

**Schlussbericht gem. Nr. 8.2 NKBF 98**

der

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**

über das Förderprojekt

**MINI E powered by Vattenfall V2.0**

im Rahmen des Konjunkturpakets II

Gefördert vom

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit (BMU)**

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

**Autoren:**

Dr. Michael Hajesch  
Sabine Neuherz  
Sarah Haseler  
Felix Esch

**Datum:**

30.10.2011

**gefördert durch:**

Bundesministerium für Umwelt  
Naturschutz und Reaktorsicherheit  
Förderkennzeichen: 16EM0068  
Laufzeit: 04/2010 – 09/2011

# Abschlussbericht

MINI E powered by Vattenfall V2.0

30.10.2011

Inhaltsübersicht

---

**FuE-Programm „Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)**

## **Abschlussbericht**

Vorhabensbezeichnung:

**MINI E powered by Vattenfall V2.0**

Laufzeit des Vorhabens:

vom: 01.04.2010

bis: 30.09.2011

Zuwendungsempfänger:

BMW AG

Förderkennzeichen:

16EM0068

(Beteiligte Verbundpartner)

Vattenfall Europe Innovation GmbH

16EM0069

Technische Universität Chemnitz

16EM0070

# Abschlussbericht

## Inhaltsverzeichnis

<b>PRÄAMBEL .....</b>	<b>1</b>
<b>I. KURZDARSTELLUNG .....</b>	<b>2</b>
1. Executive Summary / Aufgabenstellung.....	2
2. Zielstellung des Verbundprojektes .....	3
Gesamtziel .....	3
Projektziel.....	3
BMW AG - Zusammenfassung der Ziele des Vorhabens .....	5
Ausgangssituation und Rahmenbedingungen.....	6
Planung und Ablauf des Vorhabens.....	9
Arbeitspakete .....	10
Terminplan .....	11
Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	13
<b>II. EINGEHENDE DARSTELLUNG.....</b>	<b>15</b>
3. Ausführliche Darstellung in Bezug zum Arbeitsplan .....	15
4. Darstellung wesentlicher Abweichungen zum Arbeitsplan.....	71
Änderung a).....	71
Änderung b).....	75
5. Vergleich der Projektergebnisse zum internationalen Stand der Technik .....	80
6. Zukunftsaussichten und weiterer F&E Bedarf .....	115
Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen .....	115
Wirtschaftliche Erfolgsaussichten .....	115
Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten .....	116
Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit.....	117
7. Beitrag zu den förderpolitischen Zielen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).....	118
Abbildungsverzeichnis .....	119
Tabellenverzeichnis .....	120
Literaturverzeichnis .....	120

# Abschlussbericht

MINI E powered by Vattenfall V2.0

30.10.2011

Inhaltsübersicht

---

Anhang 2 – Exemplarisch Nutzungsvertrag Privatanutzer Nutzung der öffentlichen Ladeinfrastruktur.....	126
---	-----

## PRÄAMBEL

Das nachfolgend beschriebene Projekt:

### „MINI E powered by Vattenfall V2.0“

wurde als Vorhaben der Bayerischen Motoren Werke AG, München gemeinsam mit dem industriellen Partner Vattenfall Europe Innovation GmbH und der Technischen Universität Chemnitz zur Förderung beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit beantragt und über den Projektträger VDI/VDE Innovation + Technik GmbH eingereicht.

Das Vorhaben mit dem Titel MINI E powered by Vattenfall V2.0 verfolgt das Ziel, die Marktakzeptanz und Nutzung von Elektrofahrzeugen zu beschleunigen und damit den Umweltnutzen zu erhöhen.

Dabei soll an zwei Stellhebeln gearbeitet werden: Erstens soll das Konzept W2V analysiert und verbessert werden, zweitens soll durch Mehrwertdienste die Akzeptanz der Nutzer gesteigert werden.



Abbildung 1: MINI E

## I. KURZDARSTELLUNG

### 1. Executive Summary / Aufgabenstellung

Das Hauptziel des Förderprojektes „MINI E powered by Vattenfall V2.0“ war die Marktakzeptanz und Nutzung von Elektrofahrzeugen zu beschleunigen und damit den Umweltnutzen zu erhöhen.

Hierzu wurde an zwei Stellhebeln gearbeitet. Erstens wurde das Konzept Wind-To-Vehicle (W2V) analysiert und verbessert. Zweitens wurde ein nutzerseitiger Mehrwertdienst entwickelt und getestet mit der Zielsetzung des Nachweises, dass dadurch die Nutzerakzeptanz gesteigert werden kann.

Auf Basis einer wissenschaftlichen Analyse wurde unter der Berücksichtigung von automotiven und energiewirtschaftlichen Anforderungen die Anwendungsfälle und Nutzergruppen identifizieren bei denen sich ein Mehrwert hinsichtlich der Datenlage für das Konzept W2V erwarten lässt. Anschließend wurden für den Einsatz der 70 Erprobungsfahrzeuge Privatkunden als auch Geschäftskunden selektiert.

Die ausgewählten Anwendungsfälle und zu untersuchenden Nutzergruppen wurden gezielt in einer Feldphase untersucht und neue empirische Erkenntnisse aus der Feldphase für die erfolgreiche Umsetzung der Elektromobilität abgeleitet.

Die Kombination aus wissenschaftlicher Analyse und empirischer Feldforschung generierte neue Erkenntnisse zu den Einsatzmöglichkeiten der Elektromobilität und lieferte somit einen wichtigen Beitrag für die Einführung der Elektromobilität in Deutschland. Das Konzept des Vorhabens stützt das Ziel der Bundesregierung Deutschland die Nachhaltigkeit der deutschen Volkswirtschaft zu stärken und als Leitmarkt für Elektromobilität zu fungieren.

## 2. Zielstellung des Verbundprojektes

**Gesamtziel** des Vorhabens war es, auf Basis einer wissenschaftlichen Analyse, das W2V Konzept weiterzuentwickeln, einen nutzerseitigen Mehrwertdienstes zu realisieren sowie die Erprobung der Elektromobilität in neuen Anwendungsfällen unter Berücksichtigung der automotiven und energiewirtschaftlichen Anforderungen durchzuführen.

Diese Anwendungsfälle und Nutzergruppen wurden gezielt in einer Feldphase untersucht und neue Erkenntnisse aus dem Betrieb der Fahrzeuge für die erfolgreiche Umsetzung der Elektromobilität abgeleitet.

**Projektziel** war es, erweiterte nutzbare Erkenntnisse für den Betrieb / Einsatz und die Auslegung von E-Fahrzeugen in neuen Anwendungsfällen (z.B. Laternenparker, Flotteneinsatz) zu erhalten.

In vorausgegangenen Projekten konnte der Nachweis erbracht werden, dass Elektrofahrzeuge prinzipiell dezentral in Abhängigkeit der aktuellen Produktionsleistung der Windkraftanlagen geladen werden können und somit eine realnutzerorientierte Elektromobilität entstehen kann. Allerdings zeigte sich auch, dass die Korrelation zwischen den zeitlichen Verläufen der Windenergieeinspeisung und der am Netz verfügbaren Fahrzeuge niedriger als erwartet ist.

Bisher existierten noch keine auf aktuellen Forschungsergebnissen abgeleitete Analyse möglicher Anwendungsfälle von Elektrofahrzeugen und deren Bewertung hinsichtlich ihrer Passung zu dem Konzept W2V. Zudem hat es sich in vorangegangenen Projekten gezeigt, dass die öffentliche Ladeinfrastruktur nicht in dem Maße in Anspruch genommen wurde wie erwartet. Die Kombination aus Fahrzeugreichweite und Lademöglichkeit zuhause lassen nur in wenigen Fällen einen Bedarf hierfür entstehen. Dennoch zeigen erste Nutzerbefragungen, dass ein Bedarf an ihrer Existenz artikuliert wird, in erster Linie im Sinne eines Versicherungsmotivs für den Fall der Fälle.

Unter der Berücksichtigung neuer Anwendungsfälle und Nutzungsgruppen z.B. wenn man die „Laternenparker“ dezidiert als Zielgruppe definiert oder große Flottenkunden die Privat und Geschäftsleuten ihre Fahrzeuge zur Verfügung stellen, dürfte sich der Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur deutlich ändern.

Vor diesem Hintergrund wurde ein Mehrwertdienst entwickelt und getestet, der aus einem Mobilitätsassistenten zur Unterstützung von Laden und Parken sowie einem kundengerechten Mobilitätspaket in Kombination von Laden und Parken besteht. Ziel war es durch gezielte Bereitstellung von Informationen die Fahrzeugverfügbarkeit am Netz zu erhöhen und die individuelle Mobilität der Nutzer zu unterstützen.

# Abschlussbericht

Das vorliegende Forschungsvorhaben wurde in Absprache mehrerer Partnern durchgeführt. Konsortialführer war Vattenfall Europe Innovation GmbH. Das Unternehmen war gleichzeitig verantwortlich für den Aufbau der Ladeinfrastruktur und aller Fragestellungen, die mit der Integration von Windstrom in Verbindung entstanden.

Als Partner der Automobilindustrie beteiligt sich die BMW AG an dem Vorhaben. Das Unternehmen stellt die siebzig MINI E Fahrzeuge als Versuchsträger zur Verfügung, organisiert den Betrieb der Flotte im operativen Einsatz in der Feldphase, generiert Daten zur Auswertung und steuert gemeinsam mit Vattenfall die wissenschaftlichen Fragestellungen.

Auf Seiten der Wissenschaft beteiligte sich an dem Vorhaben Prof. Westermann von der TU Ilmenau. Er war verantwortlich für das intelligente Laden und für die Entwicklung von Konzepten zur Steuerung des Lastflusses im Netz. Die Technische Universität Chemnitz, Prof. Dr. Josef Krems, übernahm die Entwicklung einer geeigneten Evaluationsmethodik sowie die Durchführung von Nutzerstudien zur Akzeptanz des Systemverbundes aus Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur sowie die Auswertung.

Eine besondere Herausforderung in der Projektdurchführung stellten die entstandenen Änderungsbedarfe und die daraus resultierenden Anpassungen bei allen beteiligten Partnern dar.

Es wurden folgende wesentlichen Entscheidungen während der Projektlaufzeit getroffen, die zum Zeitpunkt der Antragseinreichung nicht geplant waren:

- a) Umrüstung der E-Fahrzeug Ladekabel/infrastrukturseitig von einem Drehstromstecker auf einen IEC TYP II Stecker für die geplanten Erprobungsträger vom TYP MINI E,
- b) Umsetzung einer Nutzungsphase für die 30 geplanten Privatanwender im Pilotbetrieb anstatt der zu Antragseinreichung geplanten zwei Phasen für Privatanwender.

Die getroffenen Entscheidungen bedingen Änderungen für die Ausgestaltung einzelner Arbeitspakete der Verbundpartner für dieses Projekt. Die getroffenen Änderungen, teilweise verursacht bei einem Verbundpartner, bedingen teilweise Änderungen bei den anderen Verbundpartnern. Dies hat u. a. dazu geführt, dass der aufzubringende Eigenanteil der Wirtschaftsunternehmen Vattenfall Europe Innovation GmbH und BMW AG an dem Vorhaben erheblich erhöht werden musste. Wobei bereits an dieser Stelle festzuhalten ist, dass die übergeordnete Zielsetzung des Vorhabens nicht in Frage gestellt, sondern nach wie vor von allen beteiligten Partnern als Zielsetzung bestätigt wurden.

Das beantragte Beihilfe-Projekt diente also zu einer starken Beschleunigung des, Praxistests als Grundlage für zukünftige Elektrofahrzeuge im Premiumsegment der Automobile.



## **BMW AG - Zusammenfassung der Ziele des Vorhabens:**

Die Zielsetzungen des Projektes wurden erreicht. Die wesentlichen Leistungen von BMW in diesem Projekt umfassten die folgenden Aktivitäten:

- Entwicklung, Konzeption und Bereitstellung von bis zu 70 E-Fahrzeugen vom Typ „MINI E“ für die geplanten Untersuchungen im Feldtest in unterschiedlichen Anwendungsfällen bei Privat und Flottennutzern inklusive eines mit Vattenfall abgestimmten Ladekabels mit fahrzeugseitigem Stecker.
- Entwicklung, Umsetzung und Validierung eines kundenseitigen Mehrwertdienstes, dem sogenannten Mobilitätsassistenten auf Basis einer Smartphone Applikation.
- Entwicklung eines Service- und Betriebskonzeptes sowie Nutzungsüberlassungskonzeptes für die im Rahmen des Projektes bereitgestellte E-Fahrzeuge und Mehrwertdienste.
- Auswahl und Koordination der wissenschaftlichen Begleitforschung für das Projekt bezogen auf die fahrzeugseitigen Forschungsfragen.

## Ausgangssituation und Rahmenbedingungen

Von Politik und Wirtschaft wurden in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen unternommen. Dieser Weg ist unter Beachtung von technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen konsequent fortzusetzen, um die notwendigen klimapolitischen Ziele zu erreichen. Die Umsetzung dieser politischen Ziele erfordert Anstrengungen in allen Bereichen.

Bei der Umsetzung der umweltpolitischen Ziele speziell im Bereich der Elektromobilität, kommt dem Zusammenspiel zwischen Energieerzeugung und Automobilhersteller eine besondere Rolle zu. Ein Großteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Bundesrepublik Deutschland wird im Verkehrssektor verursacht. Elektromotoren sind deutlich effizienter als konventionelle Verbrennungsmotoren, verursachen keine Emissionen und sind sehr leise. Daher eignen sich Elektrofahrzeuge besonders für den Einsatz im innerstädtischen Bereich und führen zu einer Erhöhung der Lebensqualität.

Bei der Nutzung erneuerbarer Energien fällt dem Stromsektor eine besondere Bedeutung zu, in Deutschland insbesondere der Windenergie. Die Nutzung des Windenergiepotenzials setzt langfristig den konsequenten Ausbau erneuerbarer Energien auf der einen Seite aber auch einen Ausbau des Stromnetzes auf der anderen Seite voraus. Zudem erfordert sie alle technischen Möglichkeiten auf der Abnehmerseite zu nutzen. Dies bedeutet die Entwicklung intelligenter Haushaltsgeräte, Ausbau dezentraler Erzeugungssysteme, aber auch die Nutzung von Speichersystemen, wie sie sich mit der Entwicklung von Elektrofahrzeugen in vielfältiger Form anbieten.

In vorausgegangenen Projekten konnte bereits gezeigt werden, dass Elektrofahrzeuge dezentral in Abhängigkeit der aktuellen Produktionsleistung der Windkraftanlagen geladen werden können. Allerdings zeigte sich auch, dass die Korrelation zwischen den zeitlichen Verläufen der Windenergieeinspeisung und der summierten Ladeleistung der Fahrzeuge niedriger als erwartet ist. Dieses Phänomen trat insbesondere bei Privatnutzern auf.

Die Ursache liegt ersten Erkenntnissen zufolge zum Teil darin begründet, dass die Fahrzeuge – entgegen der Erwartungen – nicht immer an die Ladeinfrastruktur angeschlossen wurden, sobald dies möglich war. Im Gegenteil schöpften die Nutzer die Batteriekapazität über mehrere Tage aus, bevor sie das Fahrzeug wieder mit der Ladeinfrastruktur verbanden. Eine weitere Erkenntnis war, dass die Fahrzeuge in den Abendstunden angeschlossen wurden und über nachts luden. Tagsüber wurden sie vom Stromnetz getrennt. In der deutlich kleineren Gruppe der Betriebsflotten konnte dieses Phänomen dagegen nicht festgestellt werden – die Fahrzeuge wurden nach der Fahrt regelmäßig mit dem Stromnetz verbunden und standen der Wind-to-Vehicle- Applikation über lange Tageszeiträume zur Verfügung.

Die Unterschiede im Verhalten der Nutzergruppen sowie in den unterschiedlichen Anwendungsfällen müssen vor einer Kommerzialisierung der Elektromobilität mit

dem Konzept W2V aufgeklärt werden, sodass die Technik möglichst zielgerichtet und auf die Nutzerbedarfe und unterschiedliche Anwendungsfälle hin ausgerichtet eingesetzt werden kann. Dazu sind relevante Anwendungsfälle für den Einsatz von Elektrofahrzeugen aus Fahrzeughersteller- und energiewirtschaftlicher Sicht zu identifizieren und durch Nutzerforschung und Feldversuche im Hinblick auf das Wind-to-Vehicle-Konzept zu erforschen.

Mögliche Anwendungsfälle können dabei sein:

Flotten:

Hier wird zunächst eine höhere tägliche Fahrleistung und damit Auslastung vermutet, was eine wichtige Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb der Elektrofahrzeuge darstellt. Allerdings gibt es eine Vielzahl von Flottentypen mit unterschiedlichen Einsatzspektren und Nutzungsmustern. Eine detaillierte Vorab-Analyse wurde daher notwendig.

Privatkunden:

Mit für die Windintegration günstigen Fahrtprofilen mit langen regelmäßigen Strecken (z. B. Pendler).

Privatkunden ohne hauseigene Ladeinfrastruktur:

Die auf öffentliche Ladeinfrastrukturen angewiesen sind („Laternenparker“). Die öffentliche Ladeinfrastruktur wurde aufgrund der in früheren Projekten getroffenen Annahmen nicht an das Wind-to-Vehicle-Konzept angeschlossen.

Die Validität dieser Annahmen wurde im Rahmen der Nutzerforschung dieses Vorhabens hinterfragt.

Ein weiterer wichtiger Befund aus Zwischenergebnissen vorangegangener Projekte betrifft die Akzeptanz der Nutzer hinsichtlich des Gesamtsystems Elektromobilität. Es zeigt sich, dass Nutzer die objektiven Einschränkungen von E-Fahrzeugen insbesondere in Bezug auf die reduzierten Reichweiten sowie notwendige Ladezeiten subjektiv nicht als Nutzungshemmnis wahrnehmen. Diese Nutzer ziehen Elektromobilität daher generell als eine alltagstaugliche Mobilitätsoption in Betracht. Dieses ist eine Schlüsselvoraussetzung für den späteren großflächigen Einsatz von Elektrofahrzeugen und somit auch der Bereitstellung größerer und somit betriebswirtschaftlich sinnvoller Kapazitäten für das Konzept W2V.

Nur ein vom Nutzer bewegtes und alltäglich eingesetztes Fahrzeug sowie ein Fahrzeug, das in den Zeiten, in denen es nicht verwendet wird, auch an die Ladeinfrastruktur angeschlossen ist, kann einen wirklichen Beitrag zum Umweltschutz leisten und weist eine entsprechend notwendige Fahrleistung sowie Passung für das Konzept W2V auf.

# Abschlussbericht

Es hat sich zudem gezeigt, dass die öffentliche Ladeinfrastruktur nur sehr selten in Anspruch genommen wird. Die Kombination aus Fahrzeugreichweite und Lademöglichkeit zuhause lassen nur in wenigen Fällen einen Bedarf hierfür entstehen. Dennoch zeigen die Nutzerbefragungen, dass ein Bedarf an ihrer Existenz artikuliert wird, in erster Linie im Sinne eines Versicherungsmotivs für den Fall der Fälle. Wenn man zudem insbesondere nunmehr die „Laternenparker“ dezidiert als Zielgruppe definiert, dürfte sich der Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur deutlich ändern.

Vor diesem Hintergrund wurde ein Mehrwertdienst entwickelt und getestet, der aus einem Mobilitätsassistenten zur Unterstützung von Laden und Parken sowie einem kundengerechten Mobilitätspaket in Kombination von Laden und Parken besteht. Diese Anwendungen stellen auf Grundlage der bereits empirisch ermittelten Ergebnisse einen weiteren Schritt zur Steigerung der Nutzerakzeptanz dar, was über den Mengeneffekt die Verfügbarkeit von Fahrzeugbatterien für die Windintegration steigert.

Das vorliegende Verbundvorhaben wurde durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Förderschwerpunkt „Elektromobilität / Feldversuche Pkw-Verkehr“ über das Konjunkturpaket II der Bundesregierung gefördert.

