arbeiten und besprechen die Projektangelegenheiten in wöchentlichen Telefonkonferenzen.

„Executive Board“ – Bildet das Entscheidungsgremium der Projektpartner für Ausnahmefälle und tritt nur bei Bedarf zusammen.

### TECHNISCHE ERGEBNISSE

#### Infrastruktur:

Ein gemeinsames CROME-Konzept für die Ladestationen im Mode 3 (3,5 bis 22 kW) wurde zwischen EDF und EnBW abgestimmt und entsprechende Spezifikationen für die sogenannten „dual type socket“-Ladestationen wurden erarbeitet (Ladesäulen, die sowohl mit dem Typ-2- als auch dem Typ-3-Stecker ausgestattet sind). Zusätzliche Spezifikationen wurden für das Laden im Mode 3 in Frankreich definiert und auf Kompatibilität mit den Fahrzeugen und Ladestationen in Deutschland geprüft.

Auf deutscher Seite wurden 2011 die CROME-Ladestationen geliefert und installiert. Auf französischer Seite haben die öffentlichen Einrichtungen vor Ort die Ladestationen ausgeschrieben; mit der Installation ist Ende des ersten Quartals 2012 zu rechnen. Zur Identifizierung der Nutzer wurde ein RFID-basiertes Verfahren für die erste Projektphase abgestimmt.

#### Dienstleistungen:

Die Basisdienstleistungen, die bis zum Juni 2012 interoperabel implementiert werden sollen, wurden definiert: Standortsuche, Laden, Notfalllösungen (Kartenverlust usw.), persönliche Nutzungsinformationen, Aushändigung und Kündigung von ID-Karten, Untersuchung Nutzerverhalten und Ladevorgänge der einzelnen Stationen.

Weitere Dienstleistungen, die bis zum Dezember 2012 implementiert werden sollen, sind Preconditioning, Buchung, direkte Bezahlung und Flottenmanagement.

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Für die nähere Zukunft bestehen Pläne, weitere Partner für die Projektaktivitäten zu gewinnen. Im Rahmen des Aufbaus der Infrastruktur auf französischer und deutscher Seite wird es vor allem darum gehen, geeignete Standorte für die CROME-Ladestationen zu bestimmen und das Konzept zur Einführung des Typ-2-Steckers in Frankreich zu validieren. Außerdem ist es notwendig, die Basis- und weiteren Dienstleistungen in technischer Hinsicht zu spezifizieren und die Architektur für ihre Implementierung zu erarbeiten. Um Strategien für eine systematische, grenzüberschreitende Nutzung der Elektromobilität zu entwickeln, sind umfangreiche empirische Daten erforderlich. Dazu werden zum einen Nutzerbefragungen durchgeführt und mithilfe von Smartphones – die den Nutzern eigens zur Verfügung gestellt werden – fahrtspezifische Daten erhoben. Diese Daten ermöglichen eine detaillierte Analyse der Nutzer- und Mobilitätsanforderungen beidseits der Grenze und die Entwicklung und Weiterentwicklung von gemeinsamen Lösungen für einen grenzüberschreitenden elektromobilen Verkehr.



## >> 09/07 BMW ELEKTRO FALTRAD ALS TEIL EINES MOBILITÄTSKONZEPTES

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

BMW AG

#### Laufzeit

1.9.2009 - 30.9.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Erforschung der Integration des Falt-Pedelec ins Automobil
- EMV-Abschirmung, Unfallsicherheit, Energiemanagement

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

53 Falt-Pedelecs

##### Nutzung

innerbetriebliche Nutzung und Flottentest

##### Infrastruktur

elektrisches Laden mit 230-V-Schuko-Steckdosen

### >> MEILENSTEINE

**Dezember 2010** Fertigstellung von drei Prototypen

**1. Halbjahr 2011** Planung und Umsetzung der industriellen Vorserienproduktion

**3. Quartal 2011** Einsatz von 53 Vorserienfahrzeugen im Flottenversuch

### ERGEBNISSE

Die Prototyp-Industrialisierung wurde im ersten Halbjahr 2011 planmäßig umgesetzt. Erste Fahrzeuge wurden gebaut und in Betrieb genommen. Dank der Verlängerung des Förderzeitraums konnte der geplante Flottenversuch bis Ende September durchgeführt werden. Auf Grundlage dieses Versuchs wurde die Entscheidung getroffen, das Pedelec serienmäßig zu realisieren. Schon jetzt ist zu erkennen, dass das Modell eine völlig neue Qualitätskategorie von Falträdern begründen wird. Besonders hervorzuheben sind die hohe Rahmensteifigkeit und ein Fahrverhalten, das man bislang nur von Fahrrädern mit großen Rädern kennt, weshalb das Pedelec ein wesentlich höheres Maß an Verkehrssicherheit bieten wird. Auch ist der neue Faltmechanismus in Sachen Bedienkomfort und Sicherheit einzigartig. Die vorliegende Entwicklung hat alle Erwartungen weit übertroffen und das Forschungsprojekt ist ein voller Erfolg.

### ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Bisher gab es keine öffentlichen Übergabetermine, da das Forschungsprojekt noch der Geheimhaltung bei BMW unterliegt. Intern werden die Prototypen bei BMW im Rahmen eines kundennahen Tests ausgiebig geprüft, gefahren und analysiert.

Am 14.2.2011 wurden die Arbeitsergebnisse einschließlich Prototyp im BMVBS vorgestellt, am 14.10.2011 beim Projektträger Jülich (PtJ) in Berlin.

### ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Aufgrund der überragenden Ergebnisse des Förderprojekts möchte BMW das Produkt in Serie herstellen und auf den Markt bringen. Die Markteinführung könnte 2013 stattfinden.

## >> 09/08 ENTWICKLUNG EINES BATTERIEELEKTRISCHEN ANTRIEBES ZUR INTEGRATION IN EIN EINSPURGESAMTFAHRZEUG (EINSPUR-BEV)

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

BMW AG

#### Laufzeit

01.09.2009 - 30.06.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Entwicklung, Bau und Erprobung eines batterieelektrischen Einspurvehikels
- Entwicklung eines einspurgerechten Li+-HVS-Systems
- Adaption und Integration vorhandener EE-Antriebskomponenten
- Aufbau und Erprobung von 2 Prototypen zur Absicherung der Komponenten.

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Fahrzeuge

2 Maxiscooter (Aufbau auf einen vorhandenen bzw. in Entwicklung befindlichen ICE-Scooter)

##### Nutzung

Pendlerfahrzeug

### >> MEILENSTEINE

**Phase 1:** Überprüfung vorhandener Bauteile von Lieferanten auf deren Integrationsfähigkeit, Durchführung erster Bauraumuntersuchungen und Einholung belastbarer Angebote. Auf Basis der dabei erarbeiteten Ergebnisse werden die Komponenten und die Lieferanten für Phase 2 ausgesucht.

**Phase 2:** Aufbau Konzeptfahrzeug auf Basis eines BMW-K18-Prototyps

**Phase 3:** Überarbeitung und Konstruktion der Fahrzeuge

**Phase 4:** Versuchsbetrieb in der Modellregion Berlin / Potsdam

### ERGEBNISSE

Mit den beiden Konzepterprobern konnte gezeigt werden, dass das gewählte Fahrzeugkonzept - ein elektrisch angetriebener Maxiscooter - sich tatsächlich ideal als Fahrzeug für den Pendler eignet, der täglich in städtischen Ballungsräumen oder deren Umgebung damit zur Arbeit fährt. Das Fahrzeug ist auf der einen Seite klein genug, Parkplatz- und Verkehrsraumproblemen in Großstädten zu begegnen, und auf der anderen Seite leistungstark genug, um auch auf Landstraßen und Autobahnen nicht zum Verkehrshindernis zu werden.

Die Berechnungen zur notwendigen Batteriekapazität konnten durch die Fahrerprobung bestätigt werden. Die Reichweite von mindestens 100 km im Praxisbetrieb hat sich im Zuge der Erprobung als richtig herausgestellt. Diese Kapazität schafft dem Benutzer nämlich die Freiheit, in der Regel zu Hause oder an für ihn bequemen Orten zu laden, ohne sich ständig mit der Frage beschäftigen zu müssen, wo sich die nächste Ladestation befindet.

Zusammenfassend erfüllen diese Konzepterprober also die Anforderungen, die ein potenzieller Kunde an ein solches Fahrzeug haben könnte. Es wurden jedoch im Zuge der Entwicklung und des Aufbaus der Konzepterprober technische Herausforderungen identifiziert, die vor einer Umsetzung als mögliches Serienprojekt umfassend bearbeitet werden müssten (bei den Konzeptfahrzeugen durch geeignete Maßnahmen wie Fahrzeugeinweisungen, Betrieb nur auf nichtöffentlichen Teststrecken).