Erschwerend wirkte, dass die Projektpartner den Feldversuch in Berlin durchführten, die Projektmitarbeiter aber verteilt an den Standorten Berlin, München, Hamburg, Chemnitz und Ilmenau arbeiteten. Durch diese Faktoren wurden eine sehr intensive Abstimmung zwischen den Verbundpartnern und ein schrittweises und konzentriertes Vorgehen notwendig.

# Abschlussbericht

## Planung und Ablauf des Vorhabens

Das in diesem Bericht beschriebene Vorhaben lässt sich thematisch in eine Konzeptionsphase und eine Feldphase unterteilen.

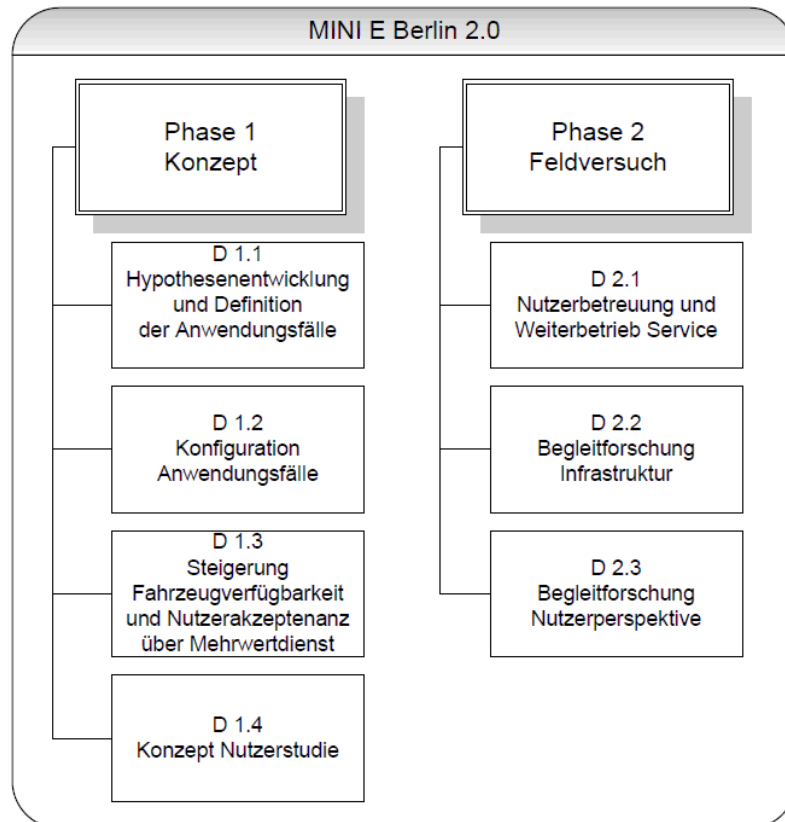


Abbildung 2: Projektstruktur MINI E powered by Vattenfall V2.0

Jede Phase ist dabei in mehrere Ergebnisbeiträge (Deliverables) unterteilt. Die Ergebnisse der Deliverables wurden durch die Umsetzung der darin befindlichen Arbeitspakete auf Partnerebene erreicht. Dabei ist zu beachten, dass in der Regel mehrere Partner inhaltliche Beiträge (Arbeitspakete) je Deliverable hatten. In diesem Dokument befindet sich die Berichterstattung zu den von BMW verantworteten Arbeitspaketen. Um die Informationen zu allen Arbeitspaketen des Gesamtprojektes „MINI E powered by Vattenfall V2.0“ zu erhalten sind die Abschlussberichte der Technischen Universität Chemnitz und der Vattenfall Europe Innovation GmbH zu lesen.

# Abschlussbericht

## Arbeitspakete

Das Förderprojekt „MINI E powered by Vattenfall V2.0“ wurde von den beteiligten Fachstellen der BMW AG unter enger Einbindung der jeweiligen Entwicklungspartner abgearbeitet, die zentrale Projektleitungsrolle lag im Bereich Produktlinie project i – Innovationsprojekte E-Mobilität. Die Arbeiten erfolgten teilweise zeitlich parallel um den gesetzten Terminplan einzuhalten. Der Beitrag von BMW zur Realisierung des Gesamtprojektes lag in der Umsetzung der folgenden Arbeitspakete:

<b>Arbeitspaket Nr.</b>	<b>Bezeichnung des Arbeitspakets</b>
AP 1.1.1	Definition möglicher Anwendungsfälle aus automotiver Sicht
AP 1.1.4	Auswahl der Anwendungsfälle für E-Fzg zur Verbesserung der Korrelation mit dem Konzept W2V im Feld
AP 1.1.5	Prüfung und Bewertung der Anwendungsfälle bzgl. der automotiven Anforderungen wie Fahrleistung und Flottengröße
AP 1.2.1	Erarbeitung eines Nutzungsmodells für die MINI E Fahrzeuge.
AP 1.2.3	Erarbeitung einer Fahrzeugeinsatzplanung
AP 1.2.4	Identifikation notwendiger Umsetzungspartner und Erstellung von Kooperationsvereinbarungen.
AP 1.3.1	Konsolidierung der Anforderungsspezifikation für Mobilitätsassistenten in Abstimmung mit Projektpartnern
AP 1.3.2	Pilothafte Implementierung und Betrieb des Mobilitätsassistenten
AP 1.3.3	Iterative Verbesserung des Assistenten aufgrund empirischer Ergebnisse aus Nutzerstudie
AP 1.3.4	Bewertung der erarbeiteten Lösungen und Ableitung von Empfehlungen für den Regelbetrieb
AP 1.4.1	Definition der Forschungsfragen aus automotiver Sicht sowie koordinativer Abgleich der Forschungsinteressen mit allen Projektpartnern über die gesamte Projektlaufzeit
AP 2.1.1	Sicherstellung der Betriebs- und Betreuungsstruktur
AP 2.1.2	Aufbereitung der MINI E für Feldphase
AP 2.1.3	Kaufmännische Betreuung der Probanden im Feldtest
AP 2.1.4	Servicebetreuung der Prototypen im Feldtest (z.B. Flying Doctor), Schulung Nutzung
AP 2.1.5	Sicherstellung der Service-Organisation für Hochvolt
AP 2.1.6	Flottenmanagement und Einsatzsteuerung
AP 2.3.2	Betrieb Datenlogger und Datenaufbereitung

Tabelle 1: Arbeitspakete der BMW AG

# Abschlussbericht

## Terminplan

Basierend auf den gemeinsamen Vereinbarungen mit den Partnern im Konsortium wurde zu Beginn des Projektes (04/2010) der in der folgenden Abbildung dargestellte Terminplan vereinbart.

### Meilensteinplan MINI E powered by Vattenfall V2.0

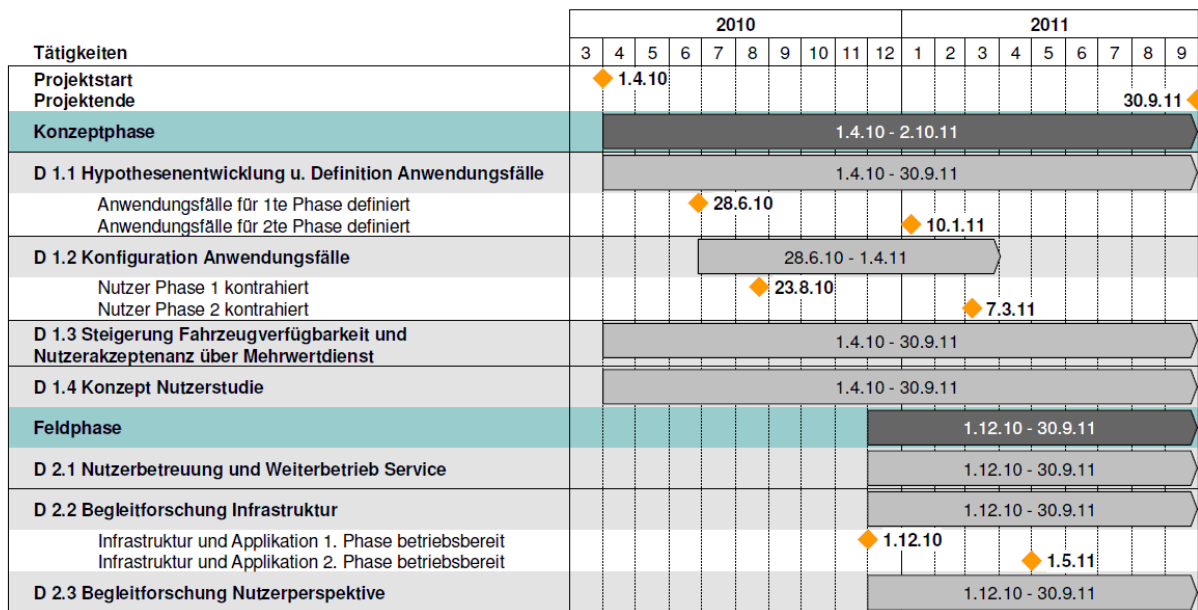


Abbildung 3: Terminplan zu Projektbeginn 04/2010

Bei diesem terminlichen Ansatz waren zwei Nutzungsphasen in der Feldphase für die Privatanutzer unterstellt. Aufgrund von im Konsortium beschlossenen Änderungen wurden Anpassungen des Terminplans während der Durchführung des Vorhabens notwendig und ein neuer verabschiedeter terminlicher Planstand wurde erzeugt. Dieser ist in der folgenden Abbildung ersichtlich. Eine wesentliche Änderung war, dass beschlossen wurde nicht zwei sondern nur eine Nutzungsphase für die Privatanutzer zu realisieren. Dies resultierte daraus, dass sowohl die Ladekabel für die eingesetzten Elektrofahrzeuge vom Typ MINI E als auch die vorhandene sowie neue Ladeinfrastruktur auf ein neues Steckerkonzeptes technisch umgerüstet werden mussten. Für diese Aktivitäten waren mehrere Wochen Zeitbedarf notwendig, was dazu führte, dass eine Verzögerung in der Durchführung der geplanten Feldphase von mehreren Wochen auftrat. Als Konsequenz daraus wurde nur eine Nutzungsphase für die Pri-

# Abschlussbericht

vatnutzer im Konsortium beschlossen, da zwei Nutzungsphasen in der verbliebenen Projektlaufzeit als nicht zielführend beschlossen wurde.

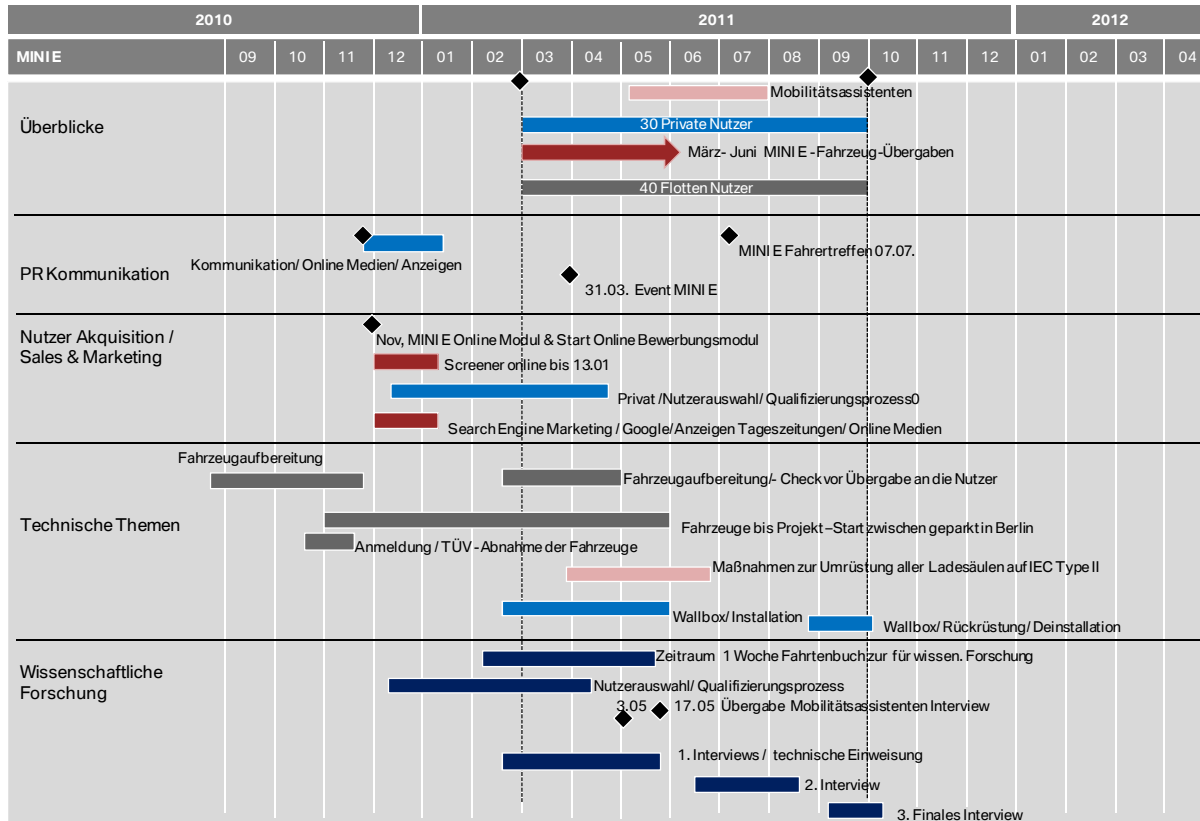


Abbildung 4: Neuer Planstand Terminplan nach Änderungen 03/2011

Der Anfang 2011 angepasste neue Planstand der Terminplanung hatte Bestand bis Projektende 09/2011 und wurde entsprechend umgesetzt.



## Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Projektarbeit wurde von den beteiligten Fachstellen der BMW AG unter enger Einbindung der folgenden BMW externen Unternehmen durchgeführt:

### **Berner&Mattner Systemtechnik GmbH, HaCon Ingenieurgesellschaft mbH, Ferchau Engineering GmbH, München**

Unterstützung bei der Realisierung, der Anforderungsspezifikation, der iterativen Verbesserung sowie der Ableitung von Empfehlungen für den Regelbetrieb des Mobilitätsassistenten. Zu den Aufgaben gehörten im Detail:

- Technisch-funktionale Anforderungsdefinition aufgrund von Nutzerpräferenzen
- Erstellung von Szenarien für Funktions- und Bedienkonzept
- Konzeption prototypische Umsetzung auf CE-Gerät (Alpha-Test)
- Identifikation und notwendige Interaktion von Systemkomponenten als Basis für die Erstellung eines übergreifenden Funktionskonzepts für die gesamte Verarbeitungskette
- Definition der funktionalen Produktmerkmale und Qualitätsanforderungen
- Lieferantanalyse für Ladestationen, Parken+Laden, Park+Ride, ÖV-Fahrplaninformation
- Erstellung eines Provisioning-Konzepts
- Übergreifendes Funktionskonzept für die gesamte Verarbeitungskette Content Provider - Service Provider – Endkunde
- Lieferantenauswahl für folgende Dienstekomponenten: Ladestationen, Parken+Laden, Park+Ride, ÖV-Fahrplaninformation
- Konzeption und Abstimmung der generellen logischen und funktionalen Systemarchitektur und Datenverarbeitungsprozesse
- Konzeption einer Smart-Phone Applikation (iPhone®) mit bedarfsgerechtem Benutzerinterface und kognitiv optimierter Informationsdarstellung
- Erzeugung und Applizierung von Test-Cases
- Tests und Plausibilitätsprüfung unter Nutzung von Referenzquellen (z. B. Ladestationsdaten Vattenfall, ÖV-Verbindungen BVG, Parkdaten ADAC, etc.)
- Identifizierung und Dokumentation von Fehlern und Schwachstellen
- Begleitung der Integration der Änderungen und Anpassungen
- Funktionale Analyse der Datenverarbeitungskette
- Auswertung von Nutzungsdaten, Datenqualität und Systemzulässigkeit
- Qualitative Bewertung in Sinne einer Technologie-Portfolio-Analyse
- Implementierungsempfehlungen für einen möglichen Regelbetrieb

## **SpiegelInstitut, Mannheim GmbH & Co. KG**

Unterstützung bei der Ausführung der wissenschaftlichen Begleitforschung. Zu den Aufgaben gehörten im Detail:

- Die inhaltlichen Fragestellungen bzgl. der Forschungsinhalte der BMW Fachstellen zu sammeln und zu koordinieren. Diese Fragestellungen in die Erhebungen vor Ort (Berlin) einzubringen.
- Aktive Beteiligung bei der Wahl der einzusetzenden Methoden und der Erarbeitung und Anpassung des Erhebungsmaterials in Zusammenarbeit mit den Partnern vor Ort (Agenturen/Universitäten). Damit, Sicherstellung einer methodischen Qualität.
- Nach Beginn der Feldphase wurde auf eine ordnungsgemäße Datenerhebung und die Sicherstellung der Datenqualität geachtet.
- Die Vor- und Nachbereitung, die Organisation und die Teilnahme an Meetings und Veranstaltungen der wissenschaftlichen und technischen Partner wurde unterstützt.
- Im Rahmen der Erstellung und der Durchführung der Nutzerstudien wurde mit den Partnern vor Ort zusammen gearbeitet und ein enger operativer Kontakt gehalten.
- Die bereits vorliegenden Ergebnisse aus anderen Forschungsaktivitäten wurden mit den neu erarbeiteten Ergebnissen abgeglichen. Die Erfahrungen aus anderen Projekten fanden ihren Eingang in die aktuellen Tätigkeiten.
- Es wurde sichergestellt, dass ein ständiger Abgleich der Befunde zu Projektbeginn mit dem aktuellen Projektstand hinsichtlich der dynamischen Veränderungen bei der technischen Entwicklung während der Projektlaufzeit stattfand.
- Im Rahmen der Zusammenarbeit mit den Konsortialpartnern und den politischen Partnern wurden eigenständig inhaltliche Themen übernommen und ausgearbeitet.

## **Volke Consulting Engineers GmbH & Co Planungs KG:**

Unterstützung bei dem Betrieb der Datenlogger und Auswertungen der Datenloggerdaten aus dem Betrieb der Elektrofahrzeuge in der Feldphase. Ziel war es, die im Vorfeld besprochenen Analysen termingerecht für die Projektpartner aufzubereiten und bereitzustellen. Zu den Aufgaben gehörten im Detail:

- Die Datenaufzeichnung und Speicherung wurde durchgeführt
- Die Daten wurden auf Basis vereinbarter Auswertungen aufbereitet
- Die Adaptation der Datenauswertung an Umfänge des aktuellen Projekts wurde sichergestellt
- Bereitstellung der abgeleiteten Information an die übrigen Projektpartner

## II. EINGEHENDE DARSTELLUNG

In diesem zweiten Teil des Abschlussberichts werden die Ergebnisse der einzelnen von BMW verantworteten Arbeitspakete aus dem Förderprojekt „MINI E powered by Vattenfall V2.0“ ausführlich beschrieben.

Damit ein Bezug zu den Ergebnissen des Gesamtvorhabens hergestellt werden kann wurde im Konsortium vereinbart, das in jedem individuellen Abschlussbericht der Konsortiumsmitglieder die Beschreibung der Deliverable-Ergebnisse im Wortlaut gleich ausgewiesen ist. Die Formulierungen der Deliverables wurden dazu im Vorfeld der Abschlussberichterstattung im Konsortium vereinbart. So soll ein Bezug/Beitrag der individuellen Ergebnisse auf Arbeitspaketebene zu den Gesamtergebnissen des jeweiligen Deliverables, welches in den meisten Fällen durch Beiträge aller Konsortiumsmitglieder erreicht wurde, sichergestellt werden.

### 3. Ausführliche Darstellung in Bezug zum Arbeitsplan

Wie bereits erwähnt gliedert sich das Förderprojekt „MINI E powered by Vattenfall V2.0“ in die folgenden sieben Deliverables:

<b>Deliverable</b>	<b>Beschreibung</b>
D1.1	Hypothesenentwicklung und Definition der Anwendungsfälle
D1.2	Konfiguration der Anwendungsfälle
D1.3	Steigerung der Fahrzeugverfügbarkeit und Nutzerakzeptanz durch Mehrwertdienst
D1.4	Konzeptionierung Nutzerstudie
D2.1	Nutzerbetreuung und Weiterbetrieb Service
D2.2	Begleitforschung Infrastruktur
D2.3	Begleitforschung Nutzerperspektive

Tabelle 2: Übersicht Deliverables

Im Folgenden findet sich die eingehende Darstellung der Leistungen der BMW AG in dem Förderprojekt „MINI E powered by Vattenfall V2.0“ in der folgenden Logik:

Beschreibung Deliverable-Ergebnis (im Wortlaut gleich in allen Abschlussberichten der Konsortiumsmitglieder)

Beschreibung der von BMW verantworteten Arbeitspakete als Ergebnisbeitrag zu dem jeweiligen Deliverable.

*Zum, Beispiel:*

## *D1.1 Hypothesenentwicklung und Definition Anwendungsfälle*

*AP 1.1.1 Definition möglicher Anwendungsfälle aus automotive Sicht  
(BMW Beitrag)*

### **Deliverable 1.1**

#### **Hypothesenentwicklung und Definition der Anwendungsfälle**

Die aus den prototypischen Zielgruppen abgeleiteten zu untersuchenden Anwendungsfälle wurden definiert, z.B. Privatanutzer ohne eigene Lademöglichkeit und Flottenanwender. Dabei wurden die Bewertungskriterien aus Energieversorger- und Automobilherstellersicht berücksichtigt, wie die prognostizierte Verfügbarkeit am Netz oder angenommene Mobilitätsmuster. Die Anwendungsfälle wurden anhand von wissenschaftlichen Kriterien analysiert, bewertet und für den Einsatz in der Feldphase bestätigt.

Im Rahmen des Deliverable 1.1 verantwortete BMW die Realisierung der Arbeitspakete AP 1.1.1, AP 1.1.4 sowie AP 1.1.5, diese sind im Folgenden beschrieben.

<b>Firma / Institut</b> <b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> <b>Definition möglicher Anwendungsfälle aus automotive Sicht</b>	<b>Arbeitspaketnummer</b> <b>1.1.1</b>
<b>1. Ziele und Aufgaben</b>  Bisher existiert noch keine auf den aktuellen Forschungsergebnissen abgeleitete Analyse möglicher Anwendungsfälle von Elektrofahrzeugen und deren Bewertung hinsichtlich ihrer Passung zu dem Konzept W2V. Ziel dieses Arbeitspakets ist daher die Konsolidierung der Sammlung und Strukturierung potentieller Anwendungsfälle sowie Zielgruppen für Elektromobilität unter Berücksichtigung von Daten aus vorangegangenen Projekten wie z.B. MINI E Berlin 1.0. Insbesondere steht hier die Analyse und Quantifizierung der Fahrleistung und somit auch des Energiebedarfs über die Tageszeit, Ladezeiten sowie Verfügbarkeit am Netz im Vordergrund. Die so identifizierten Zielgruppen von potentiellen Nutzern von Elektrofahrzeugen wurden hinsichtlich ihrer Passung zu dem Konzept Wind2Vehicle (W2V) bewertet und analysiert.	

## 2. Vorgehen / Methodik

Um die in Arbeitspaket 1.1.1 definierten Ziele zu erreichen, wurden zunächst theoretisch mögliche Anwendungsfälle aus automotive Sicht erarbeitet und auf Seiten des Automobilherstellers zur Diskussion gestellt. Wichtiger Bestandteil dieses Arbeitsschritts war die Frage nach potentiellen Zielgruppen für Elektromobilität und deren denkbaren Einsatzarten für die elektrischen Fahrzeuge.

In mehreren Abstimmungsschritten wurde das Erarbeitete zum einen auf Plausibilität und Vollständigkeit und zum anderen auf die Möglichkeit einer Realisierung im Förderprojekt hin geprüft. Als Basis für eine erste Annahme fungierten in diesem Kontext die Ergebnisse und Erkenntnisse sowie Barrieren aus dem Projekt MINI E Berlin 1.0. Diese wurden durch Ergebnisse von Analysen in Bezug auf die Bereiche Fahrleistung, Energiebedarf zu differierenden Tageszeiten, Ladezeiten, Verfügbarkeit am Netz sowie Alltagstauglichkeit und Nutzeranforderungen inhaltlich untermauert.

# Abschlussbericht

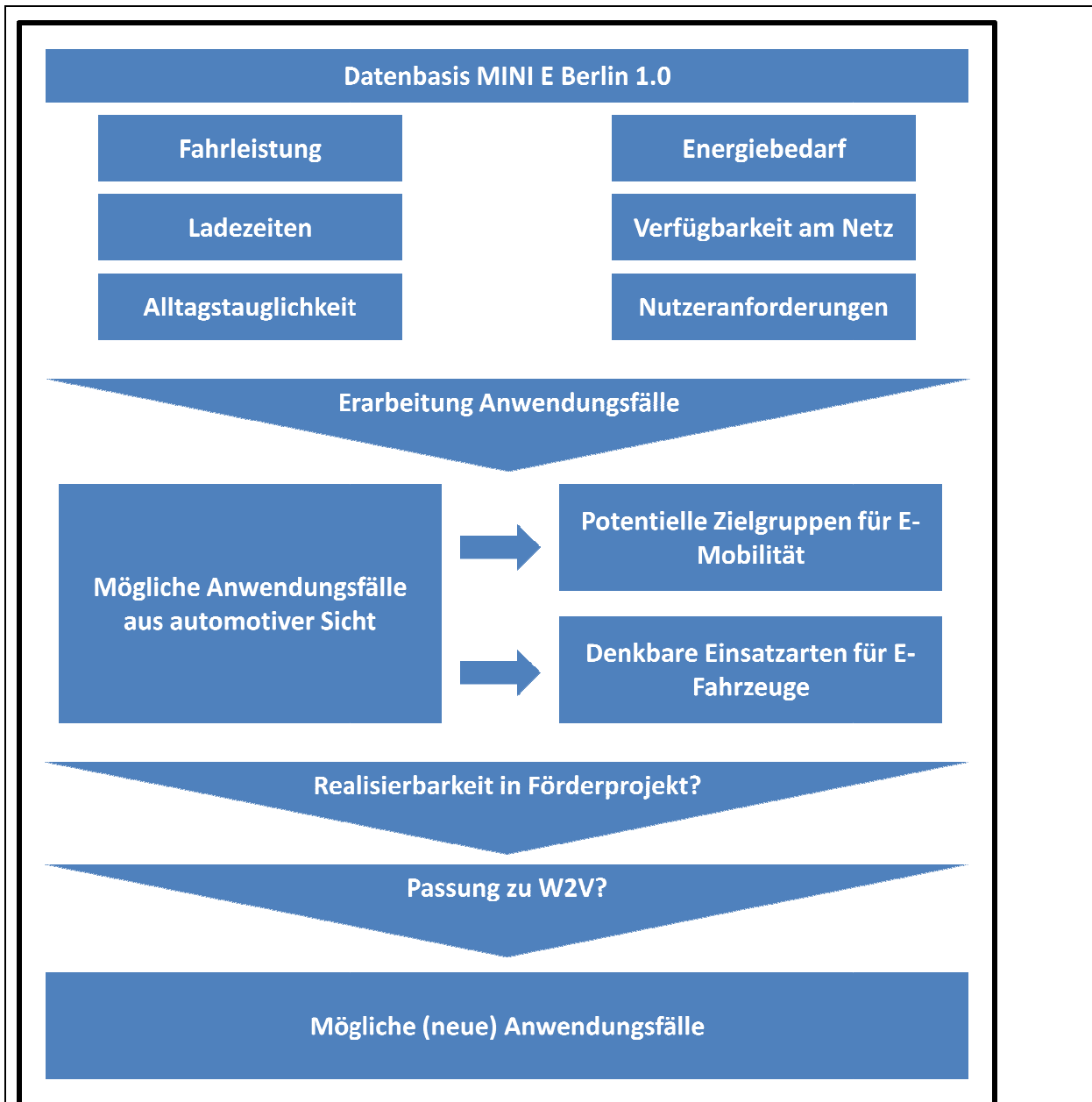


Abbildung 5: Prozessablauf Identifizierung potentieller Anwendungsfälle

Auf Basis dieser Ausarbeitung wurde eine Matrix erstellt, welche die im Rahmen des Projekts MINI E Berlin 2.0 aus Sicht des Automobilherstellers umsetzbaren Anwendungsfälle beinhaltet.

Es wurde stets darauf geachtet, dass die möglichen Anwendungsfälle, die für die Bereitstellung für die Nutzungsphase vorgesehen waren, zur Verbesserung der Korrelation mit dem Konzept W2V beitragen.

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In Arbeitspaket 1.1.1 wurden die möglichen Anwendungsfälle aus automotiver Sicht in einer Matrix gesammelt und für den weiteren Projektverlauf zur Verfügung gestellt. Es lag somit ein Ergebnis vor, das mit den Projektpartnern Vattenfall (aus energiewirtschaftlicher Sicht) sowie der Technischen Universität Chemnitz (aus wissenschaftlicher Sicht) abgestimmt werden konnte.

Im Vergleich zu MINI E Berlin 1.0 wurde der Fokus des Interesses auf die Anwendungsfälle „Stärkung des Car Sharings“, „Neue Firmen-/Behördenflotten“, „Neue Flottenanwendungen“ (z.B. Flughafen), „Park & Ride / Pendler“ sowie „Parke & Charge / Laternenparker“ gelegt.

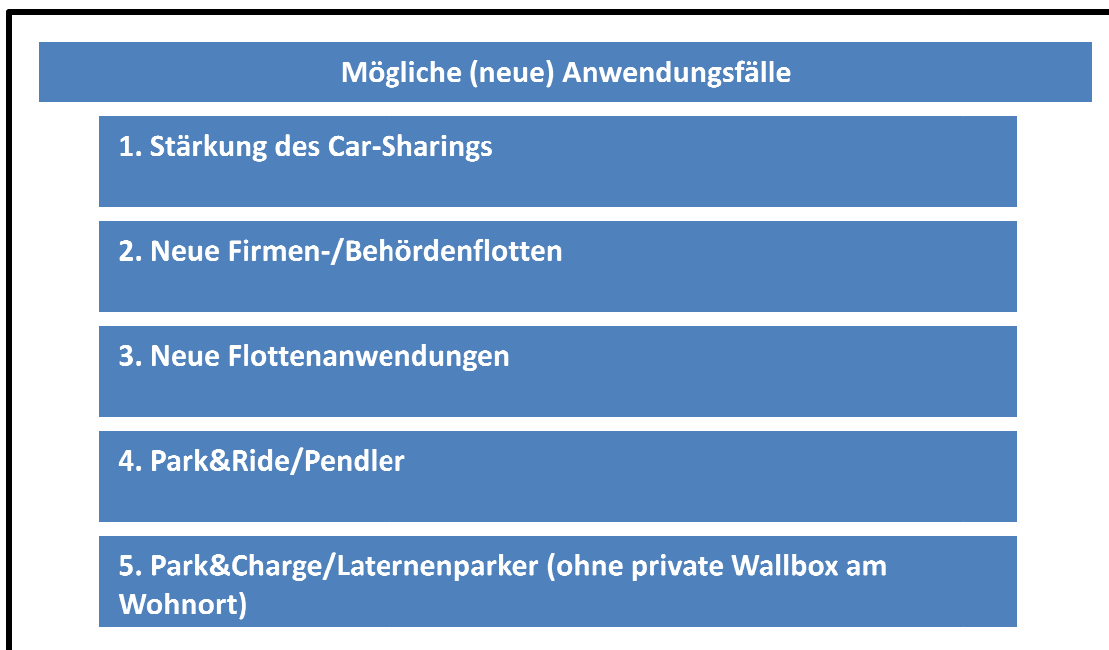


Abbildung 6: Mögliche neue Anwendungsfälle MINI E V2.0

Die genannten Nutzergruppen wurden wie folgt definiert: „Park & Charge / Laternenparker“ waren Privatanutzer, die über keinen eigenen Stellplatz verfügten und die gesamten Ladevorgänge des Fahrzeugs über das Angebot öffentlicher Ladestationen organisieren mussten. Als Nebenbedingung gab es zwei grundsätzlich unterschiedliche Nutzerprofile. Die erste Gruppe sollte den MINI E als einziges Fahrzeug nutzen und so eine Dauerbelastung bzw. ständige Nutzung des Fahrzeuges garantieren. Die zweite Gruppe sollte das Elektrofahrzeug als Zweitfahrzeug nutzen und so dessen Tauglichkeit als Ergänzungsfahrzeug prüfen. In beiden Gruppen wurde ein Teil der Fahrzeuge für einen definierten Zeitraum mit einem Mobilitätsassistenten (iPhone inklusive entwickelter Applikation) ausgestattet.

„Park & Ride / Pendler“ waren im Gegensatz zu oben genanntem Privatanutzer, die über einen privaten Stellplatz verfügten, an welchem die Wall-Box für die Fahrzeugbeladung angebracht werden konnte. Auch die Fahrzeuge dieser Nutzergruppe wurden mit dem bereits erwähnten

# Abschlussbericht

Mobilitätsassistenten ausgerüstet.

Im Bereich des Car-Sharings wurden durch die Vergabe an entsprechende Gewerbekunden die Fahrzeuge größtenteils im innerstädtischen Kurzstreckenverkehr eingesetzt. Aus dieser Nutzungsalternative sollten wesentliche Erkenntnisse für zukünftige Mobilitätskonzepte gewonnen werden.

Flottenkunden waren abschließend Gewerbekunden mit einem oder mehreren Elektrofahrzeugen, eingebettet in einen Fuhrpark und einer entsprechenden vorhandenen Ladeinfrastruktur auf dem Firmengelände.

## Firma / Institut

**BMW AG**

## Arbeitspakettitel

**Auswahl der Anwendungsfälle für E-Fzg zur Verbesserung der Korrelation mit dem Konzept W2V im Feld**

## Arbeitspaketnummer

**1.1.4**

### 1. Ziele und Aufgaben

In diesem Arbeitspaket wurden die in Deliverable 1.1 identifizierten und bewerteten Anwendungsfälle von Elektrofahrzeugen hinsichtlich einer exemplarischen Umsetzung im Feld im Rahmen der Projektlaufzeit bewertet. Es wurden genau die Anwendungsfälle identifiziert, bei denen eine empirische Betrachtung innerhalb des vorliegenden Projekts einen maximalen Mehrwert hinsichtlich der Datenlage für das Konzept W2V erwarten lässt.

Es wurden auf Grundlage der konsolidierten Datenlage die Anwendungsfälle für die empirische Feldphase identifiziert, um einen maximalen empirischen Mehrwert im Projekt generieren zu können. Die finale Auswahl und Bestätigung der Anwendungsfälle erfolgt in Ab- und Zustimmung mit allen Projektpartnern.

### 2. Vorgehen / Methodik

Zur Erreichung der in Arbeitspaket 1.1.4 definierten Ziele wurde die konsolidierte Datenbasis zu den ausgewählten Anwendungsfällen einer kritischen Prüfung unterzogen. Daran anschließend wurden, in Abstimmung mit den Arbeitspaketen AP 1.1.1, AP 1.1.2 sowie AP 1.1.5 die ausgewählten Anwendungsfälle in punkto empirischer Forschungsbedarf bewertet und anschließend final dargestellt.

In einem letzten Schritt konnten dann die angesprochenen finalen, zur Umsetzung im Projekt ausgewählten Anwendungsfälle im Konsortium abgestimmt werden. Die Anmerkungen und Vorschläge der Projektpartner wurden hierbei aufgenommen und in den Prozess integriert.



# Abschlussbericht

Die Korrelation mit dem Konzept W2V stand hierbei stets im Fokus des Interesses und es wurde angestrebt, einen maximalen Mehrwert hinsichtlich der Datenlage für das W2V-Konzept zu generieren.

Es wurde zu einem späteren Zeitpunkt eine Lonlist mit potentiellen Kandidatinnen und Kandidaten erstellt, welche als Basis für die Konzeption einer Nutzer-Shortlist fungierte. Die Longlist bestand aus Personen, die durch einen mit den Projektpartnern abgestimmten Filterprozess ausgewählt wurden (nach Bewerbung über das geschaltete Onlinetool). Die Shortlist wiederum beinhaltete dann diejenigen Personen, die aus wissenschaftlicher Sicht in besonderem Maße für die Teilnahme am Projekt geeignet waren.

### 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In diesem Arbeitspaket wurden, in Abstimmung mit Arbeitspaket AP 1.1.5, die Aktivitäten zur Auswahl und Erstellung einer Shortlist sowie Prüfung und detaillierter Bewertung der Shortlist im ersten Quartal 2011 abgeschlossen.

Die Gespräche mit potentiellen Flottennutzern fanden parallel zu denen mit Privatzutzern statt. In den Gesprächen wurden zunächst die wesentlichen Rahmenparameter geklärt, um die grundsätzliche positive Bereitschaft der Kunden zur Projektteilnahme im Detail abzustimmen.

Die schlussendlich ausgewählten Nutzer im privaten wie gewerblichen Bereich deckten die im Vorfeld definierten und angestrebten Use-Cases, siehe hierzu auch AP 1.1.1 ab.

#### Firma / Institut

**BMW AG**

#### Arbeitspakettitel

**Prüfung und Bewertung der Anwendungsfälle bzgl. der automotiven Anforderungen wie Fahrleistung und Flottengröße**

#### Arbeitspaketnummer

**1.1.5**

### 1. Ziele und Aufgaben

Ziel dieses Arbeitspakets ist die Prüfung und Bewertung der unter AP 1.1.1 identifizierten Anwendungsfälle aus Sicht der automotiven Anforderungen wie etwa Fahrleistung sowie analysierte Flottengröße.

## 2. Vorgehen / Methodik

In diesem Arbeitspaket wurden, um die vorher definierten Ziele zu erreichen, in Abstimmung mit den Arbeitspaketen AP 1.1.1 und AP 1.1.4 die bereits gewonnenen Daten aus dem Projekt MINI E Berlin 1.0 ausführlich bearbeitet.

Darauf aufbauend wurden die aufbereiteten Daten aus automotiven Gesichtspunkten gesichtet und im Kontext der in Deliverable D1.1. zu erarbeitenden Anwendungsfälle analysiert. Es wurde sichergestellt, dass die automotiven Anforderungen wie beispielsweise Fahrleistung und Flottengröße in den definierten Anwendungsfällen Beachtung fanden.

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In diesem Arbeitspaket wurden, in Abstimmung mit Arbeitspaket AP 1.1.4, die Aktivitäten zur Auswahl und Erstellung einer Shortlist sowie Prüfung und detaillierter Bewertung der Shortlist im ersten Quartal 2011 abgeschlossen.

Die Gespräche mit potentiellen Flottennutzern fanden parallel zu denen mit Privatnutzern statt. In den Gesprächen wurden zunächst die wesentlichen Rahmenparameter geklärt, um die grundsätzliche positive Bereitschaft der Kunden zur Projektteilnahme im Detail abzustimmen.

Die schlussendlich ausgewählten Nutzer im privaten wie gewerblichen Bereich decken die im Vorfeld definierten und angestrebten Use-Cases, siehe hierzu auch AP 1.1.1., ab.

Mit Blick auf die Anwendungsfälle bezüglich der automotiven Anforderungen kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass sie zur Beantwortung der Fragestellungen in punkto Fahrleistung und Flottengröße im umsetzbaren Rahmen bestmöglich beitragen.

Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen sind zu großen Teilen gleich AP 1.1.4, da die Aktivitäten innerhalb beider Arbeitspakete vernetzt durchgeführt wurden.

## Deliverble 1.2

### Konfiguration der Anwendungsfälle

Ein Nutzungsmodell für die Anwendungsfälle im Privat- und Flottenkundensegment unter Berücksichtigung der wesentlichen Stellhebel des Nutzungs- und Ladeverhaltens wurde definiert. Die Privat- und Flottenkunden wurden auf Basis der Korrelation zwischen Nutzungsmodell und Anwendungsfall ausgewählt. Wesentliche Voraussetzungen für die Auswahl waren die Eignung aus wissenschaftlicher Sicht und die netztechnische und praktische Umsetzbarkeit. Der Einsatz der Fahrzeuge bei Flottenkunden im Anwendungsfall Car Sharing wurde durch den ausgewählten Partner gesteuert.