## ZUKUNFT / WEITERFÜHRUNG

Obwohl die beiden Konzeptfahrzeuge mit Ausnahme der Tarnung schon „fertig“ aussehen, so sind doch sehr viele Umsetzungen kompromissbehaftet und ein Fahrbetrieb nur mit den begleitenden Maßnahmen möglich. Auf dem Weg zur Serienreife werden noch mehrere Hürden zu nehmen sein:

- Die Anordnung des kompletten elektrischen Antriebsstrangs, mit allen Elektronikkomponenten und vor allem auch der notwendigen Batteriekapazität für eine befriedigende Reichweite, in den limitierten Bauraum eines Maxiscooters ist eine noch größere Herausforderung als die Elektrifizierung eines Mehrspurfahrzeugs.
- Die Luftkühlung des Hochvoltspeichers und die Flüssigkeitskühlung von E-Maschine und Leistungselektronik erfordern umfangreiche Simulationen und vor allem auch umfangreichen Testbetrieb, um wirklich alle möglichen Fahrsituationen, die im Kundenbetrieb auftreten könnten, auch abzusichern.

- Die Spezifikation, Entwicklung, Umsetzung und Verifikation von Hochvoltsicherheit, Lilo-Sicherheit und Funktionssicherheit erfordert noch sehr intensive und langwierige Grundsatzuntersuchungen, ehe diese notwendigen Ergebnisse in einer Serienentwicklung anwendbar sein werden.



## >> 09/09 NILS – PROJEKT MIKROMOBILITÄT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Volkswagen AG - Konzernforschung

Einzelvorhaben

#### Laufzeit

Januar 2010 - September 2011

#### Aufgaben & Projektziele

Das Ziel des Projekts Nils war es, ein erstes technisch konkretes und wirtschaftlich tragfähiges Konzept für ein kleines, innovatives Individualfahrzeug mit Elektroantrieb als dynamisches Pendlerfahrzeug auf Basis von Zero-Emission-Vehicles (ZEV) zu erforschen, ein entsprechendes Konzeptfahrzeug aufzubauen und dieses anschließend zu erproben.

#### Fahrzeugsteckbrief

##### Haupteinsatzzweck

Pendlerfahrzeug

##### Anzahl der Sitzplätze

1

##### Gewicht

- Leergewicht: 460 kg (inklusive Batterien)
- zul. Gesamtgewicht 580 kg

##### Fahrleistung

- Leistung: 15 kW
- Höchstgeschwindigkeit: 130 km/h
- Beschleunigung 0-100km/h: ca. 11 s
- Reichweite im NEFZ: 65 km

##### Sicherheit

- Erfüllung der Crash-Standards nach Pkw-Zulassung M1
- Sicherheitsgurt, Front- und Seitenairbags

##### Fahrerassistenzsysteme

- Antiblockiersystem, elektr. Stabilitätsprogramm
- Abstandsregelsystem, City-Notbremsfunktion

##### Antrieb

E-Motor, Heck- / Mittelmotor mit Heckantrieb

##### Karosserie

- Aluminium-Spaceframe mit Kunststoff-Hang-ons
- integrales Crashmanagement für Front-, Seiten- und Heckaufprall

##### Batteriesystem

Lithium-Ionen-Akkupaket 5,3 kWh

##### Elektrik / Elektronik

an Fahrzeug angepasstes Bordnetz

### >> MEILENSTEINE

#### Arbeitspakete

Zunächst wurden in **AP1** die Zulassungsvorschriften für Klasse L7e-Fahrzeuge analysiert und Definitionen zur Gesamtfahrzeugeigenschaft (Abmessungen, Fahrleistungen, Sicherheitsanforderungen) definiert sowie das Package und das Fahrzeug-Grundkonzept erarbeitet.

In **AP2** wurden mithilfe einer Trendanalyse die Designrichtung des Nils entwickelt, erste 3-D-Datenmodelle generiert sowie eine Sitzkiste aufgebaut.

In **AP3** erfolgte die Erzeugung von detaillierten Konstruktionsdaten. Ebenso wurde eine Bauraumanalyse durchgeführt. Das Fahrzeug wurde komplett in CAD-Daten dokumentiert.

In **AP4** erfolgten der Aufbau eines Aggregateträgers zur Abstimmung und Überprüfung der Fahreigenschaften sowie der Aufbau des eigentlichen Forschungsfahrzeugs zur Funktionsüberprüfung.

In **AP5** folgten Prüfstandversuche zur Kalibrierung der Antriebseinheit. Ebenso wurden Erprobungen des Gesamtfahrzeugs hinsichtlich Fahrverhalten und Komfort sowie zur Abstimmung der Fahrerassistenzsysteme durchgeführt.

In **AP6** erfolgte ein abschließendes Projektreview.

## ERGEBNISSE

Elektrobetriebene Fahrzeuge, welche die Mikromobilität innerhalb städtischer Agglomerationen gewährleisten, spiegeln die Bedürfnisse und Anforderungen von täglichen Pendlern wider. Der Schwerpunkt lag daher in der Erforschung eines innovativen Mikromobilitätskonzeptes mit E-Traktion unter den Gesichtspunkten Wirtschaftlichkeit und neue Technologien für E-Fahrzeuge. So ist der Nils aus den Überlegungen zu einem innovativen Automobil mit E-Motor im Spannungsfeld zwischen Velo- und Leichtelektromobilen sowie Kleinfahrzeugen mit herkömmlichen Verbrennungsmotor entstanden. Er soll einen Ausblick geben, wie sich Volkswagen die individuelle Kurzstrecken-Mobilität in den kommenden Jahren vorstellen könnte. So erschließt sich ein Markt, der bis zu 75 % der automobilen Arbeitspendler umfasst, die mit einem derartigen innovativen Fahrzeug ihren Arbeitsweg zurücklegen könnten. Das technische Hauptziel war, ein Mobilitätskonzept speziell abgestimmt auf die Bedürfnisse von Berufspendlern zu gestalten.

### ÜBERBLICK ÜBER DIE TECHNOLOGISCHEN THEMEN DES FAHRZEUGKONZEPTS:

- Leichtbau und neue Karosseriestrukturen
- Batterietechnologien auf Systemebene
- Elektromotoren und Antriebsauslegung
- Leistungselektronik und Regelungstechnik
- Energiemanagement für Niedrigenergieverbrauchskonzepte
- Sicherheitskonzepte für Kleinstfahrzeuge
- Bedienkonzepte für kleine E-Fahrzeuge

Die neuartige Karosseriestruktur in Leichtbauweise gewährleistet eine Reichweitenverlängerung des Fahrzeugs durch Gewichtseinsparungen. Dazu gehört die gewählte Auslegung der Traktionsbatterie mit einer Kapazität von 5,3 kWh sowie der leichte E-Motor mit nur 19 kg. Ebenso bieten beispielsweise die City-Notbremsfunktion und fahrtechnische Assistenzsysteme die notwendige Sicherheit, um mit diesem Kleinstfahrzeugkonzept die sicherheitsrelevanten Zielsetzungen zu erreichen. Auch die digitalen Instrumente wurden speziell auf die Erfordernisse der effektiven Steuerung der elektronischen Verbraucher in E-Fahrzeugen ausgelegt.

Das Projekt hat einige wichtige Fragestellungen und Zielsetzungen von kleinen, innovativen Fahrzeugkonzepten beantwortet, beispielsweise hinsichtlich der aktiven und passiven Sicherheit oder der Leichtbauweisen. Allerdings bleiben auch einige technische Entwicklungspotenziale bestehen, die es gilt, bis zu einer serienreifen Umsetzung solch eines Fahr-

zeugkonzepts weiter zu erforschen, zu entwickeln und zu differenzieren. Hierzu zählen beispielsweise Fragen nach der langfristigen Haltbarkeit der Traktionsbatterie und der funktionalen kundenspezifischen elektronischen Ausstattung des Fahrzeugs.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Der Nils wurde erstmalig einer breiten Öffentlichkeit auf der weltweit größten Automobilausstellung in Frankfurt im September 2011 vorgestellt. Weitere Veröffentlichungen im Zusammenhang mit dem Nils-Projekt werden derzeit von Volkswagen geplant.

Die positiven Resonanzen von Seiten möglicher Nutzer sowie die Darstellung ähnlicher Fahrzeugkonzepte von Seiten der automobilen Hersteller zeigen, dass das Thema Mikromobilität im Pendlersfahrzeug in Zusammenhang mit einem E-Antrieb ein vielbeachtetes Zukunftskonzept darstellt. Ebenso haben vergleichbare Studien anderer Hersteller gezeigt, dass die Thematik in Zukunft an Bedeutung im Automobilbau gewinnen wird.





## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

**Technisch:** Die funktionalen Entwicklungen der automatischen Distanzregelung und der City-Notbremsfunktion werden kurzfristig bereits in Serienfunktionen überführt und stehen daher in naher Zukunft für eine Nachverwertung zur Verfügung.

Aluminium-Karosserien bieten auch in kleineren Fahrzeugstrukturen wie beim Nils sehr gute Möglichkeiten, Gewichtspotenziale auszuschöpfen. Zukünftig werden die Erfahrungen auch in kleinere Fahrzeugklassen integriert werden, wenn es vor allem darum geht, durch Gewichtsreduktion die Reichweiten von E-Traktionsfahrzeugen zu maximieren.

Die Antriebskonzeption soll ein Vorreiter für zukünftige Antriebskonzeptionen von kleineren E-Fahrzeugen sein. Hier gilt es, die Zuverlässigkeit der verwendeten Komponenten im Antriebsstrang auf eine dauerhafte Nutzung hin zu untersuchen und ggf. weiterzuentwickeln.

**Wirtschaftlich:** Wirtschaftliches Ziel wird es bei folgenden Entwicklungen sein, die Kosten der Komponenten für E-Fahrzeuge langfristig zu senken. Hierfür ist es notwendig, die diversen spezifischen Bauteile (E-Antrieb, Batterie, Elektronik, Leichtbaumaterialien) unter kostengünstigen und serientauglichen Bedingungen fertigen zu können, um letztlich ein E-Fahrzeug zu konstruieren, welches eine größtmögliche Zahl von potenziellen Abnehmern finden kann.

## &gt;&gt; 09/10 FLOTTENVERSUCH „E-GOLF ELEKTROMOBILITÄT“

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

**Partner**

VW Kraftwerk GmbH in enger Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG

**Laufzeit**

1.7.2010 - 30.9.2011

**Aufgaben & Projektziele**

Ziel war der Erfahrungsgewinn durch den Betrieb von 80 Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur an ausgewählten Standorten in Deutschland.

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Weiterentwicklung und Aufbau der einzusetzenden Fahrzeuge auf Basis des Serien-Golf, operative und organisatorische Vorbereitungen, verschiedene nötige Nutzerschulungen, Vorbereitungen zum termingerechten Einsatz und Durchführung des Flottenversuchs

Abnahme der Fahrzeuge, die Installation der Wallboxen bei den Kunden und Nutzern

Abstimmungen der Marktforschungsfragen, Durchführung der Befragungen mit den Kunden und Nutzern (online, telefonisch und in direkten Gesprächen)

Sicherstellung des vollständigen Servicekonzepts vom Wechsel der Winterräder bis hin zur schnellen direkten Reaktion im Falle eines Unfalls

Abstimmung der Datenlogger und Definition der aufzunehmenden Datenpunkte

**ERGEBNISSE**

Das eigene „Erfahren“ von Elektrofahrzeugen durch ausgewählte Nutzer ist im Wortsinn eine wesentliche neue Qualität. Alle Erfahrungen in Kundenhand sind so nicht nur Annahmen und Einschätzungen, sondern stellen die reale Kundenerfahrung dar. Das ist als eine valide Grundlage der Kundenbefragungen im Bereich Elektromobilität unabdingbar.

Zahlreiche Erfahrungen sind so im Bereich der Installation der Wallboxen gemacht worden. Die Bedingungen, die die Installateure vor Ort vorfinden, sind in einem sehr weiten Bereich unterschiedlich. Beispielsweise ist es eine Herausforderung, einem gewerblichen Kunden, der nur angemietete Garagenplätze zur Verfügung hat, eine Wallbox zu installieren, da die Abstimmung immer auch mit dem Eigentümer des Gebäudes geschehen muss. Ebenso hat die Befragung der Kunden zahlreiche wertvolle Punkte für die laufende Serienprobung ergeben, die als Know-how-Rückfluss auch an die Entwickler der laufenden Serienprojekte übergeben wurden.

Die Begeisterung über das Fahren mit diesen Fahrzeugen ist ganz besonders groß. Auch wenn die Abschlussbefragung noch ausstehend ist, da die Fahrzeuge noch weiter im Einsatz sind, kann man diese volle Zufriedenheit der Kunden bereits vorab berichten. Der Golf Blue-e-Motion hat sich im städtischen Alltag vollauf bewährt und ist auch für vier Erwachsene ein vollwertiges Fahrzeug, welches in seinen Eigenschaften viel Fahrfreude und Zufriedenheit bereitet.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Übergabe an die Nutzer und Teilnehmer im Flottenversuch ist bis Ende Juni 2011 abgeschlossen worden.

Die 80 Fahrzeuge des Golf Blue-e-Motion wurden während der Dauer des Flottenversuchs in den Händen der Nutzer betrieben und eingesetzt. Parallel hat Volkswagen weitere Golf Blue-e-Motion aufgebaut, die an zahlreichen Veranstaltungen wie der Future Car Challenge, der Silvretta Classic E-Mobility und anderen Veranstaltungen teilgenommen haben.



## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Fahrzeugflotte der 80 Fahrzeuge wird auch 2012 im Einsatz sein. Eine Fortführung ist derzeit in Planung. Ein wesentlicher Schwerpunkt wird dabei sein, die Kundenerwartungen an Elektrofahrzeuge weiter zu erforschen und dieses Fahrerleben dazu weiteren Kunden vorstellen zu können. Der Winter 2011/2012 hat wertvolle weitere Erfahrungen erbracht. Insbesondere im Hinblick auf den Komfort beim Laden oder die Nutzung der Möglichkeit von Vorklimatisierung und Standheizung mittels Fernsteuerung des mitgelieferten iPhone wird es interessant sein, die Kunden bei der Nutzung zu beobachten und anschließend zu befragen.



## >> 09/11 FORSCHUNGSVORHABEN: KONTAKTFREIE ENERGIEÜBERTRAGUNG FÜR STRASSENBAHNEN – PILOTPROJEKT AUGSBURG

>> KURZDARSTELLUNG	>> MEILENSTEINE
<b>Partner</b>	08 / 2010 Zustimmung zum Transport von Besuchern
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bombardier Transportation GmbH (Konsortialführer)</li> <li>• Stadtwerke Augsburg Verkehrs GmbH</li> </ul>	03 / 2011 Erste Testfahrten
<b>Laufzeit</b>	02 / 2012 Nachweis der Umweltverträglichkeit
01.06.2010 - 31.05.2012	03 / 2012 Antrag auf Abnahme nach § 62 BOSTrab
<b>Aufgaben &amp; Projektziele</b>	08 / 2012* Abnahmebescheid nach § 62 BOSTrab
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bombardier Transportation GmbH wird im Rahmen dieses Pilotprojektes das System PRIMOVE zur induktiven Energieübertragung präsentieren. Diese Anlage wird die weltweit erste Anwendung einer kontaktfreien Energieübertragung für Straßenbahnen sein.</li> <li>• Es soll die Zulassung nach BOSTrab bzw. PBefG erfolgen.</li> </ul>	09 / 2012* Zustimmung nach PBefG
<b>Fahrzeuge &amp; Infrastruktur</b>	<b>Arbeitspakete:</b> Die Arbeitsplanung besteht aus den Teilphasen Design, Herstellung, Installation, Testen von Komponenten und Subsystemen, Integrationstests und Zertifizierungen/Abnahmen nach den gültigen Vorschriften.
<b>Fahrzeuge</b> ein Fahrzeug des Typs Variobahn der Bombardier Transportation GmbH	<b>Einsatzzeitpunkt Infrastruktur / Fahrzeug:</b> Infrastruktur: Testbereitschaft ab 08 / 2010 Fahrzeug: Testbereitschaft ab 09 / 2010
<b>Nutzung</b> Testfahrzeug	<b>Befragungen:</b> Werden im Frühjahr 2012 durchgeführt.
<b>Infrastruktur</b> wechselseitige Implementierung der Komponenten der induktiven Energieübertragung auf einer ca. 500 m langen Gleisstrecke	* nach Ablauf der Laufzeit
<b>Schnittstelle</b> induktive Energieübertragung: Primärteil im Fahrweg, Sekundärteil am Fahrzeug	

### ERGEBNISSE

- Erfahrungen (Nutzer, Betreiber usw.):**  
 Die bisherigen Testergebnisse zeigen, dass die Funktionalität des Systems im Dauertest gegeben ist. Die Messungen zum Nachweis der Umweltverträglichkeit verlaufen positiv. Verschiedene Komponenten des induktiven Energieübertragungssystems werden derzeit im Hinblick auf die Abnahmen nach BOSTrab optimiert.
- Zusammenarbeit der Partner:**  
 Die Zusammenarbeit mit dem Partner Stadtwerke Augsburg Verkehrs GmbH sowie der Stadt Augsburg und der Regierung des bayerischen Regierungsbezirks Schwaben verläuft sehr kooperativ.

- **Programmatische und technische Herausforderungen:**  
Eine Herausforderung liegt insbesondere darin, dass das existierende Normenwerk für eine Zulassung für den öffentlichen Nahverkehr dieses innovativen Energieübertragungssystems nicht immer anzuwenden ist. Hier müssen in Abstimmung mit den Zulassungsbehörden und Gutachtern Lösungen gefunden werden.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Das Interesse an dem System und der Pilotanlage in Augsburg ist weltweit sehr groß.

- Es wurden Besuchergruppen aus Deutschland, China, dem Mittleren Osten und Nordamerika empfangen.
- Im 2. Quartal 2012 ist eine internationale Pressekonferenz geplant.

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Schwerpunkte liegen derzeit in der Homologation, der Herstellung der Serienreife sowie der Markteinführung. In einem Folgeprojekt wird die intermodale Nutzung der Technologie für den Elektrobusbetrieb betrachtet.