Im Rahmen des Deliverable 1.2 verantwortete BMW die Realisierung der Arbeitspakete AP 1.2.1, AP 1.2.3 sowie AP 1.2.4, diese sind im Folgenden beschrieben.

<b>Firma / Institut</b> <b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> <b>Erarbeitung eines Nutzungsmodells für die MINI E Fahrzeuge.</b>	<b>Arbeitspaketnummer</b> <b>1.2.1</b>
<b>1. Ziele und Aufgaben</b>  In dem Fördervorhaben wurden Privat- und Geschäfts-/Flottenkunden in die Nutzung der MINI E Fahrzeuge einbezogen. Es wurde angenommen, dass eine kombinierte Nutzung eines Fahrzeugpools durch Privat- als auch Geschäftskunden die Auslastung der Fahrzeuge sowie die Fahrleistung erhöht. Als weiterer Effekt wurde erwartet, dass die Verfügbarkeit der Fahrzeuge an der Ladeinfrastruktur durch eine kombinierte Nutzung steigt.  Die spezifischen Aspekte einer kombinierten privat und geschäftlichen Nutzung der MINI E Fahrzeuge wurden in diesem Arbeitspaket erarbeitet und in Form eines Nutzungsmodells fixiert werden.	
<b>2. Vorgehen / Methodik</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Klärung der Anforderungen eines privaten und geschäftlichen Nutzungsmodells Bestimmung von Stellhebeln des Nutzungs- und Ladeverhaltens im privaten und geschäftlichen Kontext.</li><li>• Erarbeitung eines Nutzungsmodells inkl. Fahrzeugpoolmanagement (1Nutzungsphase oder mehrere Nutzungsphasen während der Projektlaufzeit, Fahrzeugbuchung, Abrechnung, Preismodell etc.)</li></ul>	

### 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im Arbeitspaket 1.2.1 wurden Nutzungsmodelle für Privat- und Flottenkunden definiert und die Kundenlisten erstellt.

Dabei wurden die zu untersuchenden Anwendungsfälle und Nutzergruppen aus dem D1.1 berücksichtigt, siehe folgende Abbildung:

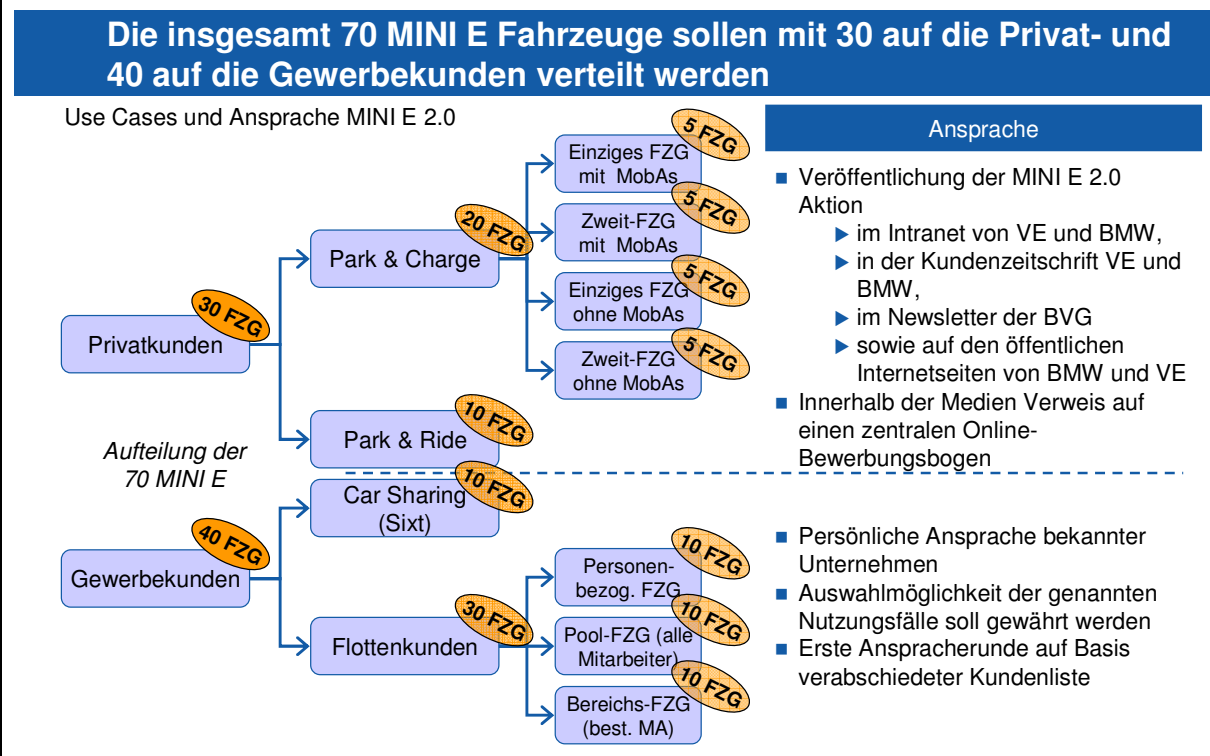


Abbildung 7: Vereinbarte Nutzergruppen / Anwendungsfälle

# Abschlussbericht

<b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> Erarbeitung einer Fahrzeugeinsatzplanung .	<b>Arbeitspaketnummer</b> 1.2.3
<b>1. Ziele und Aufgaben</b>  Damit die MINI E Fahrzeuge in einer kombinierten Nutzung von privaten und geschäftlichen Kontext bei ausgewählten Flottennutzern eingesetzt werden konnten, wurde eine entsprechende Fahrzeugeinsatzplanung erarbeitet. In diesem Zusammenhang wurden zum Beispiel unterschiedliche Anforderungen wie die Sicherstellung der Kompatibilität von Fahrzeugnutzung/Ladezeiten mit den Anforderungen der Energieeinspeisung konsolidiert.	
<b>2. Vorgehen / Methodik</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Definition der Anforderungen für die Einsatzplanung der Fahrzeuge über die Projektlaufzeit unter Berücksichtigung von Kundensegmenten, Nutzungs- und Preismodellen.</li><li>• Erarbeitung der Fahrzeugeinsatzplanung.</li><li>• Begleitung und laufende Überprüfung des Fahrzeugeinsatzes über die gesamte Projektlaufzeit. Abgleich des Fahrzeugeinsatzes mit der Erreichung der Projektziele.</li></ul>	
<b>3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eine Fahrzeugeinsatzplanung liegt vor.</li><li>• Der Fahrzeugeinsatz wird über die Projektlaufzeit, zur Sicherstellung der Erreichung der Projektziele, begleitet.</li></ul>	

<b>Firma / Institut</b> <b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> Identifikation notwendiger Umsetzungspartner und Erstellung von Kooperationsvereinbarungen.	<b>Arbeitspaketnummer</b> 1.2.4

## 1. Ziele und Aufgaben

Zur Umsetzung der in AP 1.2.1 definierten Nutzungsmodells und AP 1.2.3 definierten Fahrzeugeinsatzplanung wird die Kompetenz und Infrastruktur eines Autovermieters oder eines Car Sharing Unternehmens benötigt. Die benötigte Kompetenz und Erfahrung kann durch die beteiligten Förderprojektspartner nicht zur Verfügung gestellt werden. Daher wurden mögliche Umsetzungspartner identifizieren, ausgewählt und mit ihnen vertragliche Kooperationsvereinbarungen geschlossen.

## 2. Vorgehen / Methodik

- Identifikation möglicher Umsetzungspartner.
- Vereinbarung einer Kooperation zum Aufbau der notwendigen Systeme, Prozesse und Infrastruktur für das Fahrzeugpool-Management, Buchung und Abrechnung mit dem/den Umsetzungspartner(n).
- Umsetzung vertraglicher Nutzungsvereinbarungen mit dem/den beteiligten Umsetzungspartner(n) bzw. Geschäfts- und Privatkunden.

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

- Identifikation möglicher Umsetzungspartner, z. B. DB Rent, während der Feldtestphase liefen 10 MINI E Fahrzeuge bei diesem Partner.
- Der Kooperationsvertrag sowie die jeweiligen Nutzungsvereinbarungen wurden mit den Partnern erstellt.

## Deliverable 1.3

### Steigerung der Fahrzeugverfügbarkeit und Nutzerakzeptanz durch Mehrwertdienst

Zur Realisierung eines Mobilitätsassistenten wurden die Anforderungen in einem Anforderungs- und Funktionskonzept in Abstimmung mit den Projektpartnern formuliert. Basierend darauf wurde ein erster Prototyp des Mobilitätsassistenten für „Laden und Parken“ entwickelt und pilothaft von zwanzig Usern getestet. In enger Abstimmung mit der Nutzerforschung der TU Chemnitz wurden auf Basis der Tests Verbesserungspotentiale und Schwachstellen bzgl. Technik und Bedienung identifiziert. Dies führte zur Weiterentwicklung des Mobilitätsassistenten. Anschließend wurde der Mobilitätsassistent in der Feldphase bis Ende 07/2011 intensiv im Realbetrieb eingesetzt. Die Ergebnisse/Erfahrungen aus der Feldphase wurden ausgewertet und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Dieses Deliverable wurde gesamthaft von BMW verantwortet, die Arbeitspakete sind im Folgenden beschrieben.

<b>Firma / Institut</b> <b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> <b>Konsolidierung der Anforderungsspezifikationen für den Mobilitätsassistenten in Abstimmung mit den Projektpartnern</b>	<b>Arbeitspaketnummer</b> <b>1.3.1</b>
<b>1. Ziele und Aufgaben</b>  Ziel war die Analyse der technischen Anforderungen für die Bereitstellung eines Mobilitätsassistenten zum Auffinden von geeigneten Ladestationen und Parkplätzen. Darüber hinaus sollte der Dienst eine intermodale Routenplanung mit nach Möglichkeit dynamischer Informationsversorgung unterstützen. Der Mobilitätsassistent sollte über ein mobiles Endgerät mittels Internetverbindung für den Kunden für die pre- und on-trip Planung zur Verfügung stehen.	

## 2. Vorgehen / Methodik

- Technische Anforderungsdefinition
- Erstellung eines übergreifenden Funktionskonzepts für die gesamte Verarbeitungskette auf Basis von Kundenanforderungen
- Lieferantenanalyse für Daten zu Ladestationen, Parkhäuser, ÖV-Fahrplaninformation
- Erstellung eines Service Provisioning-Konzepts
- Erarbeitung und Abstimmung der Systemarchitektur und Datenverarbeitungsprozesse
- Konzeption einer Smart-Phone Applikation (iPhone®) mit bedarfsgerechtem Benutzerinterface und kognitiv optimierter Informationsdarstellung
- Spezifikation der funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen
- Technisch-funktionaler Support bei der Implementierung

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Anforderungen an einen Mobilitätsassistenten wurden in 2010 in einem Anforderungs- und Funktionskonzept formuliert, das intensiv mit den beteiligten Projektpartnern abgestimmt wurde. Anschließend wurden die relevanten Datenlieferanten identifiziert und die Datenbereitstellung mit diesen Institutionen (EVU, VBB, BVG, DB AG, ADAC etc.) abgestimmt.

Auf Basis einer Beta-Version wurde der Dienst in einer Vorstudie 2010 durch zehn Nutzern überprüft, dabei standen die Aspekte Bedienkonzept, Handhabung, Informationsgehalt und Performance im Vordergrund. Die Ergebnisse dieser Verifikation bildeten die Grundlage für die Implementierung einer Smartphone Applikation mit den Routing Modi ‚Bus&Bahn‘, ‚nur Pkw‘, ‚Park+Ride‘ und ‚Charge+Ride‘. Ladestationen konnten zusätzlich über Umkreiskarte und Liste visualisiert werden



# Abschlussbericht

<b>Firma / Institut</b> <b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> <b>Pilothafte Implementierung und Betrieb Mobilitätsassistent</b>	<b>Arbeitspaketnummer</b> <b>1.3.2</b>
<b>1. Ziele und Aufgaben</b> <p>Ziel war die prototypische Implementierung eines Mobilitätsassistenten mit Anzeige von Ladestationen und den damit verbundenen Mobilitätsoptionen aufbauend auf definierten Nutzerpräferenzen und Zugang zu intermodalen Mobilitätsangeboten (Parken, Charge+Ride, Park+Ride) gemäß Anforderungen aus AP 1.3.1. Der Prototyp sollte auf einem bestehenden Fahrplanauskunftssystem der Firma HaCon aufbauen (u.a. DB Railnavigator), das um ein intermodales Mobilitätsassistenzsystem für eMobilität erweitert werden sollte.</p> <p>Der Dienst sollte über ein mobiles Endgerät (iPhone®) während einer mehrwöchigen Demonstrationsphase den Nutzern zur Verfügung stehen. Kundenbetreuung und technischer Support sollten über eine Hotline jederzeit gewährleistet sein.</p>	
<b>2. Vorgehen / Methodik</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau einer Meta-Datenbank mit Datenmanagementsystem zur Administration von intermodalen Daten als Schnittstelle zwischen Nutzer, Service und Content Provider</li><li>• Integration eines Routenplaners mit GPS-Ortung für den motorisierten Individualverkehr zur Positionsverfolgung und Navigation sowie zum Auffinden von Ladestationen und Parkmöglichkeiten</li><li>• Schnittstellen- Server zum Abgriff und zur Verarbeitung von Daten externer Partner (EVU / Ladeoptionen, ÖV-Betreiber / Fahrplanauskunft, ADAC / Parkinfo-Daten, etc.)</li><li>• Aufbau und Versorgung einer Schnittstelle zu einem Smart-Phone mit Zugangsberechtigung, Nutzerverwaltung und interaktiver Kommunikationsfähigkeit via Mobilfunk-Schnittstelle</li><li>• Entwicklung einer Benutzeroberfläche für Smart-Phone (iPhone Applikation)</li><li>• Systemintegration und Integrationstests</li><li>• Qualitätssicherung</li><li>• Betrieb und Wartung des Dienstes bis Ende der Projektlaufzeit</li></ul>	

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### 3.1 Funktionsübersicht

Im Rahmen des Förderprojektes wurde von der Firma HaCon im Auftrag der BMW AG ein Mobilitätsassistent für "Laden und Parken" entwickelt und implementiert. Dieser Mobilitätsassistent ermöglicht eine intermodale pre- und on-trip Routenplanung mittels Smartphone (iPhone®). Der Pilot hat folgende Funktionen:

#### Informationen zu Parkmöglichkeiten in Zielnähe

- Bereitstellung statischer Daten zu allen in dem Dienst ParkInfo versorgten öffentlich zugänglichen Parkanlagen im Innenstadtbereich der Stadt Berlin
- Verarbeitung aktueller Belegungsdaten ausgewählter Parkhäuser (Füllstandsangabe von PH Europa Center, Knesebeckstraße, Los-Angeles-Platz, Leibniz Kolonnaden)
- Integration über eine Schnittstelle zum ADAC e.V.

**Informationen zu öffentlichen Ladestationen** entlang der geplanten Route und im Zielbereich mit der Möglichkeit, einen ausgewählten Standort in die Zielführung zu übernehmen

- Differenzierte Darstellung der Vattenfall Ladeoptionen (Vattenfall Laden 12 Amp. Schuko; Vattenfall Express Laden 32 Amp. IEC-Typ2); Integration unterschiedlicher Icons und Erweiterung der Detailinformationen für diese Ladestationen
- Nachversorgung der Geokoordinaten einzelner Ladestationen zur verbesserten Ortung der Ladestationen im Rahmen der Navigation
- Datenlieferung durch Vattenfall AG

**Informationen zu P+R-Anlagen** entlang der geplanten Route und im Zielbereich, mit der Möglichkeit, einen ausgewählten Standort in die Zielführung zu übernehmen

- Überprüfung und Integration nahezu aller P+R Anlagen im Ballungsraum Berlin, Versorgung standortrelevanter Detailinformationen (Adresse, Kapazität etc.)
- Integration von Erwartungswerten zur Belegung von Park+Ride-Anlagen mittels historischer Ganglinien,
- Recherche BMW AG sowie Datenlieferung durch den ADAC e.V.

**Individuelle ÖPNV Fahrplanauskunft** vom aktuellen Standort oder von einer gewählten Adresse aus, incl. Echtzeitinformationen

- Umsetzung einer Applikation mit den folgenden Routing Modi: „Charge+Ride“, „Park+Ride“, „Bus&Bahn“ und „nur Pkw“
- Entwicklung Routing-Algorithmus und Programmierung Routingverfahren
- Implementierung der Funktion ‚Push Notification‘. Dabei handelt es sich um einen Benachrichtigungsdienst, der Verspätungen, Gleisänderungen, Anschlussbrüche oder andere Störungen auf der gewählten ÖV-Linie direkt auf dem iPhone anzeigt. Hat der Nutzer für eine gewählte Verbindung ein Beobachtungs-Abo aktiviert, werden aktuelle Meldungen für die Verbindung per Push auf's iPhone übertragen. Die Echtzeitdaten wurden durch eine Schnittstelle zum Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg über das HAFAS System integriert.
- Verfeinerung der Algorithmik zur Priorisierung der Routenoptionen

## Informationen für die Rückkehr zur Ladestation bzw. zur P+R-Anlage

- Integration einer ‚Take-Me-Home – Funktion‘ durch Speicherung der gewählten Übergangspunkte, Start- und Zieladressen in der Favoritenliste und einfache Übernahme in der Routensuche

## Fußwegrouting zum Ziel

- Integration von GoogleMaps

## Qualitätsmanagement durch Systemtests und Monitoring der Nutzerzugriffe

- Kontinuierliche System- und Performancetests über die Projektlaufzeit
- Interne Tests bei BMW durch rd. 60 Mitarbeiter
- Unabhängige Usability Tests durch die TU Chemnitz
- Entwicklung eines Monitoring-Tools zur Archivierung der Art und Anzahl der Nutzerzugriffe auf den Mobilitätsassistenten während der Feldversuchsphase unter Gewährleistung datenschutzrechtlicher Bestimmungen bei Aufzeichnung und Auswertung

## 3.2 Realisierungsumfang

Die Realisierung des Intermodalen Routenplaners (IMRP) erforderte das Zusammenführen unterschiedlichster Informationsquellen, um intermodale Wegeketten darstellen zu können:

- IV Route + Laden + Fußweg zum Ziel
- IV Route + Laden + Weiterfahrt mit ÖV zum Ziel + Fußweg zum Ziel
- IV-Route + Park+Ride + Weiterfahrt mit ÖV + Fußweg zum Ziel
- reine ÖV Route + Fußweg zum Ziel
- reine IV-Route mit Laden bzw. Parken in Zielnähe

## Anzeige der aktuellen Position auf einer digitalen Karte

Die Anzeige und Ermittlung der aktuellen Position erfolgt über die integrierte Google-Maps Anbindung des iPhones. Diese Position kann auch als Basis zur Anzeige der Parkmöglichkeiten dienen.

## Anzeige von Parkmöglichkeiten

Die Anzeige von Parkmöglichkeiten (mit und ohne Lademöglichkeit) im Korridor zwischen der aktuellen Position und der Zieladresse wird basierend auf der aktuellen Position des Benutzers und den unterschiedlichen Parkmöglichkeiten im Umfeld angezeigt. Diese Position kann auch alternativ durch eine Adresse, Point of Interest oder Haltestelle gesetzt werden. Es werden folgende Typen unterschieden:

- Parkflächen mit Lademöglichkeit (P+L)
- Reine Lademöglichkeiten

- Park-and-Ride-Plätze (P+R)
- Parkhäuser/Parkplätze ohne direkte ÖV-Anbindung

In der Applikation stehen ausschließlich statische Daten zu den Ladestationen zur Verfügung. Daten zur Verfügbarkeit der Ladestationen können technisch betrachtet eingebunden werden (ähnlich wie dies für die Belegung von Parkhäusern erfolgte), wurden jedoch im Rahmen des Projekts nicht bereitgestellt.