## >> 09/12 DEMONSTRATION EINES HYBRID-SCHIENENFAHRZEUGS UND NACHWEIS DER TECHNISCHEN ALLTAGSTAUGLICHKEIT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- MTU Friedrichshafen GmbH (Konsortialführer)
- DB RegioNetz Verkehrs GmbH

#### Laufzeit

1.3.2010 - 30.11.2011, verlängert bis 31.12.2012

#### Aufgaben & Projektziele

- Bis zu 25 Prozent weniger Kraftstoffverbrauch und emissionsfreies Fahren im Bahnhof sind mit dem MTU-Hybridantrieb möglich.
- MTU Friedrichshafen und Deutsche Bahn erproben den Parallelhybrid ab 2012 zwischen Aschaffenburg und Miltenberg.
- Der Test soll nachweisen, dass diese Technik alltagstauglich ist.

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- Das MTU-Hybrid-Powerpack wird in einem Nahverkehrstriebwagen VT 642 der Westfrankenbahn erprobt.
- Um das Hybridkonzept sowie die weiteren innovativen technischen Entwicklungen in das Bestandsfahrzeug zu integrieren, waren umfangreiche Umbau- und Anpassungsarbeiten erforderlich.
- Ein Schwerpunkt bei der Implementierung der neuen Hybridkomponenten in die Fahrzeugstruktur sind die optimale Masseverteilung sowie die Einhaltung der kinematischen Fahrzeugbegrenzungslinie.
- Um eine wirtschaftliche Hybridisierung von Bestandsfahrzeugen zu erreichen, sollte die übergeordnete Leittechnik im Bereich der Software möglichst unberührt belassen werden.

### >> MEILENSTEINE

**Sept. 2010:** Die Tognum-Tochter MTU Friedrichshafen GmbH und die Deutsche-Bahn-Tochter DB RegioNetz Verkehrs GmbH Westfrankenbahn unterzeichnen einen Kooperationsvertrag zur Erprobung eines Triebwagens mit Hybridantrieb.

**Sept. 2010:** Förderbescheid des BMVBS über 1,9 Mio. Euro

**2011:** Entwicklung und Erprobung des Hybrid-Powerpacks auf dem MTU-Prüfstand

**2011/12:** Erprobung des Hybrid-Powerpacks in einem Nahverkehrstriebwagen der Baureihe 642 auf der Strecke von Aschaffenburg nach Miltenberg

### ERGEBNISSE

#### SIMULATIONSERGEBNISSE

Die erhöhten Kosten für die Elektrifizierung des Antriebsstranges amortisieren sich über reduzierte Kraftstoffkosten im täglichen Betrieb des Zuges. Um das Verbrauchspotenzial richtig einschätzen zu können, entwickelte MTU Friedrichshafen eigens ein Simulationsmodell des Gesamtsystems Bahn.

Das modular aufgebaute Modell erlaubt es, wesentliche Betriebswerte unter Berücksichtigung der jeweiligen Streckeninformationen (Fahrzeiten, Streckenwiderstand, Geschwindigkeitsbegrenzungen) dynamisch zu berechnen.

Um das Rechenmodell auf seine Richtigkeit zu überprüfen, dienten Messfahrten eines VT642 mit konventionellem dieselmechanischem Antrieb auf der Strecke Aschaffenburg-Miltenberg. Dabei wurde die Strecke mit drei unterschiedlichen Fahrstrategien durchfahren:

1. typische Fahrweise (subjektive Fahrweise des Zugführers)
2. verbrauchsoptimale Fahrweise: maximale Beschleunigung, früher Segelbetrieb, maximale Bremsverzögerung
3. minimale Fahrzeit: maximale Beschleunigung, maximale Geschwindigkeit, maximale Bremsverzögerung

Der Vergleich der Ergebnisse aus der Simulation und aus den Messungen am Fahrzeug hat eine hohe Übereinstimmung ergeben.

#### PRÜFSTANDERGEBNISSE

Wesentliche Erkenntnisse aus der Systemsimulation wurden am Systementwicklungsprüfstand bestätigt. Neben den Leistungs- und Verbrauchsmessungen wurden auch Messungen zum Schwingungsverhalten und zur Akustik des Antriebs untersucht sowie die unterschiedlichen Funktionen der Software überprüft.

Die Lieferfreigabe der Prototypen wurde nach den anspruchsvollen Vorgaben eines Serienfreigabeprozesses durchgeführt, d.h. die beiden Antriebsanlagen haben alle erforderlichen Prüfungen mit Erfolg absolviert.

Zusätzlich wurde die elektromagnetische Verträglichkeit konform zu den im Bahnbereich relevanten Normen nachgewiesen.

#### FAHRZEUGINTEGRATION

Um das Hybridkonzept sowie die weiteren innovativen technischen Entwicklungen in das Bestandsfahrzeug zu integrieren, waren nach den detaillierten technischen Berechnungen und Erprobungen umfangreiche Umbau- und Anpassungsarbeiten erforderlich.

Ein Schwerpunkt bei der Implementierung der neuen Hybridkomponenten in die Fahrzeugstruktur sind die optimale Masseverteilung sowie die Einhaltung der kinematischen Fahrzeugbegrenzungslinie. Außerdem wird die Bestandsklimaanlage R 134a durch die neue umweltfreundliche CO<sub>2</sub>-Klimaanlage schnittstellenkompatibel ersetzt.

Um eine wirtschaftliche Hybridisierung von Bestandsfahrzeugen zu erreichen, sollte die übergeordnete Leittechnik im Bereich der Software möglichst unberührt belassen werden.

Wesentliche Schwerpunkte der Voruntersuchungen und der folgenden Simulationen waren zudem die Einhaltung der zugelassenen Radsatzlasten sowie die Bewertung der funktionalen Sicherheit des Fahrzeuges. Zugleich waren das Lichtraumprofil sowie die fahrdynamischen Eigenschaften des Fahrzeuges ausschlaggebend für die anschließende Entscheidung, den Aufbau der Dachkonstruktion des Fahrzeuges grundlegend zu ändern.

#### ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

- Sep. 2010** Pressekonferenz und begleitende Medienarbeit auf der Innotrans in Berlin
- Jan. 2011** Innovationspreis der Fachzeitschrift „Privatbahn Magazin“ in der Kategorie „Umwelt- und Bahntechnik“
- Jul. 2011** CNA-Innovationspreis „Intelligenz für Verkehr und Logistik“
- 2011** Fachartikel in der Eisenbahntechnischen Rundschau (ETR 9-2011) und der Railway Technical Review (RTR 4-2011)

## ZUKUNFT / WEITERFÜHRUNG

Dieses Projekt wird den Nachweis bringen, dass Hybridantriebe bahntauglich sind. Es ist damit gleichzeitig ein bedeutender Meilenstein auf dem Weg zum flächendeckenden Einsatz emissionsarmer und umweltfreundlicher Züge auf nicht elektrifizierten Strecken.



AUF DER BAHNMESSE INNOTRANS 2010 ÜBERGAB BUNDESVERKEHRSMINISTER PETER RAMSAUER DEM TOGNUM ENGINES-VORSTAND RAINER BREIDENBACH UND BAHN-VORSTAND RÜDIGER GRUBE DEN FÖRDERMITTELBESCHIED DES VERKEHRSMINISTERIUMS ZUR ERPROBUNG DES HYBRID-POWERPACKS.



ÜBERGABE DES INNOVATIONSPREISES AN MTU UND WESTFRANKENBAHN IM JUNI 2011 IN FRIEDRICHSHAFEN. IM BILD: DR. VEIT STEINLE (BMVBS), CLAUS WERNER (DB REGIONETZ VERKEHRSGESELLSCHAFT), INGO LEHMANN (MTU FRIEDRICHSHAFEN), MARTIN RECHE (PRIVATBAHN MAGAZIN), DR. INGO WINTRUFF (MTU FRIEDRICHSHAFEN)

## >> 09/13 ZSW LABOR FÜR BATTERIETECHNOLOGIE (ELAB), BATTERIETEST- UND BATTERIESICHERHEITZENTRUM

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

#### Laufzeit

1.10.2009 - 31.12.2011

#### Aufgaben & Projektziele

- Untersuchung, Parametrierung und Evaluierung von Batterien und Batteriesystemen, Batteriehybridsystemen und anderen elektrochemischen Speichersystemen
- Batteriesystemtechnik
- Batteriemodellierung und -simulation
- Gutachten und Schulungen zu Batterien und Batterieanwendungen
- Steuer- und Überwachungselektronik für Batterien

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

##### Testfelder

- ca. 100 Testkanäle für Zelltests
- ca. 50 für Modultests
- ca. 12 für Batterie-Pack-Tests, untergebracht in ca. 30 Testräumen mit entsprechender Sicherheitsinfrastruktur

##### Systemtechnik

- elektrische und thermische Untersuchungsmöglichkeiten für Batterien
- Impedanzmessung
- Arbeitsplätze für Simulation
- Algorithmusentwicklung und BMS-Programmierung

##### Sicherheitstests

- drei Testbunker mit entsprechender Infrastruktur (Explosionsschutz, Gaswäsche) für elektrische, thermische und mechanische Sicherheitstests
- 100-Tonnen-Crashtestplatz, Kurzschlussanlage bis 12 kA, Hochvolttesteinrichtung bis 1.500 V, Feuertisch für Brandtests, Öfen zur Bestimmung thermischer Stabilität, Testplatz für mechanische Vibrations- und Schocktests

### >> MEILENSTEINE

April 2010 Baugenehmigung

August 2010 Tragfähiges Sicherheitskonzept für Batterietests

Juni 2011 Fertigstellung der Bauhülle

Oktober 2011 Inbetriebnahme der systemtechnischen Labore und der Sicherheitstesteinrichtung

November 2011 Inbetriebnahme der elektrischen Testeinrichtungen

## ERGEBNISSE

Der Bau des Testzentrums wurde mit dem Architekten und den Fachplanern dem erstellten technischen Anforderungskatalog entsprechend geplant. Für welche Test- und Untersuchungseinrichtungen Bedarf besteht, wurde in Zusammenarbeit mit potenziellen Nutzern und aus Analysen von verschiedenen Präsentationen ermittelt. Die Realisierung des Bauvorhabens erfolgte über einen Generalunternehmer. Bauausführung, Präzisierung und Korrektur wurden vom ZSW in enger Zusammenarbeit mit dem GU ausgeführt und konnten nach nur zehnmonatiger Bauzeit im Wesentlichen abgeschlossen werden.