Die Parkmöglichkeiten wurden als Points of Interest (POI) in die HAFAS-Datenbank eingepflegt. Quelle der Daten ist die Datenbank des ADAC e.V. siehe BMW Parkinfo Website <http://www.bmw.de/de/de/owners/connecteddrive/2010/parkinfo/parkinfo.html>

Für Charge+Ride wurden die statischen Daten, der in dem Demonstrationsraum relevanten EVUs eingepflegt. Die Vattenfall Ladestationen wurden durch spezielle Icons hervorgehoben.

### **ÖV-Verbindungsauskunft von einer Parkmöglichkeit**

Die angezeigten Parkmöglichkeiten können als Startpunkt einer ÖV-Verbindung ausgewählt werden. Eine als Start gewählte Parkmöglichkeit wird in die Favoriten-Liste übernommen, um für den Rückweg als Ziel zur Verfügung zu stehen.

### **Pkw-Routing vom aktuellen Standort zur gewählten Ladestation oder Parkmöglichkeit**

Für die Berechnung einer Pkw-Route von der aktuellen Position zur ausgewählten Parkmöglichkeit wird das Produkt xRoute der PTV AG verwendet. Das Routing wird durch historische Ganglinien (RushHour) angereichert. Das Ergebnis des Pkw-Routings wird wie das gesamte intermodale Routing über Google Maps visualisiert. Die Pkw-Navigation findet mit der Übergabe der Zieladresse über die Navigon-Navigation statt.

### **C+R, P+R Verbindungsauskunft vom aktuellen Standort zu einem beliebigen Ziel**

Für die Berechnung der intermodalen Charge+Ride-Route oder Park+Ride-Route werden mögliche Ladestationen oder P+R-Anlagen entlang der Route ausgewählt und zwei oder mehr optimale intermodale Routen (mit dem Pkw zur Ladestation oder zum P+R, mit dem ÖV zum Ziel) ermittelt. Die Auswahl der möglichen Routen berücksichtigt u.a. folgende Kriterien:

- Gesamtreisezeit
- Taktdichte Abfahrt ÖV an der Ladestation / an der P+R-Anlage
- Lage der Ladestation / des P+R auf der Strecke (freie Parkplätze zu erwarten, kurze Anfahrt, Nähe zum Ziel,..)
- Möglichst geringe Umstiege in der ÖV-Route
- Letzte Rückfahrtmöglichkeit mit dem ÖV zur Ladestation / zum P+R in der Nacht

Soweit vorhanden, werden Daten zur erwarteten Auslastung der Parkplätze mit einbezogen und z.B. über farbliche Markierungen („frei“, „kritisch belegt“, „voll“) in der Anzeige dargestellt.

### **Überwachung von Verbindungen**

Für alle gefundenen Verbindungen, die einen ÖV-Anteil haben, kann eine Überwachung der Echtzeitlage erfolgen. Dabei wird der Nutzer über Verspätungen, Gleiswechsel, Teilausfällen oder auch gebrochene Anschlüsse über die PushNotification des iPhones informiert.

## 3.3 Implementation

### Mobility iPhone Client

Der **Mobility** iPhone Client wurde basierend auf dem Standard iPhone Client der Firma HaCon in der Programmiersprache Objective C umgesetzt. Dabei erfolgte die Entwicklung unter Mac OS und XCode mit dem iPhone SDK > 3.0. Die Mindestanforderung an das Zielbetriebssystem ist iPhone OS 3.0, wobei das iPhone SDK zyklisch aktualisiert wird. Iterativ wurde die Version an die gestellten Anforderungen angepasst, dabei wurde insbesondere das Feedback von der TU Chemnitz aufgrund der Usability Tests ausgewertet und umgesetzt.

### HAFAS Server

Das HAFAS-System stellt eine Standardlösung für die Reiseplanung und Fahrplaninformation dar. Jedes größere Release des HAFAS-Systems basiert auf dem gleichen HAFAS Fahrplanauskunftsdatenmodell und verfügt über die gleiche Palette von HAFAS Fahrplanauskunfts-Kernel-Funktionalitäten. Das Standard-Daten-Format und die HAFAS Kernel-Funktionalität werden kontinuierlich weiterentwickelt. Der performancerelevante Rechenkern ist in C umgesetzt und wird für das Projekt nur minimal angepasst. Im Forschungsvorhaben erfolgten u. a. folgende Anpassungen am HAFAS Server:

- Erweiterung der Schnittstellen um die Parkplatzinformationen
- Anpassungen an der Filterung der Verbindungsergebnisse
- Implementierung der Neukombination der Suchmodi
- Anreicherung der Verbindungen mit Verbindungspolygonzügen

### Abo Server

Der Mobilitätsassistent setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Diese Komponenten sind in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt. Alle Informationen werden dem Nutzer mit dem **Mobility** iPhone Client zur Verfügung gestellt. Dieser Client kommuniziert per HTTP-Protokoll mit dem CGI Interface mgate.exe. Die Kommunikation zwischen mgate.exe und HAFAS Server erfolgt per TCP-IP. Für die Überwachung der Verbindungen findet die Kommunikation per HTTP-Protokoll mit dem Abo-Server statt. Der Abo-Server verwaltet die überwachten Verbindungen. Kommt es zu Störungen, wird der Abo-Server benachrichtigt. Dieser prüft, ob die betroffenen Verbindungen von den Nutzern zur Überwachung markiert wurden und schickt eine Nachricht mit den Eckdaten der Echtzeitmeldung an den Apple Push Notification Service. Dieser schickt die Meldung dann an die betreffenden iPhones. Damit dieser Mechanismus funktioniert, muss die **Mobility** iPhone App sich bei Apple für Push-Notifications registrieren. Mit dem gesendeten Token wird eine **Mobility** Installation auf dem iPhone von Apple eindeutig identifiziert.

# Abschlussbericht

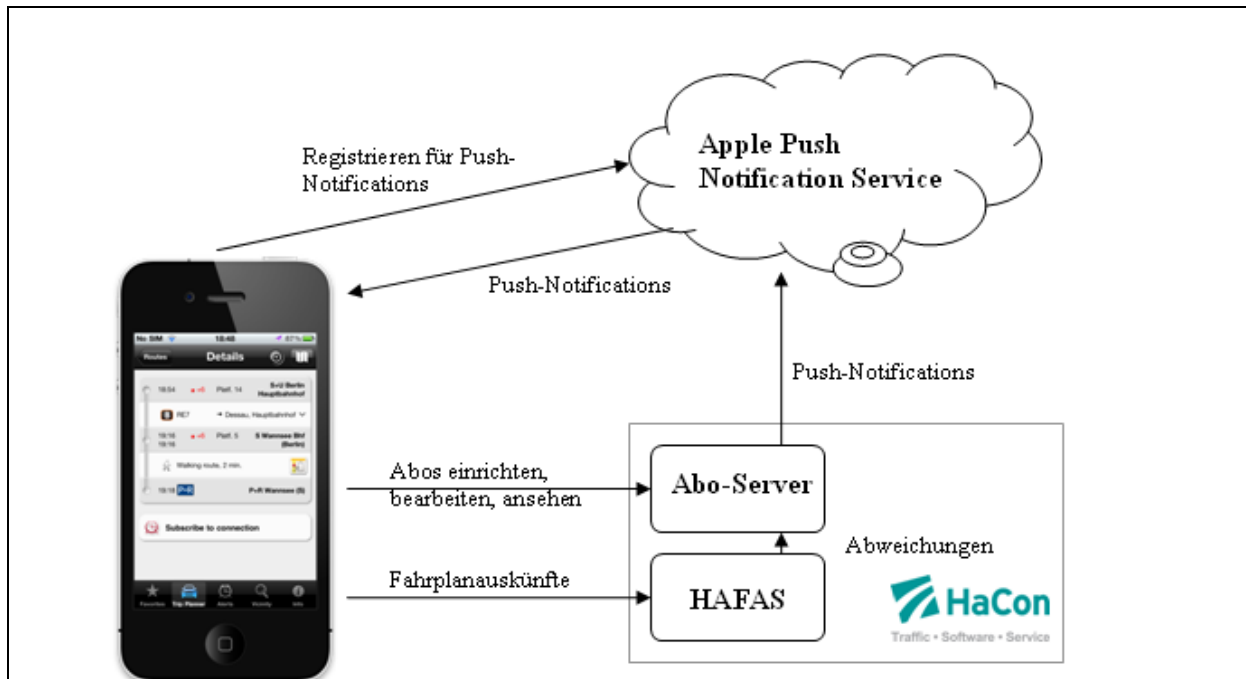


Abbildung 8: Ablauf Push Notification

## 3.4 Betrieb des Systems

Das System wurde im Zeitraum vom 01.10.2010 bis zum 31.07.2011 (Vollservice) sowie im Demobetrieb für Präsentationen nach Rücksprache bis Projektende betrieben.

## 3.5 Auslieferung an die Nutzer

Der Mobilitätsassistent wurde im Rahmen von zwei Einführungsveranstaltungen in der BMW Niederlassung Huttenstraße, Berlin an 20 Feldversuchsteilnehmer übergeben. Bei dem ersten Termin am 03.05.2011 wurden 15 Mobility Apps mit entsprechenden iPhones, Fahrzeughalterungen, Ladekabel etc. ausgeliefert. Am 17.05.2011 erfolgte in einer weiteren Einführung die Auslieferung von fünf weiteren Apps mit entsprechender Infrastruktur. Während der Einführungsveranstaltung wurden die Ziele des Mobility Assistent sowie die Funktionsweise auf dem iPhone demonstriert und einige Use Cases mit den Teilnehmern als Übung durchgespielt. Zudem wurden ein Nutzerhandbuch und weitergehende Informationen ausgeliefert. Die TU Chemnitz nutzte diese Termine, um eine Vorher-Befragung zum Mobilitätsassistenten durchzuführen.

## 3.6 Qualitätsmanagement

Ab dem 03.05.2011 wurde eine Hotline für die Betreuung der Feldversuchsteilnehmer freigeschaltet. Über zwei Telefon-Nummern standen von Montag bis Freitag während der gesamten Laufzeit des Feldversuchs Mitarbeiter der Firma Berner&Mattner Systemtechnik GmbH für Fragen zur iPhone Nutzung und zur Mobility App zur Verfügung.

Aufgrund laufender Qualitätschecks konnte eine durchgehend hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des Dienstes gewährleistet werden. Zudem wurden nahezu alle Teilnehmer nach 10-14 Nutzungstagen pro-aktiv kontaktiert und auf Anregungen / Probleme hin befragt.

### 3.7 Realisierung des Dienstes

Im folgenden wird der Dienst in der Übersicht dargestellt:



Abbildung 9: Startseite „MINI E Berlin Mobility Assistant“

Startseite ‚MINI E Berlin Mobility Assistant‘

Eingabe von Start und Ziel (ggf. auch aus der Favoritenliste) oder des aktuellem Standorts

Auswahl der Routing-Optionen

- Bus&Bahn
- Pkw
- Park+Ride
- Laden

Start der Verbindungssuche

# Abschlussbericht



Abbildung 10: Beispiel Verbindungssuche

## Park+Ride Verbindungsübersicht mit Anzeige unterschiedlicher Routenoptionen

Jede Routenoption bietet in Form eines Zeitstrahls eine Übersicht zum Verhältnis Pkw - Route / ÖV - Route sowie folgende Angaben:

Abfahrtszeit, Ankunftszeit, Reisezeit, Anzahl der Umstiege, Name der P+R Anlage, Kapazität der Parkanlage und Verfügbarkeit (Ampel grün, gelb, rot). Die Nutzeroberfläche steht wahlweise in englischer oder deutscher Sprache zur Verfügung.



# Abschlussbericht



Abbildung 11: Beispiel P&R Verbindungsübersicht

## Park+Ride Detailansicht einer Verbindung

Angabe des Fahrtwegs zum Übergangspunkt, Fußwege, Gleis, Verkehrsmittel etc. Die Pkw bzw. Fußwegrouten konnten zusätzlich in einer Kartenansicht dargestellt werden.

Aus der Detailansicht und aus anderen Positionen des Dienstes ist es möglich, den gewählten Übergangspunkt in die Navigation zu übernehmen und die **Zielführung** anschließend zu starten.

# Abschlussbericht



Abbildung 12: Beispiel P&R Detailsicht

Aus der Übersichtsdarstellung kann eine Route gewählt werden, für die anschließend ein detaillierter Fahrplan zur Verfügung steht (mittige und rechte Darstellung).

Das linke Bild zeigt exemplarisch Echtzeitinformationen (hier Darstellung +0, d.h. die Verbindung ist planmäßig). Auf dem Bild rechts unten Gleis wird die Möglichkeit geboten, die Verbindung zu abonnieren. Damit wird die **Monitoringfunktion** sowie ggf. eine **Push Notification** initialisiert.

# Abschlussbericht

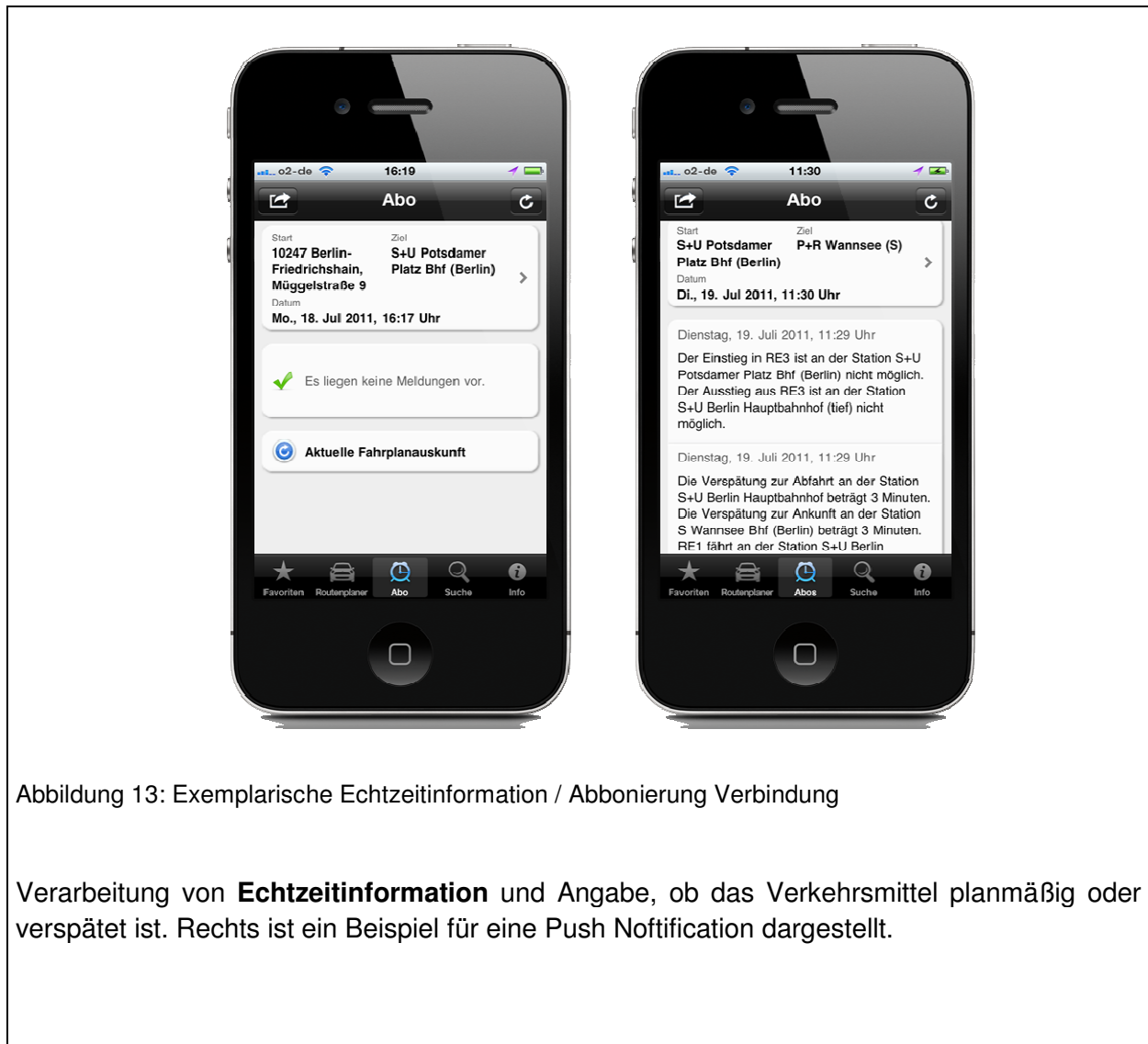


Abbildung 13: Exemplarische Echtzeitinformation / Abbonierung Verbindung

Verarbeitung von **Echtzeitinformation** und Angabe, ob das Verkehrsmittel planmäßig oder verspätet ist. Rechts ist ein Beispiel für eine Push Notification dargestellt.

# Abschlussbericht



Abbildung 14: Umkreissuche Ladestationen

## Umkreissuche nach **Ladestationen**

Die Ladestationen können in einer Listen- oder Kartenansicht dargestellt werden. Jede Ladestation ist mit weiterführenden Angaben des EVUs hinterlegt.

**Firma / Institut**

**BMW AG**

**Arbeitspakettitel**

**Iterative Verbesserung aufgrund Ergebnisse Nutzerstudie**

**Arbeitspaketnummer**

**1.3.3**

## 1. Ziele und Aufgaben

Ziel war die Qualitätssicherung und Akkreditierung des Mobilitätsdienstes auf Basis umfassender Funktionstests, Aufdeckung von Schwachstellen / Inkonsistenzen, die Identifizierung möglicher Fehlerquellen und Vorschläge für die Fehlerbehebung. Die Aktivitäten erfolgten in Abstimmung mit der Nutzerforschung (TU Chemnitz) und dem Implementierungsteam der Fa. HaCon.

- Erzeugung und Applizierung von Test-Cases
- Tests und Plausibilitätsprüfung unter Nutzung von Referenzquellen (z. B. Lade-stationsdaten der Vattenfall AG, ÖV-Verbindungen der BVG, Parkdaten des ADAC e.V., etc.)
- Identifizierung und Dokumentation von Fehlern und Schwachstellen
- Begleitung der Integration der Änderungen und Anpassungen

### Ergebnis

- Test Cases und Testdurchführung
- Schwachstellenanalyse
- Ergebniskommunikation

## 2. Vorgehen / Methodik

Im Rahmen des Arbeitspakets 1.3.2 wurde der Mobilitätsassistent als iPhone Applikation aufgebaut. In einer ersten Vorstudie mit 10 Nutzern 2010 wurden die technische Stabilität und grundlegende Nutzeranforderungen analysiert.

Im November 2010 fand unter Leitung der TU Chemnitz eine Usability Untersuchung statt. Das erhaltene Nutzerfeedback wurde direkt in die Weiterentwicklung der Applikation eingebunden. Des Weiteren hat ein Team von Testern bei BMW den Dienst über mehrere Monate hinweg intensiv geprüft. Die identifizierten Probleme und Bugs wurden in zahlreichen Protokollen mit Screenshots dokumentiert und an das Entwicklerteam kommuniziert.

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Aufgrund intensiver, kontinuierlicher System-, Performance und Bedientests wurden bis zum Beginn der Demonstrationsphase knapp 20 Updates der Apps generiert. Im Ergebnis konnte eine regelbetriebsnahe, performante Umsetzung des Mobility Assistants erreicht werden.

<b>Firma / Institut</b> <b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> <b>Bewertung der Lösungen und Ableitung von Empfehlungen für den Regelbetrieb</b>	<b>Arbeitspaketnummer</b> <b>1.3.4</b>
<b>1. Ziele und Aufgaben</b> <p>Ziel ist die technisch-funktionale Bewertung des Mobilitätsassistenten. Die Technologieeigenschaften (Potentiale des Mehrwertdienstes) sollen vor dem Hintergrund der Kundenanforderungen (Bedarfsseite) bewertet. Darauf aufbauend soll das Innovationspotenzial für die Automobilindustrie ermittelt und Empfehlungen für einen möglichen Regelbetrieb abgeleitet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Funktionale Analyse der Datenverarbeitungskette</li><li>• Auswertung der Nutzungsstruktur (Monitoring)</li><li>• Auswertung Datenqualität und Systemzulässigkeit</li><li>• Qualitative Bewertung in Sinne einer Technologie-Portfolio-Analyse</li><li>• Implementierungsempfehlungen für einen möglichen Regelbetrieb</li></ul> <b>Ergebnis</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Technisch-funktionale Bewertung</li><li>• Technologie-Bewertung</li><li>• Empfehlungen für die Umsetzung im Regelbetrieb</li></ul>	
<b>2. Vorgehen / Methodik</b> <b>Gewährleistung Systemverfügbarkeit</b> <p>Der iPhone Client Mobilitätsassistent basiert auf einem Standard JourneyPlanner (z. B. DB Navigator). Dadurch ist die Basisfunktionalität bereits durch vorhandene Regressionstests abgedeckt. Der Hauptteil der App wurde durch modularisierte Testskripte manuell als Blackboxtest getestet. Die modulare Bauweise brachte Vorteile, da die Standardkomponenten bereits im Basissatz der Testskripte vorhanden waren. Die Abarbeitung der Skripte erfolgte durch Außenstehende und war mit dem Nutzerverhalten der Feldtestteilnehmer vergleichbar.</p> <b>Zuverlässigkeit</b> <p>Da die gesamte HAFAS Software Entwicklung von HaCon auf einem Standard-Kern-System basiert, konnte durch begleitende standardisierte Tests eine kontinuierlich hohe Qualität gewährleistet werden. Darüber hinaus erhöhte die Verwendung von Design Patterns, Code-</p>	

Konventionen und standardisierten internen Quellcode-Dokumentation mit dem doxygen System die Qualität des Software-Entwicklungsprozesses.

Die Zuverlässigkeit der Funktion ‚Verbindungsabo‘ und Push Notifikation wurde vor allem durch JUNIT Tests abgedeckt.

### **Updates der Datengrundlage**

Während der Pilotphase wurde die Aktualität der Datengrundlagen durch wöchentliche Updates der Soll-Daten gewährleistet. Die Daten zu den Ladestationen wurden sukzessive nach Erfordernis bzw. Nachrüstung der Anlagen aktualisiert. Mit der Push Notifikation wurden Echtzeitdaten für einzelne ÖV-Verkehrsmittel verarbeitet.

Die Nutzerzugriffe auf den Mobilitätsassistent wurden durch den Statistikdienst von Google ‚Google Analytics‘ ausgewertet.

## **3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

### **3.1 Funktionale Analyse der Datenverarbeitungskette**

#### **Betriebzeitraum**

Der Dienst wurde im Zeitraum 01.10.2010 bis 31.07.2011 (Vollservice) sowie im Demobetrieb für Präsentationen nach Rücksprache bis Projektende 30.09.2011 bzw. bis zur Abschlussveranstaltung des Forschungsvorhabens betrieben.

#### **Download der Applikation und Updateprozedur**

Die App. wurde den Testnutzern per Wireless Distribution über einen Webserver unter der URL <http://iphone.hafas.de/distribution/bmw/index.html> zur Verfügung gestellt. Diese Vorgehensweise erwies sich als äußerst komfortabel und zuverlässig.

### **3.2 Auswertung von Nutzungsdaten (Monitoring)**

Mit dem Statistikprogramm Google Analytics wurden die Zugriffe auf den Mobilitätsassistenten während der Pilotphase (4.05. – 31.07.2011) ausgewertet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass 15 Teilnehmer ihr iPhone mit dem Mobilitätsassistenten während der ersten Einführungsveranstaltung am 03.05.2011 erhielten und die weiteren fünf Nutzer im Zuge der zweiten Einführung am 17.05.2011. In Abb. 3.1 sind die absoluten Zugriffe über den gesamten Demonstrationszeitraum dargestellt.

# Abschlussbericht

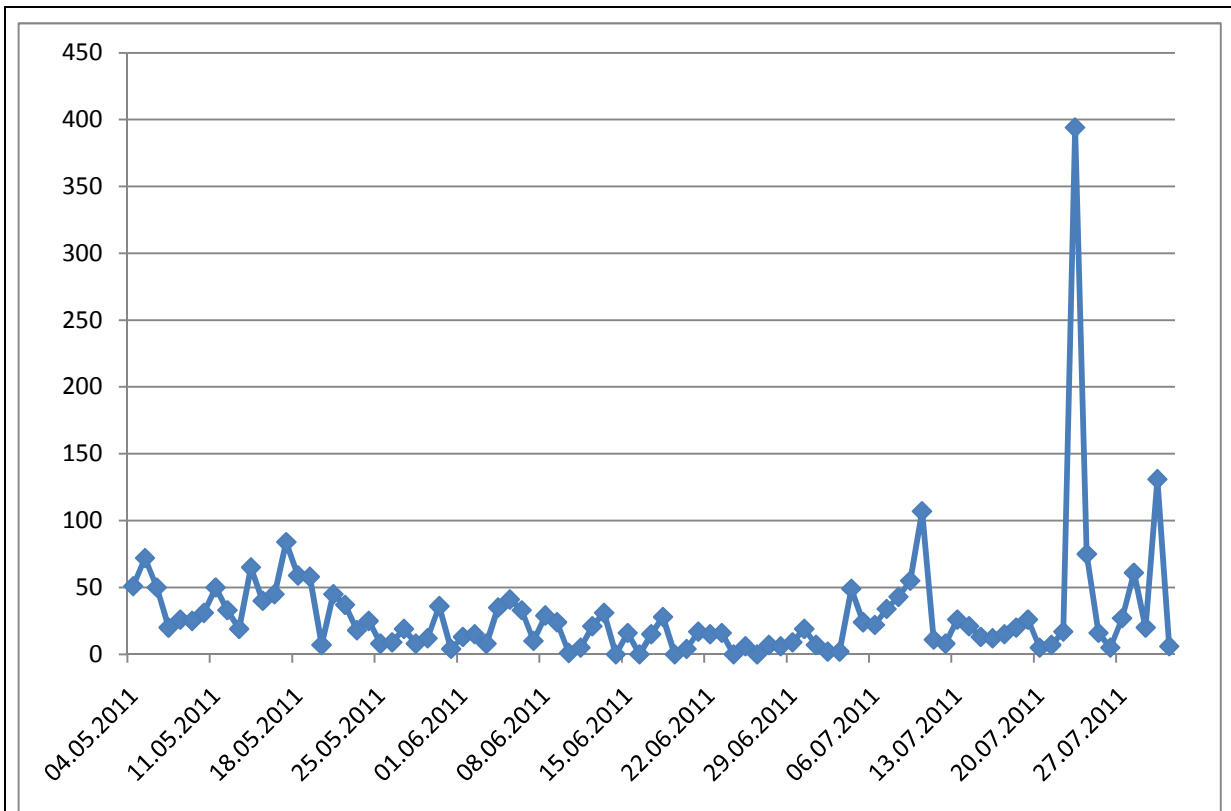


Abbildung 15: Nutzung des Mobilitätsassistent während der Testphase 03.05.-31.07.10 (n=20)

Nach einem engagierten Start im Mai ging die Nutzung im Juni 2011 in eine stabile Phase über. Im Juli 2011 hatten Aspekte wie Newsletter, Fahrertreffen und Auslieferung der Push Notification die Nutzungsrate nochmals stimuliert.

Die häufigsten Zugriffe während des Demonstrationszeitraums erfolgten über die Funktion ‚Umkreissuche‘ (start\_nearby\_search). Dabei war die **Suche nach Ladestationen vorrangig von Interesse** (Häufigkeit gesamt über 36%; d. h. LV = Vattenfall Laden (12 Amp. / Schuco) 18,3%, VS = Vattenfall Ladestation Express (32 Amp./IEC-Typ2 18,0%; vgl. Abb. 3.2) 18,0%. Aufgrund der sukzessiven Bereitstellung der Vattenfall Express Ladestationen im Verlaufe des Demonstrationszeitraums blieb die Suche nach Express-Stationen vermutlich geringfügig hinter der Suche nach konventionellen Ladestationen zurück. Rd. 15% der Nutzungen bezogen sich zudem auf die Suche nach sonstigen Ladestationen (z. B. RWE).

Mit 16% liegt die Funktion ‚Start der Navigation‘, d.h. die Übergabe der Adresse einer Lokalität, wie z.B. einer Ladestation oder P+R-Anlage, an die integrierte Navigon Navigations-App., an dritter Stelle der Nutzungshäufigkeit. Nachrangig genutzt wurde die Verbindungssuche unter Nutzung von Park+Ride (4%) oder Charge+Ride (2%), dies betrifft das Routing von Start zum Ziel mit Wahl der Modi ‚Park+Ride‘ und ‚Laden‘.

Wie in Tab. 3.3 dargestellt gibt es deutliche Unterschiede in den Zugriffen zwischen Laternenparkern und Wallbox-Nutzern. Während die Laternenparker, die an öffentlichen Stationen laden, bevorzugt über die Umkreissuche nach den Vattenfall Ladestationen recherchierten, nutzen die Wallbox-Inhaber überwiegend die Navigationsfunktion sowie das reine Pkw-Routing (vgl. Hitliste Tab. 3.3). Des Weiteren war das Interesse an Park+Ride-Informationen



# Abschlussbericht

bei den Wallbox-Nutzern ausgeprägter (Laternenparker 34 Zugriffe vs. Wallbox 71 Zugriffe).

Ereignisaktion	Ereignisse		
Suche: Vattenfall Ladestation	485		18,36%
Suche: Vattenfall Ladestation Express	477		18,06%
Routenplaner: Pkw-Navigation starten	424		16,05%
Routenplaner: PKW	398		15,07%
Suche: Sonstige Ladestation	393		14,88%
Neustart Session	181		6,85%
Routenplaner: Park + Ride	105		3,98%
Routenplaner: Laden	44		1,67%
Routenplaner: Bus & Bahn	38		1,44%
Suche: Park + Ride	32		1,21%
Suche: Sonstige Parkplätze	21		0,80%
Routenplaner: Später (nur ÖV)	3		0,11%
Routenplaner: Früher (nur ÖV)	1		0,04%
Suche: Haltestellen	0		0,00%

Abbildung 16: Übersicht absolute und relative Nutzungshäufigkeit (n=20)

Laternenparker	Ereignisaktion	Wall-Box
439	Suche: Vattenfall Ladestation	46
433	Suche: Vattenfall Ladestation Express	44
235	Routenplaner: Pkw-Navigation starten	228
229	Routenplaner: PKW	169
376	Suche: Sonstige Ladestation	17
109	Neustart Session	72
34	Routenplaner: Park + Ride	71
27	Routenplaner: Laden	17
16	Routenplaner: Bus & Bahn	22
30	Suche: Park + Ride	2
19	Suche: Sonstige Parkplätze	2
1	Routenplaner: Später (nur ÖV)	2
0	Routenplaner: Früher (nur ÖV)	1
0	Suche: Haltestellen	0

Abbildung 17: Hitliste Gesamtzugriffe Laternenparker vs. Wallbox-Nutzer (n=20)

### 3.3 Auswertung Datenqualität und Systemzulässigkeit

Während der Testphase traten keine nennenswerten Systemausfälle auf.

### 3.4 Qualitative Bewertung

Im Feldversuch konnte die grundlegende funktionale Eignung der Smartphone Technologie nachgewiesen werden. Mit dem iPhone wurde ein gut bedienbarer und komfortabler Zugang zur Mobilitäts-App. hergestellt (Abb. 3.4).

# Abschlussbericht

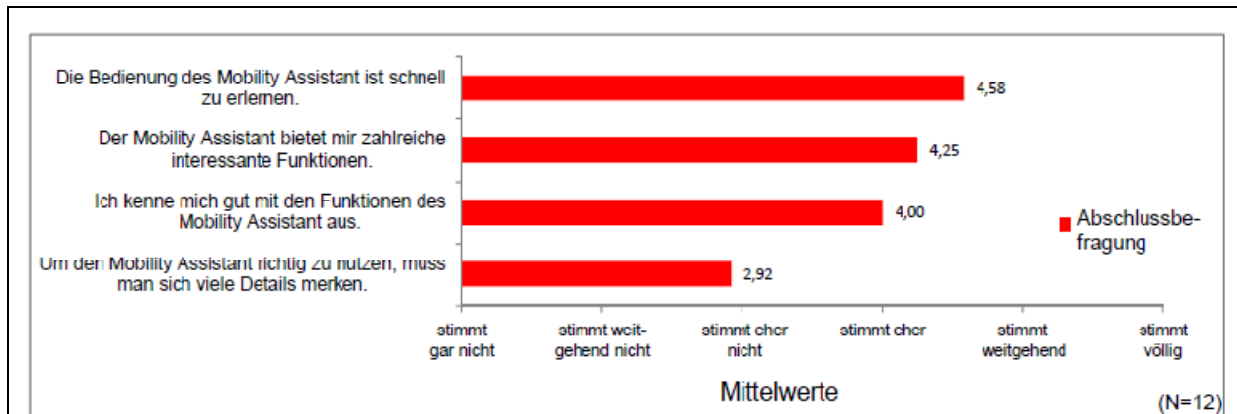


Abbildung 18: Ergebnis Usability des Mobilitätsassistenten (n=12, Nachbefragung TU Chemnitz 2011)

Die **Technologieattraktivität des iPhones** hat sich bereits bei der Suche nach Versuchsteilnehmern als hoch erwiesen. Durch die brillante Nutzeroberfläche mit großen Display und farbiger Differenzierung der Inhalte (Retina Display, 3,5" Multi-Touch-Widescreen-Display) sowie dem schnellen Prozessor konnte der Dienst in Anlehnung an das spezifische MINI CI sehr ansprechend umgesetzt werden. Das iOS-Betriebssystem ermöglicht zudem eine weitgehend intuitive Bedienung, so dass bei keinem Nutzer Bedienprobleme auftraten (Das Betreuungsteam für den Mobilitätsassistenten hatte alle Nutzer ca. zwei Wochen nach Auslieferung kontaktiert und diesbezügliche Probleme abgefragt).

Aufgrund der integrierten GPS-Funktion wurde eine Ortsreferenzierung für jeden beliebigen Standort ermöglicht (Übernahme des aktuellen Standorts als Starteingabe). Mit einer TomTom Car KIT Fahrzeughalterung konnte das Gerät bequem im Fahrzeug installiert und geladen werden. Zudem war mit dieser Halterung ein verbesserter GPS-Empfang während der Fahrt möglich.

Mit Hilfe eines Abo-Servers konnten Verbindungen ausgewählt und überwacht werden. Kam es zu Verspätungen, Gleiswechsel, Teilausfällen oder auch gebrochenen Anschlüssen, wurde der Abo-Server benachrichtigt. Dieser prüfte, ob die betroffenen Verbindungen von den Nutzern zur Überwachung markiert wurden und konnte eine Nachricht mit den Eckdaten der Echtzeitmeldung an den Apple Push Notification Service senden. Die betreffenden iPhones der Feldversuchsteilnehmer konnten informiert werden; der Nutzer wurde durch diesen ‚Mobilitätsfallschirm‘ in seiner Reiseplanung unterstützt.

Über den Safari Internet-Browser konnte ein Update der App. problemlos in 1-2 Minuten erfolgen, was allerdings lediglich für die Integration der Push Notification einmalig notwendig war.

Die **Innovationsattraktivität** des Mobilitätsassistenten stellte sich zusammenfassend als sehr hoch dar. BMW hat die App. intern an über 60 Kollegen zum Kennenlernen und Testen weitergereicht und umfangreiches Feedback erhalten, das für eine mögliche zukünftige Umsetzung des Dienstes in BMW Produkten hilfreich sein wird. Während der Projektlaufzeit wurde der Mobilitätsassistent auf zahlreichen Veranstaltungen im In- und Ausland vorgestellt (u.a. BMW Innovationstag im Okt. 2010 mit Teilnahme von rd. 80-100 weltweiten Pressevertretern, BMW interne Hausmesse für die Navigation der Zukunft, HACON Anwendertreffen 2010 u. 2011, BITKOM 2011)

# Abschlussbericht

Die **Ressourcenstärke** des Dienstes ist als hoch einzustufen, da bislang kein vergleichbares, hoch integriertes Produkt am Markt vertreten ist. Wettbewerber gibt es im Bereich des öffentlichen Verkehrs, die vereinzelt intermodale Informationen über ihre Websites anbieten (z. B. DB AG, Trafiken.nu für Stockholm, bilrejseplanen.dk für Dänemark).

Ein Novum stellt die Integration von Park+Ride und Charge+Ride Information dar sowie die Option direkt aus dem Dienst heraus eine Navigation vom aktuellen Standort anstoßen zu können. Der Pkw-Fahrer konnte spezifische Routingkriterien wählen, z. B. Art des Verkehrsmittels, Zwischenstopps etc. Aufgrund der präzisen Detaildarstellung der Pkw- und ÖV-Route war der Dienst insbesondere für Gelegenheitsnutzer sehr geeignet.

Wie man aus Abb. 3.5 erkennt, bewerteten die Nutzer die Funktionen des Mobility Assistant insgesamt überwiegend als wichtig. Die P+R-Nutzer, d.h. die Teilnehmer mit eigener Wallbox zum Laden, favorisierten vor allem die Funktionen Finden von P+R, Finden von Parkplätzen in Zielnähe und Informationen über ÖPNV-Verbindungen. Die P+C-Nutzern, die öffentliche Ladestationen nutzten, bevorzugten dem hingegen die Funktion ‚Finden von Ladesäulen‘.