Nicht den üblichen Standards entsprechende Spezialgeräte wurden in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Herstellern gemeinsam entwickelt. Die Beschaffung der Geräte und Einrichtungen sowie ihre Installation und Inbetriebnahme wurden bis Ende 2011 abgeschlossen.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Das dreigeschossige Großlabor, das aus Batterietestzentrum und Batterietechnologiezentrum besteht, erstreckt sich über 6.600 Quadratmeter und gliedert sich in einen Kopfbau und drei Gebäudeflügel. Im Kopfbau befinden sich Büros, während in den drei „Fingern“ die Labore für die Batterietests und -systemtechnik sowie die Zellfertigungstechnologie angesiedelt sind. Die offizielle Einweihung mit Gästen aus Politik und Wirtschaft fand am **15.9.2011** statt. Zu den über 300 Gästen zählten Bundesministerin Schavan, Landesminister Schmid, Dr. Veith Steinle vom BMVBS und viele Partner aus der Industrie.

**22.7.2010** Erster Spatenstich

**15.3.2011** Richtfest

**15.9.2011** Einweihung

BAU UND VOLLENDUNG IM JUNI 2011,  
FRONTANSICHT DES ELAB MIT 6.600 M<sup>2</sup> FORSCHUNGSFLÄCHE

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Seit Anfang 2012 sind die meisten Teile des Batterietestzentrums betriebsbereit und stehen dann für Aufgaben der Forschung und Entwicklung zur Verfügung. Das Testzentrum soll insbesondere Institute und Unternehmen maßgeblich unterstützen, die auf dem Gebiet der Elektromobilität und stationären Speicherung von elektrischer Energie arbeiten. Die Entwicklung hocheffizienter, leistungsfähiger, kostengünstiger und sicherer Energiespeicher wird ein Schlüsselement der erfolgreichen Einführung von Elektromobilität sein und wesentlich zu ihrer Akzeptanz und Verbreitung beitragen.

Außerdem wird das Testzentrum bei der Normung, Qualifizierung, Zertifizierung und Zulassung von Energiespeichern in Zusammenarbeit mit Institutionen und öffentlichen Stellen unterstützend tätig werden.



## &gt;&gt; 09/14 BATTERIETESTZENTRUM P 10

## &gt;&gt; KURZDARSTELLUNG

## Partner

SGS Germany GmbH

## Laufzeit

1.4.2010 - 30.6.2011, Verlängerung bis 31.8.2011

## Aufgaben &amp; Projektziele

Erforschung, Entwicklung und Realisierung kosteneffektiver Prüfverfahren zum Nachweis der Sicherheitsanforderungen von Traktionsbatterien und deren elektrischer Peripherien

## Fahrzeuge &amp; Infrastruktur

- In München wurde in bestehenden Laborgebäuden eine Testinfrastruktur für Produktsicherheitstests (inklusive mechanischen, thermischen und elektrischen abnormalen Gebrauchs), Simulationen der Fahrzeugumgebung (Vibration, Temperatur) und Fahrzyklen sowie die Untersuchung der elektromagnetischen Verträglichkeit aufgebaut.
- Die neuen Dienstleistungen sind auf Batteriehersteller und Fahrzeughersteller ausgerichtet, die Prüfungen an Dritte vergeben.
- Aufgrund der hohen Nachfrage nach den Dienstleistungen sind erste Aufträge bereits angelaufen und Rahmenverträge für die zukünftige Nutzung der neuen Services wurden abgeschlossen.

## &gt;&gt; MEILENSTEINE

Ermittlung des gegenwärtigen Stands der Technik und der internationalen Normung. Auf dieser Basis werden Ansätze zur Beurteilung der Batteriesicherheit weiterentwickelt und entsprechende Testkonzepte vorgeschlagen.

Umsetzung von Prüfvorschriften in kosten- und zeiteffektive Prüfpläne für HV-Batteriesysteme und ihre Komponenten

Beschleunigter Aufbau von Prüfkapazitäten für die angesprochenen Themenfelder unter Berücksichtigung der für den Umgang mit diesen Prüflingen erforderlichen spezifischen Sicherheitsanforderungen

## ERGEBNISSE

Bei der Erarbeitung der wirtschaftlichen Prüfmethode für Traktionsbatterien und ihre Komponenten wurden die spezifischen Aspekte der Arbeitssicherheit intensiv betrachtet und in Zusammenarbeit mit Brandschutzexperten in konkrete technische und bauliche Maßnahmen umgesetzt.

Ein zyklischer Lebensdauertest an einer Hybridbatterie diente als Pilotversuch zum Sammeln von Erfahrungen mit der Temperierung, Bestromung und zeitkritischen Überwachung von Batterien mit Rückkopplung auf den Ladegenerator. Ein Thermo-Vibro-Prüfstand mit zugehöriger Sicherheitsinfrastruktur und Steuerelementen wurde konzipiert und die Anforderungen an die Prüfmittel und die Sicherheitsinfrastruktur definiert und projektiert. Die Umsetzung und Integration in das bestehende Gebäude erfolgte unter Einbeziehung externer Dienstleister.

Ein bestehender EMV-Messplatz wurde auf die neuen Hochspannungsanforderungen und die Prüflingsspezifika großer Traktionsbatterien erweitert.

Vorliegende Methodenbeschreibungen in Standards reichen oft nicht aus, um das Prüflingsverhalten umfassend, reproduzierbar und eindeutig zu erfassen. Hier wurden Verbesserungsansätze erarbeitet und Effektivitätspotenziale erschlossen. Auf der Basis von Vorversuchen und im Dialog mit Fahrzeug- und Batterieherstellern wurden die erforderlichen Prozesse und Maßnahmen sowie Anforderungsspezifikationen von Messplätzen und Sicherheitseinrichtungen definiert. Auf der Grundlage einer begleitenden Gefahren- und Risikoanalyse wurden Schlüsseltests definiert, die an Zellen und Modulen sowie an Schutzeinrichtungen durchgeführt werden. Damit können orientierende Prüfungen in frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses durchgeführt und der Umfang aufwendiger Prüfungen am kompletten Speicher verringert werden. Außerdem wurden Sonderereignisräume einschließlich der erforderlichen Infrastruktur zur Beherrschung möglicher entstehender Brände und Verpuffungen geplant und realisiert.

Die bestehende Methode zur Beurteilung von Batteriesicherheitskonzepten wurde unter Verwendung von Ansätzen aus der Maschinensicherheit und unter Berücksichtigung der ISO-Norm 26262 anwendungsnah weiterentwickelt.

Das in München entstandene Batterietesthaus wird auch über dieses Fördervorhaben hinaus erweitert, um dann den Prüfbedarf von Fahrzeug- und Batterieherstellern weitgehend abzudecken. Damit wird die rasche Einführung der Elektromobilität in Deutschland nachhaltig gefördert.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

- Für den Batterietag in Münster 2012 wird ein Abstract eingereicht.
- SGS vermarktet seine Prüfkapazität und Beratung aktiv und erläutert sie möglichen Nutzern im Detail (siehe <http://www.sgs-cqe.de/batteriesicherheit.html>).