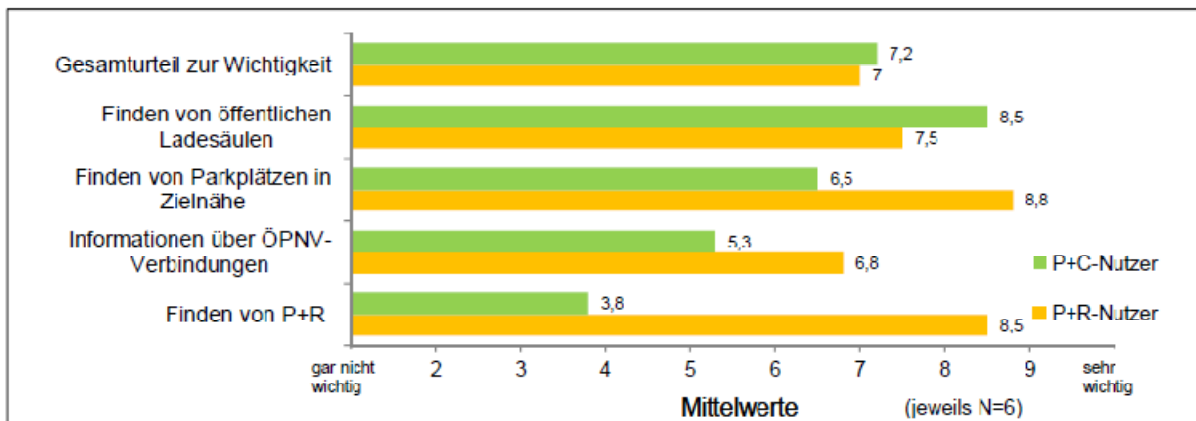


Abbildung 19: Wichtigkeit einzelner Funktionen des Mobility Assistant (n=20, Nachbefragung TU Chemnitz 2011)

Befragt nach denkbaren funktionellen **Erweiterungen des Mobility Assistants** werden vor allem genannt (Abb. 3.6):

- **Information über freie Ladesäulen**
- **Reservieren von Ladesäulen**
- **Anzeige freier Parkplätze**

# Abschlussbericht

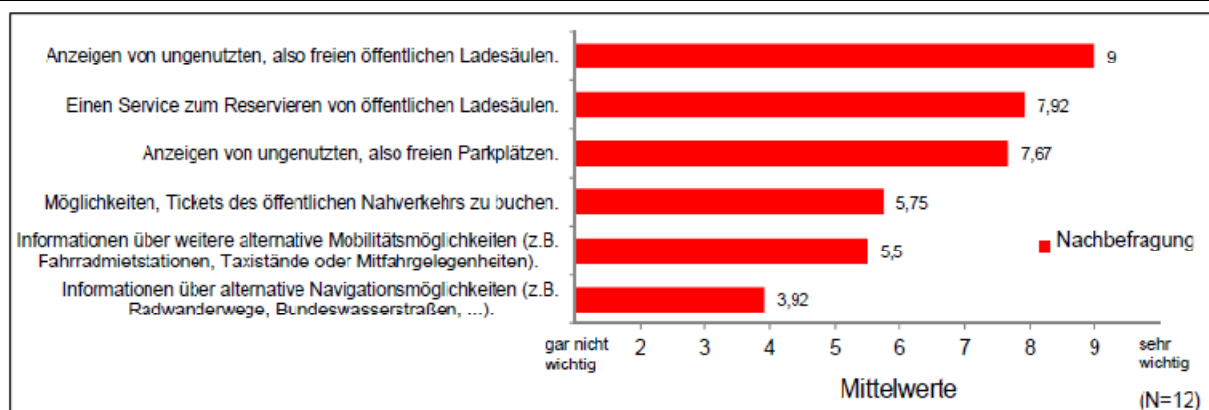


Abbildung 20: Wichtigkeit von denkbaren funktionellen Erweiterungen des Mobility Assistant (n=20 Nachbefragung TU Chemnitz 2011)

Des Weiteren konnte aus dem Feldversuch die Erkenntnis gewonnen werden, dass die Verkehrsteilnehmer in großen Ballungsräumen wie Berlin, bereits heute über gute Kenntnisse des ÖV-Netzes verfügen (S-/U-Bahn, Taktdichte, Haltestellen etc.). Daher ist neben der allgemeinen Fahrplanauskunft vor allem das Wissen über Verspätungen auf bestimmten Linien und sonstige Störungen von Interesse. Die Funktionen Verbindungs-Abo und Push Notification, die im Feldversuch exemplarisch für RegionalExpress und RegionalBahn realisiert werden konnten, entsprechen dieser Anforderung. Aus Kundensicht ist die Bereitstellung von verlässlichen **Echtzeitinformationen** sowohl für den Bereich **Parken** als auch für die **Fahrplaninformation** von herausragender Bedeutung und ein notwendiger Kundenservice.

Zusammenfassend sind die Ergebnisse für die BMW Group trotz der geringen Stichprobengröße als sehr interessant einzustufen und sollen bei zukünftigen Entwicklungen berücksichtigt werden.

Da sich die BMW Group als international agierender Automobilhersteller auch als Anbieter von Mobilitätsdienstleistungen sieht, möchte das Unternehmen dem Kunden alle Informationen zur Verfügung stellen, um ihn beim Reisen - insbesondere mit eFahrzeugen - optimal unterstützen. Der Fahrer wünscht neben einer Übersicht zur aktuellen Reichweite auch Informationen über die nächstgelegenen Stromtankstellen und würde gerne einen Platz an einer Ladestation reservieren. Des Weiteren möchte er wissen, ob seine ÖV-Verbindungen planmäßig verkehren.

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens bestätigen die **Zukunftsorientierung** des gewählten Ansatzes. Der Nutzer eines eFahrzeugs wünscht sich Mobilitätsdienstleistungen, die über das Fahrzeug hinaus gehen, wobei der Datenaustausch zwischen Fahrzeug und Infrastruktur (Echtzeit-Informationen zur Verfügbarkeit von Lade- und Parkplätzen, Reservierung, intermodale Übergänge) im Vordergrund steht. Die Herausforderung liegt in der Entwicklung einer Schnittstelle zum Austausch reiserelevanter Daten zwischen einem oder mehreren Dienstleister(n) und einem integrierten Navigations- und Informationssystem über ein Kundenportal.

Ziel war es, den Informationsbedarf des Kunden innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs

# Abschlussbericht

nahtlos bedienen zu können, dies konnte durch das Pilotvorhaben demonstriert werden. Eine fahrzeuginterne Integration eines Ladeassistenten mit Lademanagement und Intermodalen Routenplaner wird gegenwärtig bei BMW vor dem Hintergrund der Content Verfügbarkeit geprüft. Das Projekt ‚MINI E Berlin powered by Vattenfall‘ mit dem Dienst Mobilitätsassistent stellt in diesem Zusammenhang einen wertvollen ‚Baustein‘ auch zur Weiterentwicklung fahrzeuggestützter Mobilitätsdienstleistungen dar.

## Quellen:

Mobility Assistant. Auswertung Nachbefragung (MINI E 2.0). TU Chemnitz, Institut für Arbeitspsychologie, Sep. 2011, internes Dokument

## Deliverable 1.4

### Konzeptionierung Nutzerstudie

Für die Konzeption der Nutzerstudie wurden die Forschungsfragen als Hypothesen von den drei Partnern individuell erarbeitet und im Konsortium abgestimmt. Das Studienkonzept, inklusive eines Methodenpaketes, welches Umweltnutzen, Alltagstauglichkeit, Nutzerakzeptanz und Verwendung von Mehrwertdiensten untersucht, wurde zur Beantwortung der Forschungsfragen erstellt. Im Anschluss erfolgte die Auswahl der konkreten Nutzer in den Anwendungsfällen für die Nutzerstudie. Auf Basis bereits vorliegender Erkenntnisse wurde ein Anforderungsprofil für die notwendigen Funktionalitäten des Mobilitätsassistenten aus wissenschaftlicher Sicht definiert.

Im Rahmen des Deliverable 1.4 verantwortete BMW die Realisierung des Arbeitspaketes AP 1.4.1, dies ist im Folgenden beschrieben.

<b>Firma / Institut</b> <b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> <b>Definition der Forschungsfragen aus automotiver Sicht sowie koordinativer Abgleich der Forschungsinteressen mit allen Projektpartnern über die gesamte Projektlaufzeit</b>	<b>Arbeitspaketnummer</b> <b>1.4.1</b>
<b>1. Ziele und Aufgaben</b>  In diesem Arbeitspaket sollen für die Konzeption der wissenschaftlichen Nutzerstudie die Forschungsfragen aus einer automotiven Sicht erarbeitet und in die methodische Gestaltung der Studie eingebracht werden. Zudem soll in diesem Arbeitspaket eine übergreifende koordinative Funktion beinhaltet sein, die einen entsprechenden Abgleich der jeweiligen Forschungsinteressen über alle Konsortialpartner möglich macht.	
<b>2. Vorgehen / Methodik</b>  Zur Erreichung der in diesem Arbeitspaket definierten Ziele wurden für die Spezifikation der im Projekt umzusetzenden Anwendungsfälle zunächst die relevanten Fragestellungen der Projektpartner generisch gesammelt.  Aus der Priorisierung dieser Fragestellungen ergaben sich die in den Anwendungsfällen festgehaltenen UseCases als Operationalisierung der wichtigsten Fragestellungen unter gleichzeitiger Berücksichtigung einer ausreichend validen Stichprobengröße je Anwendungsfall. Die wichtigsten identifizierten Fragestellungen beziehen sich auf neue Firmen-/Behördenflotten, neue Flottenanwendungen (z.B. Flughafen), Park & Ride / Pendler, Park & Charge / Laternenparker sowie die Stärkung des Car-Sharing.	

# Abschlussbericht

In einem nächsten Schritt wurden die Forschungsfragen aus automotive Sicht erarbeitet. Dies geschah im Rahmen eines mehrstufigen Auswahlprozesses, welcher unter anderem aus verschiedenen Abstimmungsrunden mit den Kolleginnen und Kollegen der Technischen Universität Chemnitz bestand. Auf Basis im Vorfeld identifizierter E spezifischer Funktionen wurden Themencluster gebildet (Laden, Mobile Mehrwertdienste, Navigation, Fahrbetrieb sowie Fahrzeugakustik). Diese Themencluster wurden in einem internen Priorisierungsprozess gewichtet und mit im Projekt umsetzbaren möglichen konkreten Fragestellungen versehen.

Diese entwickelten Fragestellungen wurden in einer weiteren Abstimmungsschleife im Unternehmen finalisiert und erneut priorisiert. Somit wurde eine Fragensammlung generiert, die bestmöglich die im Projektrahmen beantwortbaren Fragestellungen aus automotive Sicht abbildete.

Im Rahmen der methodischen Umsetzungsarbeit wurden darauf aufbauend diejenigen Fragen ausgewählt, die der TU Chemnitz zur Integration in das entwickelte Befragungskonzept zur Verfügung gestellt wurden.

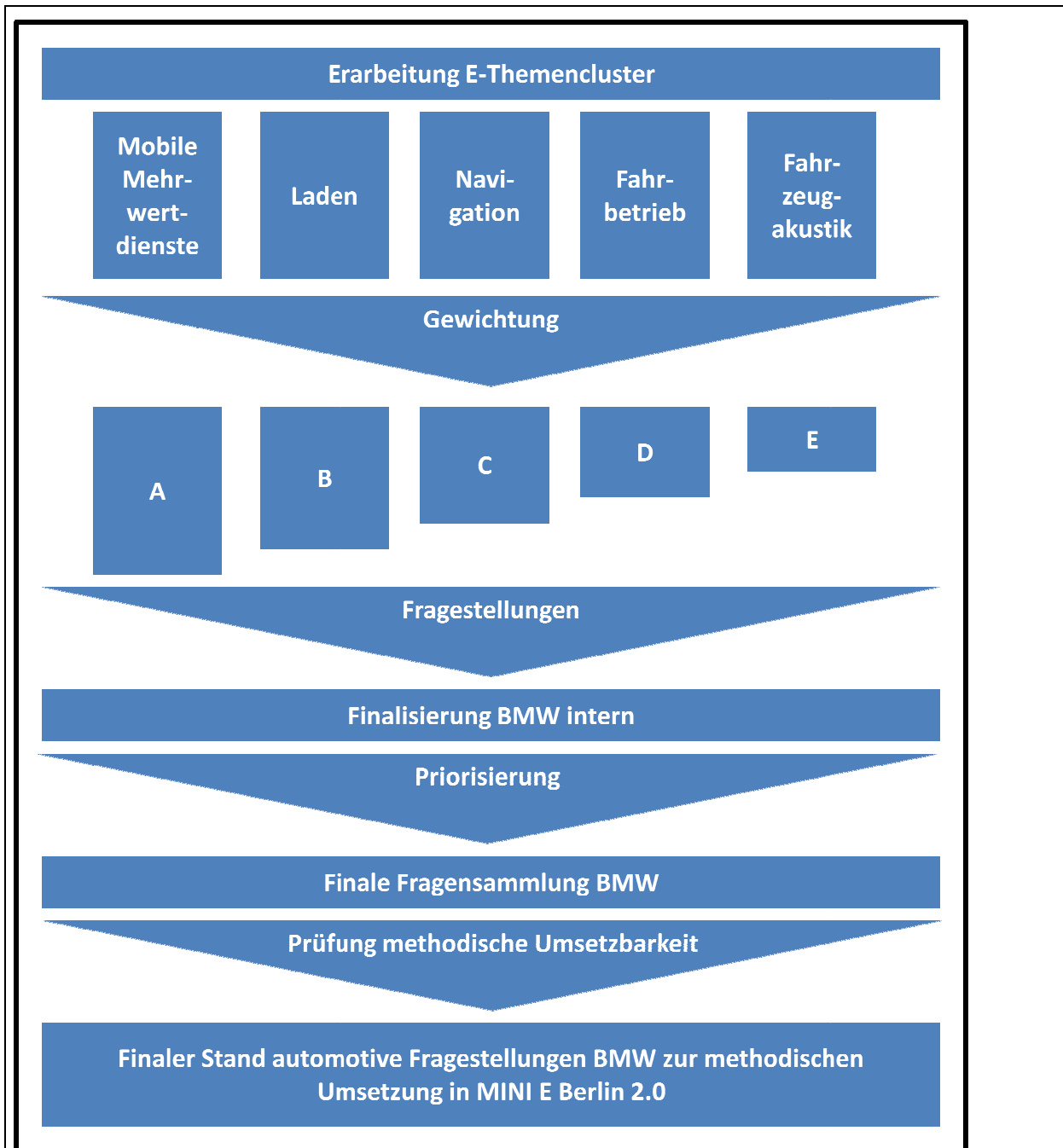


Abbildung 21: Prozessablauf Erarbeitung Fragestellungen aus automotive Sicht

### 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im diesem Arbeitspaket wurden die Forschungsfragen aus automotiver Sicht erarbeitet, ausgewählt und schließlich für die methodische Ausgestaltung der Nutzerstudie durch die Technische Universität Chemnitz bereitgestellt.

Aufbauend auf dem beschriebenen Priorisierungsprozess wurden final diejenigen Themen in Form von Forschungsfragen aus automotiver Sicht widergegeben, die im Rahmen des Förderprojekts als umsetzbar identifiziert wurden.



# Abschlussbericht

Für die Integration in die Mittelbefragung handelte es sich hierbei um Fragestellungen aus folgenden Bereichen: Der erste und gleichzeitig umfangreichste Themenblock beschäftigte sich mit dem Thema *Laden*. Hier wurde eine Unterteilung in die Subkategorien Anzeigekonzepte und –orte, Steuerungsoptionen, Ladestecker und Ladekabel sowie öffentliche Ladeinfrastruktur (LI)/Ladesäulen (u.a. Abrechnungs- und Reservierungsmöglichkeiten) vorgenommen. Hierdurch konnte sichergestellt werden, dass ein Maximum an relevanten Ladethemen im Projektrahmen behandelt werden konnte. Dies wurde vor allem auch durch den Fakt der neuen Anwendungsfälle (in Bezug auf MINI E Berlin 1.0) ins Zentrum des Interesses gerückt.

Im zweiten Frageblock lag der Fokus auf dem Themengebiet der *Fahrzeugakustik*, wo eine Unterteilung in Akustik *im* Elektrofahrzeug sowie in Akustik *außerhalb* des Fahrzeugs stattfand.

Bereich 3 setzte sich aus drei quantitativ schlankeren Subthemen zusammen, nämlich möglichen *Einsatzorten von EVs*, dem generellen *Umgang mit dem MINI E* sowie der *Qualität eines Elektrofahrzeugs wie dem MINI E*.

Die Abschlusserhebung, welche von der TU Chemnitz als Online-Befragung konzipiert wurde, wurde im Rahmen dieses Arbeitspakets mit den folgenden Fragebereichen aus automotiver Sicht angereichert: Zum einen wurden weiterführende und auf die Mittelerhebung aufbauende Fragen zu den Themenfeldern *Öffentliches Laden* sowie *Fahrzeugakustik* bereitgestellt.

Zum anderen wurden ausgewählte Fragen aus den Bereichen *Alltagserfahrungen/Alltagstauglichkeit*, *Reichweite/Reichweitenbedürfnisse*, *Platzierung des MINI E im Alltag* der Probanden (u.a. Anzahl der Fahrzeuge im Haushalt und mögliche Ersetzbarkeit eines Verbrennerfahrzeugs durch ein Elektrofahrzeug), *Kosten und Preisbereitschaft*, *Erneuerbare Energien* sowie *Rekuperation* integriert.

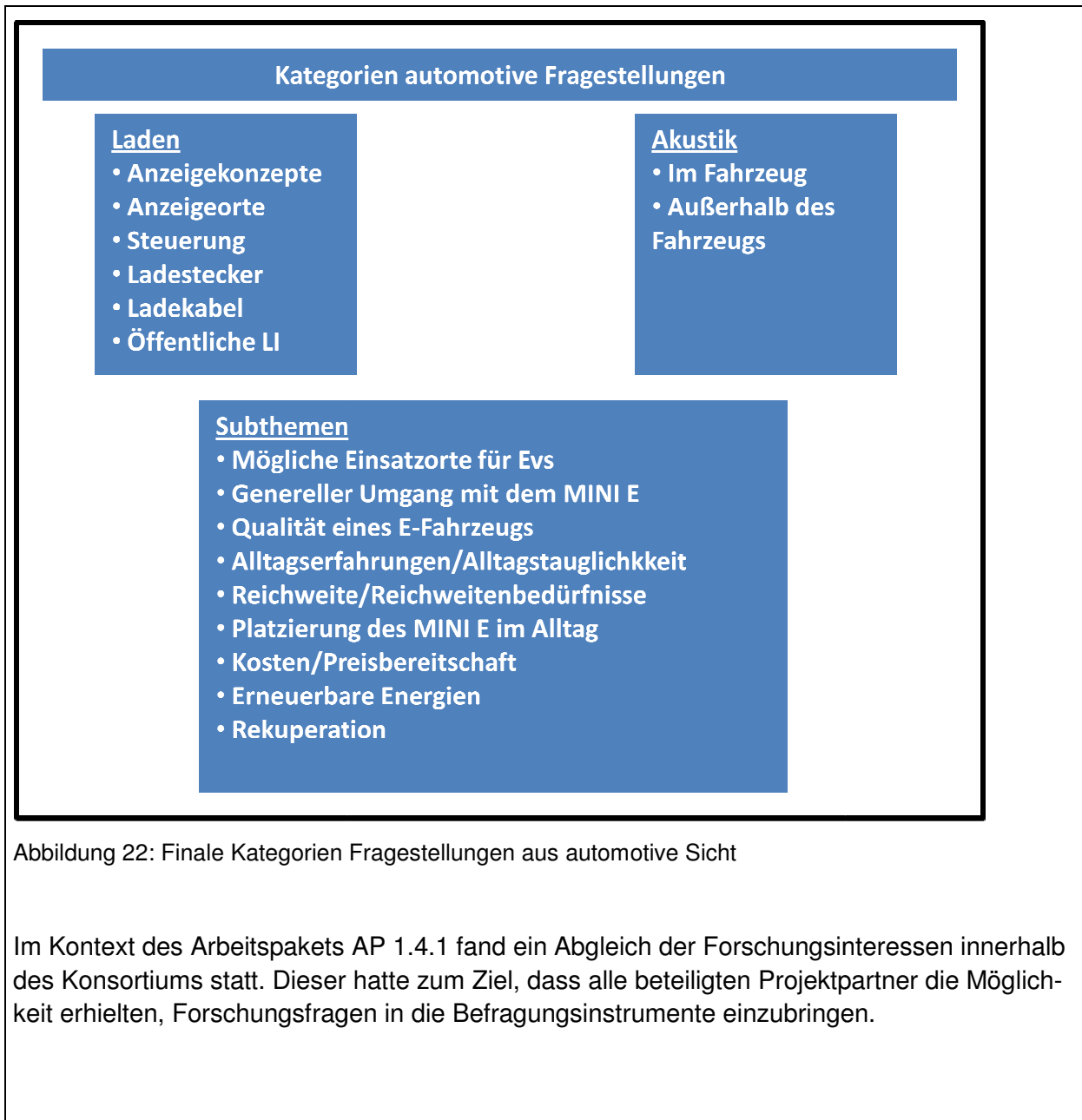


Abbildung 22: Finale Kategorien Fragestellungen aus automotive Sicht

Im Kontext des Arbeitspakets AP 1.4.1 fand ein Abgleich der Forschungsinteressen innerhalb des Konsortiums statt. Dieser hatte zum Ziel, dass alle beteiligten Projektpartner die Möglichkeit erhielten, Forschungsfragen in die Befragungsinstrumente einzubringen.

## Ergebnisbeschreibung Deliverable 2.1

### Nutzerbetreuung und Weiterbetrieb Service

Die eingesetzten siebzig MINI E Fahrzeuge wurden für den Betrieb in der Feldphase vorbereitet. Die rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen um die nicht-seriengleichen Fahrzeuge von Typ MINI E einzusetzen wurden geschaffen. Eine Betriebs- und Betreuungsstruktur für den sicheren Betrieb der Fahrzeuge sowie eine Nutzerbetreuung wurde schwerpunktmäßig für die Feldphase sichergestellt. Eine Serviceorganisation für Hochvoltumfänge in einem gewöhnlichen Automobil-Handelsbetrieb in der Niederlassung Berlin wurde realisiert. Während der Feldphase wurde ein Flottenmanagement und eine Einsatzsteuerung bis hin zur Rücknahme der Fahrzeuge am Ende der Nutzungsdauer sichergestellt.