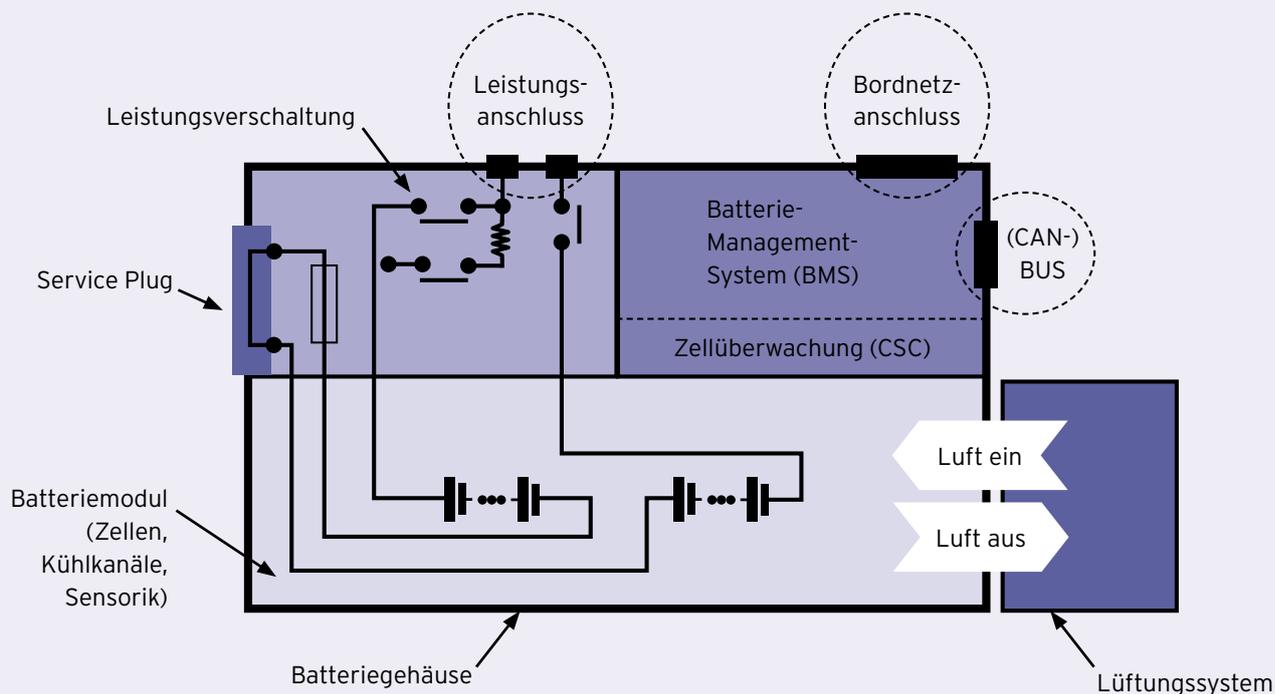
SKIZZE EINES BATTERIESYSTEMS MIT ZU PRÜFENDEN SCHNITTSTELLEN UND KOMPONENTEN

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Während der Methodenentwicklung auftretende wissenschaftliche Fragestellungen wie die Abhängigkeit der Sicherheit von Zellchemie und Zellaufbau, die Toxizität und Brennbarkeit von Ausgasungen bei Abuse-Tests oder der Einfluss der Alterung auf die Sicherheit des Batterie-Packs wurden in Vorschlagskizzen für zukünftige Förderprojekte (SafeBatt des BMBF) eingebracht. Diese Untersuchungen können Hinweise dazu liefern, in welchen Intervallen Regelüberwachungen an Elektrofahrzeugen durchgeführt werden sollten.

Die Erfahrungen mit dem zyklischen Lebensdauertest wird SGS zusätzlich in den Aufbau eines über 400 qm großen Laborbereichs für Lebensdauertests mit mehr als zehn weiteren Testständen einfließen lassen, die vollständig aus Eigenmitteln aufgebaut werden und das Portfolio des Batterietesthauses zum „One-Stop-Shop“ abrunden. Auf dieser Plattform besteht die Möglichkeit, Methoden für beschleunigte Lebensdauertests zu entwickeln.

### PRINZIPIELLER AUFBAU



## >> 09/15 BATTERIESICHERHEITSLABOR FÜR LITHIUM-IONEN-BATTERIEN FÜR DIE ELEKTROMOBILITÄT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

CETECOM ICT Services GmbH

#### Laufzeit

November 2009 bis Oktober 2011

#### Aufgaben & Projektziele

Entwicklung von Sicherheitstests und Aufbau einer Testumgebung, um Lithium-Ionen-Batterien in einer kontrollierten Umgebung auf die Einhaltung von Sicherheitsanforderungen im normalen Gebrauch, aber auch in Extremsituationen zu überprüfen

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- Für dieses Projekt wurden Testverfahren entwickelt und die entsprechenden Testanlagen aufgebaut, mit denen großvolumige und somit hochenergetische Lithium-Ionen-Batterien, wie sie für die E-Mobilität eingesetzt werden, auf Einhaltung der Sicherheitsanforderungen überprüft werden können. Hierbei stehen UNTransporttests, AbusePrüfungen und die Bewertung der Robustheit von Produkten im typischen Einsatz sowie über eine lange Einsatzdauer im Mittelpunkt der Betrachtung.
- Auswahl der aufgebauten Testanlagen: Shaker mit Klimaüberlagerung, Crashbahn, Salzsprühnebel, mechanischer Schock, Temperaturwechselkammern, Unterdruckkammer, Fuel Fire Test, feuerfeste Testräume mit stationären und mobilen Feuerlöschanlagen

### >> MEILENSTEINE

Eröffnung des neuen Testlabors mit den grundlegenden Testanlagen: **6. Oktober 2010**

Erschließung weiterer Dienstleistungen für Batterien:

- Elektromagnetische Verträglichkeit (Immunität und Störaussendung) des Batteriemanagementsystems: **Januar 2011**
- Elektrische Sicherheit: **Januar 2011**
- Zertifizierungstests für Antriebsbatterien (Sicherheitszertifikat): **Juli 2011** in Kooperation mit TÜV Nord Mobilität und TÜV Nord Cert

Erweiterung um die dynamische Crashbahn und Finalisierung der ersten Ausbaustufe: **Juli 2011**

Eröffnung des Labors für Forensik und Entsorgung: **November 2011**

### ERGEBNISSE

Ohne Zweifel stellt bei der Einführung der Elektromobilität der im Fahrzeug eingesetzte Energiespeicher eine der Schlüsselkomponenten dar. Insbesondere die hohe Energiedichte, die für akzeptable Fahrperformance bei vertretbarer Batteriegröße und -masse unabdingbar ist, birgt bei unvorhergesehenen Belastungen des Speichers erhebliche Risiken. Materialermüdung bei mechanischer Dauerbelastung oder aber auch das Einwirken von Quetschkräften im Falle eines Zusammenstoßes mit einem festen Körper bewirken das plötzliche Freiwerden der gespeicherten elektrischen wie auch der baubedingten chemischen Energie. Aber auch die Überladung und ungewollte Kurzschlüsse zählen zu den abzuprüfenden Szenarien. Die Konsequenz können unkontrollierte Batteriebrände sein, die das Umfeld der Batterie (Mensch, Umwelt, Infrastruktur) extrem gefährden.

Es galt in diesem Projekt Testanlagen zu schaffen und die entstandenen Prüfprozesse zu validieren, mit denen die Sicherheit von Batterien gegen typische Dauerbelastungen, aber auch „missbräuchliche“ Belastungen überprüft werden kann. Nach ihrem Aufbau sind diese Anlagen insbesondere dazu geeignet und zu nutzen, die Technologie der Speicher im Hinblick auf deren Aufbau so weit weiterzuentwickeln, dass oben beschriebene Belastungen nicht zu einer unkontrollierten Havarie der Batterien bei realem Einsatz in der Fläche führen.

Die Kombination aus der Erfahrung der am Projekt beteiligten Testingenieure, intensiven Gesprächen mit der Industrie sowie der Mitarbeit in entsprechenden Standardisierungsgremien war Grundlage für die Definition der technischen Anforderungen an die neu zu errichtenden Testanlagen.

Ein zentrales Thema war hierbei stets die Bewertung des bestehenden Risikos, wenn an geladenen Batterien getestet wird. So können diese Tests nur unter erhöhtem Überwachungsaufwand und unter Bereithaltung geeigneter Löschanlagen (stationär/mobil) in feuerfesten Räumen kontrollierbar durchgeführt werden. Des Weiteren sind alle aktiv am Prüfprozess beteiligten Ingenieure neben Spezialschulungen auch mit einer aufwendigen persönlichen Schutzausrüstung auszustatten. Zudem müssen zum Schutz der direkten Umwelt der Prüfanlagen geeignete Abluftanlagen mit hoher Transportleistung und gleichzeitig hoher Filterleistung implementiert werden.

Die errichteten Testanlagen sind geeignet, die heute und in absehbarer Zeit zu erwartenden Szenarien, die eine Batterie gefährden können, zu simulieren. Die Testanlagen stehen der Industrie bereits seit einigen Monaten zur Durchführung von Qualifizierungstests zur Verfügung, und zwar sowohl für Produkte auf Zell- und Modulebene als auch für Komplettsysteme.

Eine Besonderheit in der Qualifizierung der Batteriesysteme ist sicherlich die Zertifizierung von Antriebsbatterien, die gemeinsam zwischen der CETECOM ICT Services GmbH, dem TÜV Nord Mobilität und dem TÜV Nord Cert entwickelt wurde. Hier wird im Hinblick auf eine Vereinfachung in der Zulassung von Elektrofahrzeugen die Sicherheit einer Antriebsbatterie im Hinblick auf die elektrische Sicherheit, die funktionale Sicherheit, die Batteriesicherheit sowie die elektromagnetische Verträglichkeit in einem neutralen Zertifizierungsverfahren bewertet. Diese Bewertung führt letztlich zu einem Batteriesicherheitsdatenblatt, in dem die für die Weiterverwendung der Batterie wichtigen Daten zusammengefasst werden.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

- 6.10.2010** Einweihung des neuen Testlaborkomplexes
- Dez. 2010** Aufnahme der Prüfungen im Rahmen der Teststandvalidierung
- 2.09.2011** Start der Zertifizierung von Antriebsbatterien

## MESSETEILNAHMEN UND KONGRESSBETEILIGUNGEN

- eCarTec 2010
- Mobilitec 2011
- eCarTec 2011
- VW-Hausmesse 2011

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Mit Abschluss des durch KoPa II geförderten Aufbauprojekts steht das Testlabor Entwicklern, Herstellern und Integratoren von Lithium-Ionen-Batterien (Zellen, Module, Batterien etc.) für Qualifizierungstests zur Verfügung. Damit wurde ein Grundstein für eine sichere E-Mobilität in Deutschland gelegt.

Wissend, dass die überwiegende Anzahl an Testprojekten derzeit auf herstellerspezifische Anforderungen zurückgreift, bleibt dennoch die Mitgestaltung von standardisierten Testverfahren zur Absicherung des Qualifizierungsgeschäftes im Fokus der Experten bei CETECOM. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund einer funktionierenden Landschaft akkreditierter Prüflabore unabdinglich.

## >> 09/16 ELEKTROMOBILITÄT UND INFRASTRUKTUR: ÖKONOMISCHE ANALYSE VON ORGANISATIONS- UND BETREIBERMODELLEN, AUFBAU- UND FINANZIERUNGSSTRATEGIEN SOWIE REGULIERUNGSFRAGEN (EM-INFRA)

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik (WIP), Bereich Infrastrukturökonomie und -management (Konsortialführer)

#### Laufzeit

12 Monate

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

- Entwicklung eines konzeptionellen Rahmens zur Bewertung verschiedener Instrumente der Förderung und Regulierung im Bereich der Elektromobilität
- Ableiten von Handlungsempfehlungen für die öffentliche Hand als Beitrag für einen effizienten Aufbau der Infrastruktur für Elektromobilität

### >> MEILENSTEINE

#### Arbeitspakete:

- AP 1: Sektoraufnahme Elektromobilität
- AP2: Untersuchungsansatz für Organisations- und Betreibermodelle
- AP 3: Untersuchungsansatz für Fragen des Infrastrukturaufbaus
- AP 4: Anwendung auf Elektromobilität
- AP 5: Ableitung von Handlungsoptionen

Befragungen: Gespräche mit Energieversorgungsunternehmen, Fahrzeugherstellern, Ministerien und Verbänden

### VORLÄUFIGE ERGEBNISSE

**Die allokativen Bedeutung von Abdeckungseffekten wird in der Diskussion um öffentliche Ladeinfrastruktur (LI) häufig vernachlässigt.**

- Ein gewisses Maß an Flächendeckung öffentlicher und halböffentlicher LI erhöht den Optionsnutzen
- Das durch ein E-Fahrzeug zugängliche Mobilitätsangebot wird durch öffentliche LI größer.
- Der Nutzen von Fahrzeugen des MIV wird in hohem Maße bestimmt durch die vielfältigen Mobilitätsoptionen.
- Eine „Garantie“ für E-Fahrzeug-Nutzer auf (räumlich und zeitlich) verfügbare öffentliche LI hat das Potenzial, Transaktionskosten in erheblichem Ausmaß zu senken.
- Die Suche nach (eventuellen) Lademöglichkeiten auf einem geplanten Weg kann zu (prohibitiv hohen) Transaktionskosten führen.
- Diese Transaktionskosten können bei flächendeckender LI wegfallen.
- Öffentliche LI kann Kosten von E-Fahrzeugen senken.
- Notwendigkeit für Hybride (Range Extender, PHEVs) sinkt.
- Batteriegrößen könnten kleiner ausfallen.
- Im Ergebnis kann öffentliche LI analog zu monetären Anreizen wirken.
- Kaufbarrieren können gesenkt werden - die Zahlungsbereitschaft steigt.
- Im Gegensatz zu einer „Kaufprämie“ bietet öffentliche LI gewisse Skaleneffekte.

**Halböffentliche LI kann ein effektives partielles Substitut für öffentliche LI darstellen**

- Effizienter Aufbau ohne staatliche Anreize bzw. Vorgaben fraglich
- Kostendeckende Geschäftsmodelle vermutlich nur an wenigen Standorten realisierbar
- Offene Frage der Koordination von Akteuren bzgl. (institutioneller) Standardsetzung

- **Halböffentliche LI kann Transaktionskosten signifikant senken.**
- Koordination zu anderen zentralen Gütern ist (Parkraum/Verkehrskonzept) deutlich einfacher.
- Bei geringen Transaktionskosten der Nutzung erscheint die Entwicklung eines hohen gesamtwirtschaftlichen Potenzials möglich.
- **Vorgaben zum Aufbau halböffentlicher LI werden aus Systemsicht auch mit Ineffizienzen einhergehen.**
- Vermutlich nur unzureichende Berücksichtigung des genauen Bedarfs
- Jedoch reduzierter Bedarf an öffentlicher LI

**Zentrale Förderinstrumente können / dürften sinnvoll sein und sollten mit Vorgaben zu (Vertriebs- und weiteren) Standards verbunden werden.**

- Zentrale etablierte Aufbauanreize für dezentrale Gebietskörperschaften bzw. dort tätige Betreiber dürften vor dem Hintergrund des Optionsnutzens öffentlicher LI sinnvoll sein.
- Verbindung mit Vorgaben zu Vertriebs- und weiteren Standards sollte im Hinblick auf die Begrenzung von Transaktionskosten (insb. im Vertrieb) erwogen werden.

**Die öffentliche Hand sollte in aktueller F&E-Phase Gestaltungsoptionen offen halten und Wissen generieren.**

- **Aufgrund noch hoher Unsicherheiten bzgl. vorteilhafter Technologien und Konzepte sollten Lock-In Effekte vermieden werden.**
- Keine Abhängigkeit von Marktakteuren entstehen lassen
- Technologische und institutionelle Pfadabhängigkeiten vermeiden
- **Die Entscheidungsfällung zur Etablierung von Standardisierungs-/Regulierungs- und Förderungs-/Anreiz-Regeln in einigen Jahren sollte jetzt vorbereitet werden.**

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### VERANSTALTUNGEN 2011

- |                  |  |
|------------------|--|
| <b>Januar</b>    | Projektvorstellung auf dem Workshop der Plattform Infrastruktur in Berlin  |
| <b>März</b>      | Vortrag zu Standardisierung auf dem Workshop der Plattform Infrastruktur in Berlin                                 |
| <b>Juni</b>      | Vortrag zur Aufgabenwahrnehmung im föderalen System auf der Konferenz Kommunales Infrastrukturmanagement in Berlin |
| <b>September</b> | Vortrag zu Regulierungs- und Finanzierungsoptionen in Mannheim   |
| <b>September</b> | Vortrag zu Regulierungs- und Finanzierungsoptionen auf dem Workshop der Plattform Infrastruktur in Berlin          |

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

- **Sinnvolle Wissensgenerierung auf Seiten der öffentlichen Hand / Forschungsbedarf**
- Verkehrssimulationen
- Energiewirtschaftliche Rollen- und Prozessmodelle zur Identifikation von Optionen für aus ökonomischer Sicht effizienten Zugang zur LI unter Berücksichtigung von Transaktionskosten
- Konsolidierung des Kenntnisstandes zu technischen Optionen und Entwicklungen
- Ausgestaltung von Förder- / Anreizsystemen und Standardisierungsvorgaben

## >> 09/17 eTRUST – LEITBILDER UND ZUKUNFTSKONZEPTE DER ELEKTROMOBILITÄT

### >> KURZDARSTELLUNG

#### Partner

- Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V. (Konsortialführer)
- Institut für Transportation Design der Hochschule für Bildende Künste Braunschweig
- Spilett New Technologies GmbH

#### Laufzeit

April 2010 bis Juni 2011

#### Fahrzeuge & Infrastruktur

Das eTrust-Projekt hatte das Ziel, die gegenwärtig zum Innovationsfeld Elektromobilität gehörenden Akteure zu erfassen, ihren Einfluss auf die künftige Entwicklung der Technologie zu bestimmen und ihre Leitbilder und Zukunftskonzepte zur Elektromobilität herauszuarbeiten.

### >> MEILENSTEINE

#### Arbeitspakete:

Das eTrust-Projekt gliederte sich in vier Module, deren Arbeitspakete zeitlich parallel bearbeitet wurden:

- Modul 1: Akteurs- und Netzwerkanalyse
- Modul 2: Diskursanalyse
- Modul 3: Design- und Innovationsgeschichte der Elektromobilität
- Modul 4: Projektmanagement, Berichtslegung und Präsentation

### ERGEBNISSE

In den Ergebnissen der Studie „eTrust - Leitbilder und Zukunftskonzepte der Elektromobilität“, die im Auftrag der NOW GmbH durchgeführt wurde, zeigt sich das grundsätzlich positive Image der Elektromobilität in der Gesellschaft. Elektromobilität wird vor allem mit Umweltfreundlichkeit, Emissionsfreiheit und weniger Lärm verbunden. Diese positiven Eigenschaften der Elektromobilität rufen auf der Seite der Endkunden aber kaum Kaufbegeisterung hervor. Es fehlen die persönlichen Vorteile sowohl auf der pragmatischen als auch auf der emotionalen Ebene. Stattdessen werden von potenziellen Nutzern sehr klar und konkret die Nachteile von Elektroautos wahrgenommen. Augenscheinlich bildet die wahrgenommene Bedürfnisbefriedigung durch den privat genutzten konventionellen Pkw weiterhin den Referenzrahmen für die Beurteilung der Elektromobilität. In diesem Vergleich kann das Elektrofahrzeug nach heutigem Stand der Technik nicht mithalten. Wenn Elektroautos Anklang in der Gesellschaft finden sollen, ist es wichtig, sie mit Emotionalitäten zu besetzen, die viele Nutzergruppen ansprechen. Es erscheint notwendig, Endkunden sehr viel mehr als bislang Gelegenheiten zu bieten, bei denen sie Elektroautos unter Alltagsbedingungen experimentell „erfahren“ können.

- Eine historische Leitbildanalyse verdeutlichte, dass das Elektroauto in den letzten 100 Jahren dem Designleitbild des Benzinautos verhaftet blieb. Statt einen eigenständigen Gestaltungsansatz zu suchen, orientierten sich die gestaltenden Akteure an dem vorherrschenden automobilen Leitbild (Conversion Design). Die Designanalyse konnte aber zeigen, dass Elektromobilität durchaus in der Lage ist, eine ihr eigene, sich von herkömmlichen Fahrzeugbildern stark unterscheidende Formensprache zu entwickeln (Purpose Design).
- In einer Akteurs- und Netzwerkanalyse konnte gezeigt werden, dass Akteure, von denen eine systemische Innovativität ausgehen könnte, nur geringen Einfluss auf die strategischen Entscheidungen im Innovationsfeld Elektromobilität haben. Stattdessen werden die Entwicklungen in der Elektromobilität von einer Allianz aus etablierten Automobilherstellern und deren Zulieferern bestimmt.
- Eine Inhaltsanalyse von Positionspapieren wichtiger Akteure im Innovationsfeld Elektromobilität sowie eine Medienanalyse zeigten, dass auch bei grundsätzlich positiver Einstel-

lung zur Elektromobilität die bestehenden Leitbilder und Zukunftsvorstellungen sich weiterhin stark am Leitbild der verbrennungsmotorischen Mobilität orientieren.

- In den direkten Befragungen von Bürgerinnen und Bürgern kam heraus, dass die vom motorisierten Individualverkehr wahrgenommene Bedürfnisbefriedigung den Referenzrahmen für die Beurteilung der Elektromobilität bildet. In der Wahrnehmung potenzieller Endkunden eignen sich Elektroautos aufgrund ihrer Kleinheit und ihrer begrenzten Reichweite weder als Transport- noch als Langstreckenfahrzeug, sondern allenfalls als Stadt- oder Zweitauto.
- Die Analyse zeigt deutlich die Diskrepanz, die derzeit zwischen den Möglichkeiten zu einem von der Elektromobilität getragenen gesellschaftlichen Mobilitätswandel und den von der herkömmlichen Automobilität geprägten Mobilitätswahrnehmungen und Mobilitätsbedürfnissen besteht.

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

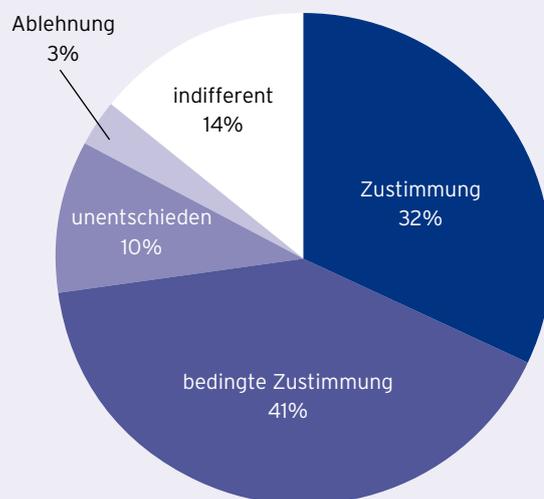
### Präsentationen:

- Lüdi-Geoffroy, N. (2011): eTrust Diskursanalyse. Erste Resultate aus den qualitativen Einzelinterviews. Präsentation bei der NOW am 19.01.2011, Berlin
- Zimmer, R. (2011): eTrust Diskursanalyse. Erste Resultate aus den qualitativen Einzelinterviews. Präsentation auf dem Treffen der sozialwissenschaftlichen Plattform am 08.02.2011 in Frankfurt/M.
- Zimmer, R. (2011): eTrust Diskursanalyse. Auszug aus den Resultaten der qualitativen Einzelinterviews und den Fokusgruppen. Präsentation bei der NOW am 21.04.2011, Berlin

## ZUKUNFT/WEITERFÜHRUNG

Die Ergebnisse können zum einen direkt in den Prozess der politischen Gestaltung und Kommunikation als strategisches Hintergrundwissen zur Einschätzung von verkehrs- und innovationspolitischen Möglichkeitsräumen eingebracht werden, zum anderen können sie als Grundlage und Ankerpunkte für eine spätere, darauf aufbauende Entwicklung von narrativen Alltagsszenarien dienen.

### POSITIONIERUNG ZUR ELEKTROMOBILITÄT IN DEUTSCHEN PRINTMEDIEN IN 2010



ES WURDEN 327 ANTWORTEN AUSGEWERTET.



## ANSPRECHPARTNER IN DEN PROJEKT- LEITSTELLEN DER MODELLREGIONEN

### HAMBURG

hySOLUTIONS GmbH  
Heinrich Klingenberg und Peter Lindlahr  
Steinstraße 25  
20095 Hamburg  
Tel.: +49 40 32 88 2311  
E-Mail: heinrich.klingenberg(at)hysolutions-hamburg.de  
Peter.Lindlahr@hysolutions-hamburg.de

### BREMEN/OLDENBURG

Regionale Projektleitstelle der Modellregion Elektromobilität  
Parkallee 301  
28213 Bremen  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse, Fraunhofer IFAM und  
Prof. Dr. Frank Kirchner, Deutsches Forschungszentrum  
für Künstliche Intelligenz (DFKI) Robotics Innovation Center  
Tel.: +49 421 5665418  
E-Mail: kontakt@personal-mobility-center.de

### BERLIN/POTSDAM

TSB Innovationsagentur Berlin GmbH-FAV  
Frank Behrendt  
Fasanenstraße 85  
10623 Berlin  
Tel.: +49 30 46302-580  
E-Mail: fbehrendt@fav.de

### RHEIN-RUHR

EnergieAgentur.NRW  
Dr. Andreas Ziolk  
Haroldstraße 4  
40213 Düsseldorf  
Tel.: +49 211 8664220  
E-Mail: ziolk@energieagentur.nrw.de

### SACHSEN

Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH  
Cathleen Klötzing  
Pirnaische Straße 9  
01069 Dresden  
Tel.: +49 351 49103166  
E-Mail: cathleen.kloetzing@saena.de

### RHEIN-MAIN

Stadtwerke Offenbach Holding GmbH  
Anja Georgi  
Senefelderstraße 162  
63069 Offenbach  
Tel.: +49 69 80058802  
E-Mail: anja.georgi@soh-of.de

### REGION STUTTGART

Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH  
Holger Haas  
Friedrichstraße 10  
70174 Stuttgart  
Tel.: +49 711 2283514  
E-Mail: holger.haas@region-stuttgart.de

### MÜNCHEN

Stadtwerke München GmbH  
Helmut Kölbl  
Emmy-Noether-Straße 2  
80287 München  
Tel.: +49 89 23615327  
E-Mail: koelbl.helmut@swm.de

## IMPRESSUM

**Herausgeber:**

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

**Erstellt und koordiniert durch:**

NOW GmbH  
Fasanenstraße 5  
10623 Berlin

**Verfasser:**

Christina Tenkhoff  
Oliver Braune  
Silke Wilhelm

**Plattformen:**

Koordinatoren und Begleitforscher  
der Plattformen

**Projektberichte:**

Partner der Modellregionen und  
regionalen Projektleitstellen

**Redaktion:**

Tilman Wilhelm  
Jessica Becker  
Ilja Andersen  
Sarah Kienzler

**E-Mail:**

[kontakt@now-gmbh.de](mailto:kontakt@now-gmbh.de)

**Telefon:**

+49 30 311 6116-0  
[www.now-gmbh.de](http://www.now-gmbh.de)

**Realisation und Gestaltung:**

[www.slant.de](http://www.slant.de)  
[www.agenturfuerstrahlkraft.de](http://www.agenturfuerstrahlkraft.de)

**Druck:**

Hermann Schlesener, Berlin

**Erscheinungsjahr:**

2012