Dieses Deliverable wurde gesamthaft von BMW verantwortet, die Arbeitspakete sind im Folgenden beschrieben.

<b>Firma / Institut</b> <b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> <b>Sicherstellung der Betriebs- und Betreuungsstruktur</b>	<b>Arbeitspaketnummer</b> <b>AP 2.1.1</b>
<b>1. Ziele und Aufgabe</b> <p>Für die aus dem Konzept abgeleitete Experimentalumgebung musste garantiert werden, dass diese über den gesamten Zeitraum der Untersuchung konstant bleibt und damit eine valide Datenaufzeichnung ermöglicht. Für die Sicherstellung des Engagements in Berlin waren notwendig:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• die Gewährleistung des sicheren Betriebs der 70 MINI E Fahrzeuge, inkl. 5 Ersatzfahrzeuge</li><li>• die Sicherstellung der entsprechenden Nutzerbetreuung mit besonderem Augenmerk auf die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer</li><li>•</li></ul>	
<b>2. Vorgehen / Methodik</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Erarbeitung einer Vereinbarung mit der BMW Niederlassung Berlin zu Betrieb sowie Betreuung der MINI E Elektrofahrzeugflotte am Standort Berlin</li><li>• Aufbau und Erweiterung der räumlichen und personellen Experimentalumgebung für die Betreuung von 70 Fahrzeugen bis 09/2011</li><li>• Sicherstellung der Verfügbarkeit der ausgebildeten personellen Kapazitäten am Standort Berlin</li></ul>	

# Abschlussbericht

- Permanente Gewährleistung der technischen sowie kaufmännischen Abwicklungsprozesse zwischen den Standorten Berlin und München

### 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die personellen Kapazitäten (Werkstatt / Fahrzeugeinsatzbetreuung/ Probandenbetreuung) waren in der BMW Niederlassung Berlin über den gesamten Fahrzeitraum gesichert. Komplexe und umfangreiche Arbeiten an den MINI E Hochvoltumfängen wurden im HV-Kompetenzzentrum München durchgeführt, da die technischen Experten und notwendigen Einrichtungen am Standort Berlin nicht vorgehalten werden konnten. Die Räumlichkeiten im Handelsbetrieb in Berlin waren nicht vorhanden, die HV-Werkzeuge und das Know how waren bisher nur in der BMW Zentrale verfügbar.

Die Nutzeransprache- und Akquisition erfolgte über das Projektteam in der BMW Zentrale in München.. Das laufende Monitoring aller projektrelevanten Abläufe zur Sicherstellung des Fahrzeugbetriebs sowie der Nutzerbetreuung in der notwendigen Experimentalumgebung wurde durchgeführt.

#### Firma / Institut

**BMW AG**

#### Arbeitspakettitel

**Aufbereitung der MINI E für Feldphase**

#### Arbeitspaketnummer

**AP 2.1.2**

### 1. Ziele und Aufgaben

Im Vordergrund stand die Gewährleistung einer sicheren Versuchsumgebung, insbesondere der sichere Fahrzeugbetrieb. Nach ca. 14 Monaten laufenden Betriebs mussten die 70 MINI E Fahrzeuge einer technischen Durchsicht sowie einer entsprechenden Aufbereitung der sicherheitstechnischen Komponenten und der Hochvolt-Komponenten unterzogen werden. Zudem mussten technische Begutachtungen den einwandfreien Zustand der Fahrzeuge sicherstellen bzw. ggf. notwendige Reparaturumfänge aufdecken.

## 2. Vorgehen / Methodik

- Anfertigung unabhängiger technischer Gutachten für die gesamte einzusetzende MINI E Fahrzeugflotte zur Ermittlung der notwendigen technischen Aufbereitungsumfänge
- qualifizierte Analyse des Zustands aller Hochvolt-Komponenten durch BMW Experten
- umfassende technische Inspektion aller Fahrzeuge
- Wiederaufbereitung & Sicherstellung des verkehrssicheren Zustands der 70 MINI E Fahrzeuge

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die sicherheitstechnische Aufbereitung der 70 MINI E Fahrzeuge für die Feldphase wurde im vorgesehenen Umfang abgeschlossen. Die Überprüfung und Aufbereitung der Hochvoltkomponenten und der Leistungselektronik, im Speziellen bei den Rückläuferfahrzeugen aus den USA, aufgrund des älteren Baustands der Fahrzeuge, welche darüber hinaus auf ECE Typzulassung umgerüstet wurden, wurde zeitgerecht abgeschlossen.

Folgende Tätigkeiten wurden dabei für eine ECE Typzulassung/Umrüstung durchgeführt:

Da der MINI E technisch für ein Jahr ausgelegt und von den Entwicklungsfachstellen von BMW auch nur für diesen Zeitraum freigegeben ist, müssen sicherheitsrelevant Umfänge kontrolliert bzw. getauscht werden. Hinzu kommen zwingend erforderliche Arbeiten für eine Umrüstung von USA auf ECE Standard, damit die Fahrzeuge zugelassen und auf deutschen Straßen betrieben werden können.

Notwendige sicherheitstechnische Arbeiten sind u. a.:

- ADE-Box kontrolliert ob aktueller Stand ggf. wechseln
- Sicherungsboxdeckel austauschen
- Ladeleitung abdichten
- Schrumpfschlauch beim PEU Stecker (J2) nachrüsten
- Pinningänderung im Sicherungskasten (von KI 87 auf KI 30)
- Adapter KBB Isowächter nachrüsten
- Masseband Motorträger nachrüsten
- Schweißnaht am Tragrahmen der PEU überprüfen
- PEU Stecker (J8) scheuert/schlägt an Karosserie (überprüfen)
- Eingriffschutz PTC Fahrerseite nachrüsten
- Kofferraumboden austauschen
- Ablaufstopfen im Kofferraum unter dem Abluftmotor nachrüsten
- Dualabgang nachrüsten
- Warnaufkleber Abdeckung Bat. Box austauschen
- Scheinwerfereinstellschraube vor Kundenzugriff schützen

# Abschlussbericht

Für die US auf ECE Umrüstung sind folgende Arbeitsschritte zwingend erforderlich.

- Betriebsanleitung austauschen
- Instrumentenkombi austauschen
- Nebelschlussleuchten nachrüsten
- Blende mit Nebelschlussleuchtensymbol nachrüsten
- Kipphebel Nebelschlussleuchten nachrüsten
- Sidemarker Hinten austauschen
- Codierdaten Gesamtfzg. (DME-Update)
- Zulassung / TÜV-Abnahme
- Fahrerseiten Außenspiegel austauschen
- Scheinwerfer austauschen
- Innenraumverkleidung hinten links wg. Bohrung ON/OFF Schalter austauschen

Die Wiederaufbereitung der Gesamtfahrzeuge ist direkt am Standort Berlin durchgeführt worden. Die dafür benötigte Personalkapazität wurde in Form von Hochvolt-Experten aus dem Münchner HV Kompetenz Zentrum bereitgestellt.

## Firma / Institut

**BMW AG**

## Arbeitspakettitel

**Kaufmännische Betreuung der Probanden im Feldtest**

## Arbeitspaketnummer

**AP 2.1.3**

### 1. Ziele und Aufgaben

Beim MINI E Elektrofahrzeug handelt es sich um ein nicht-seriengleiches Fahrzeug. Im Unterschied zu etablierten Prozessen für den Betrieb und die Betreuung von Serienfahrzeugen wurden für den Einsatz im Flottentest mit Elektrofahrzeugen gewisse Sonderumfänge gewährleistet. Vor dem Hintergrund der anspruchsvollen Experimentalumgebung mit wissenschaftlicher Begleitung wurden sämtliche vertragliche Voraussetzungen für die Fahrzeugübernahme sichergestellt, im Speziellen der Nutzungsvertrag, die Orientierung bezüglich Einsatzbedingungen und Haftungsregelungen, besondere Nutzungshinweise und die Anpassung der Kunden- sowie Fahrzeugbetreuung im Betrieb gemäß Einsatzszenario. Mangels einer Abbildung der MINI E Fahrzeuge in BMW AG IT-Systemen, wurden nahezu alle kaufmännischen Prozesse, wie z.B. Stellung der monatlichen Rechnungen, Mahnungen bei Zahlungsverzug und die Vertragserstellung rund um die MINI E Fahrzeugnutzung händisch abgewickelt. Unter dem

Aspekt, dass eine optimale und sehr persönliche Betreuung der Nutzer im Feldversuch im Umgang der Nutzer mit dem Elektrofahrzeug sichergestellt werden musste, sind dem Nutzer spezielle Ansprechpartner für die Betreuung des Fahrzeuges in Berlin genannt worden. Die Sicherstellung der kaufmännischen Prozesse ist durch das Projektteam MINI E in der BMW Zentrale in München erfolgt.

## 2. Vorgehen / Methodik

Schaffung der vertraglichen und rechtlichen Voraussetzung für die Durchführung des Flottentests mit nicht-seriengleichen Fahrzeugen. Hierzu wurden mit den entsprechenden Fachstellen, wie der Rechtsabteilung, der Steuerabteilung, der Vertriebsabteilung und der Buchhaltung im BMW Konzern der Nutzungsverträge entwickelt und abgestimmt. Dieser Nutzungsvertrag wurde speziell für das Projekt MINI E V2.0 entwickelt und beinhaltet die für Elektrofahrzeuge spezifischen Paragraphen.

Es wurden insgesamt 4 verschiedene Nutzungsverträge für das Projekt aufgesetzt:

- 1 Nutzungsvertrag Firmen-und Flottennutzer
- 1 Nutzungsvertrag für beteiligte Projektpartner
- 1 Nutzungsvertrag Privatnutzer mit Heimladestation (Wallbox),
- 1 Nutzungsvertrag Privatnutzer Nutzung der öffentlichen Ladeinfrastruktur (siehe Anhang 1)

Bei der Nutzung durch Firmenkunden stellte sich der nichtvorhandene Bruttolistenpreis zur Versteuerung des geldwerten Vorteils der anteiligen privaten Nutzung durch Mitarbeiter des Fahrzeuges als Hürde da. Hier musste durch den Vertrieb eine separate Klärung mit der BMW Steuerabteilung erwirkt werden. Die Empfehlung wurde nach Rücksprache der BMW AG mit den zuständigen Finanzbehörden an die Firmennutzer übermittelt.

- Nutzer-Akquisition: Bekanntmachung des Projektes MINI E powered by Vattenfall. Die Bekanntmachung der Bewerbungsphase wurde von BMW über verschiedene On- und Offline Kommunikationskanäle gesteuert. Unter anderem wurden verschiedene Print- und Onlineanzeigen im Vorfeld zur Bewerbung des Onlinemoduls auf der Homepage [www.mini.de](http://www.mini.de) geschaltet.

Beispiele hierzu sind:

- Online Banner bei Facebook

# Abschlussbericht



Abbildung 23: Beispiel Online Banner bei Facebook

- Google.de Search Engine Marketing



Abbildung 24: Beispiel Search Engine Marketing

- Printanzeigen in den Berliner Tageszeitungen im gesamten Monat Dezember



Abbildung 25: Beispiel Printanzeige Berliner Tageszeitung



- Placement von Online Bannern auf Partnerportalen



Abbildung 26: Beispiel Placement von Online Banner auf Partnerportalen

- Kundenansprache, Vertragsverhandlung und Akquisition qualifizierter Nutzer gemäß definiertem Einsatzkonzept:
  1. Ansprache der ausgewählten Nutzer via telefonischem Erstkontakt
  2. Vertragszusendung via Email
  3. Rücksendung der Nutzungsvereinbarung durch den Nutzer
  4. Meldung der positiven Vertragsrücksendung des Nutzers an den Projektpartner Vattenfall, so dass Termin zur Prüfung der Installation der Wallbox vereinbart werden konnte
  5. Meldung der positiven Prüfung der Installation von Vattenfall an die Projektpartner, so dass die TU Chemnitz einen Termin zur Führung des Vorab-Fahrtbuchs vereinbaren konnte
- Kaufmännische und kommunikative Betreuung der Nutzer entsprechend der Forschungsziele

Der Focus lag hier auf der Kommunikation mit den Nutzern, sowie der Koordination der offenen Fragen der Nutzer zwischen den Projektpartnern. Auch wurde durch das Projektteam die Planung von Nutzertreffen organisiert, sowie der monatliche MINI E Newsletter erstellt und versendet. Offene Fragen oder auch Anregungen der Nutzer sind durch das Projektteam der BMW AG geklärt worden. Hier wurde z.B. eine detaillierte Liste der öffentlichen Ladesäulen in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner Vattenfall erstellt. Eine Anleitung zum Laden an den unterschiedlichen Ladesäulentypen wurde durch das Projektteam entwickelt und an die Nutzer versendet. (siehe Anhang 6 Ladeanleitung)

### 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Bewerbung des Berliner Projektes MINI E V2.0 wurde über diverse Medien gestreut, dies hatte den Erfolg, dass über das Online-Bewerbungsmodul in dem Zeitraum von ca. 2 Monaten insgesamt 1.867 private Interessenten für die Nutzung des MINI Es zu verzeichnen waren. Auf diesen Bewerberpool wurden die wissenschaftlichen Kriterien für die Auswahl einer reprä-

# Abschlussbericht

sentativen Stichprobe angewandt und daraus die MINI E Privatnutzer akquiriert.

Der persönliche Anspracheprozess wurde über das kaufmännische Projektteam der BMW AG gesteuert. Hierzu gehörten die Filterung nach kaufmännischen Aspekten, wie z.B. E Bereitschaft der Nutzer eine monatliche Nutzungsgebühr in Höhe von 400,-€ zuzahlen, einen Vertrag mit der BMW AG für die Dauer der Nutzung des Fahrzeuges abzuschließen und die Bonität der Nutzer zu prüfen. Weitere Aspekte die mit den Nutzern in einzelnen persönlichen und telefonischen Gesprächen im Vorfeld abgeklärt worden sind, war die Bereitschaft an der Teilnahme von wissenschaftlichen Interviews, die Klärung, wie der Nutzer des Fahrzeuges laden möchte (Öffentlich über die Vattenfall-Ladestationen oder über eine Heimladestation).

Schwierigkeiten sind hier insbesondere bei den sogenannten „Laternen-Parkern“ zu verzeichnen gewesen. Da die Wohnorte der Probanden, teilweise sehr weit entfernt zu den öffentlichen Ladesäulen gelegen waren, so dass hier eine hohe Ausfallquote der nach wissenschaftlichen Kriterien ausgewählten Nutzern zu verzeichnen war. Zur Analyse, welche Probanden in welcher Entfernung zu den öffentlichen Ladesäulen wohnen oder arbeiten, wurde die Entfernung via Google Maps ermittelt.



Abbildung 27: Screenshot Wohnorte Probanden - Google Maps

In regelmäßigen Telefonkonferenzen und Projekttreffen wurden mit den Projektpartnern der Nutzerakquisitions-Status berichtet. Hierzu wurden spezielle Powerpoint-Vorlagen erstellt, um sicherzustellen, dass alle beteiligten Projektpartner über den aktuellen Status informiert sind und damit eine optimale Kommunikation mit den beteiligten Projektpartnern sichergestellt werden konnte.

Abschließend ist festzuhalten das alle Privat- und Flottenkunden persönlich betreut und alle Prozesse zur sicheren Abwicklung der kaufmännischen Umfänge durchgeführt wurden.

# Abschlussbericht

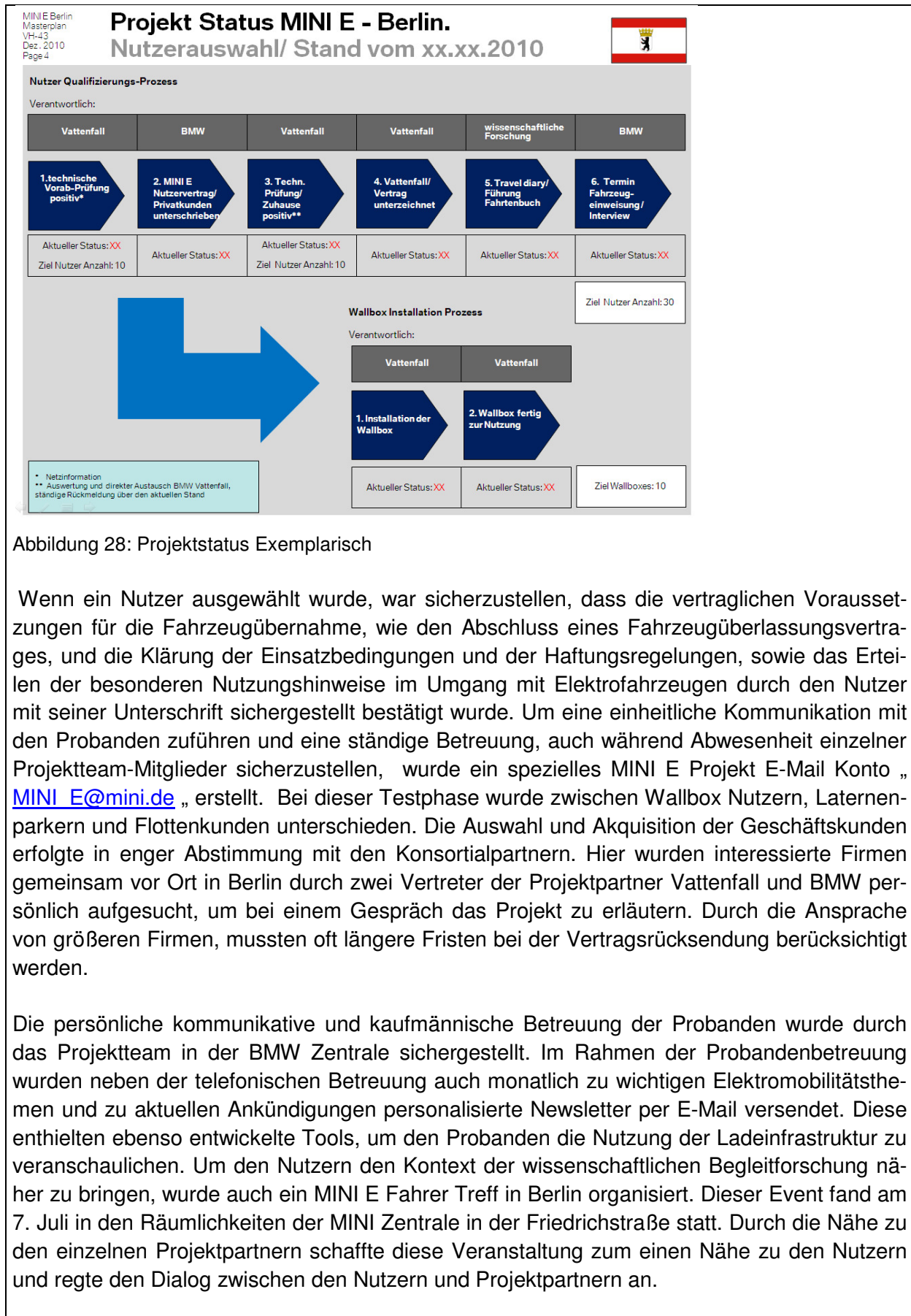


Abbildung 28: Projektstatus Exemplarisch

Wenn ein Nutzer ausgewählt wurde, war sicherzustellen, dass die vertraglichen Voraussetzungen für die Fahrzeugübernahme, wie den Abschluss eines Fahrzeugüberlassungsvertrages, und die Klärung der Einsatzbedingungen und der Haftungsregelungen, sowie das Erteilen der besonderen Nutzungshinweise im Umgang mit Elektrofahrzeugen durch den Nutzer mit seiner Unterschrift sichergestellt bestätigt wurde. Um eine einheitliche Kommunikation mit den Probanden zuführen und eine ständige Betreuung, auch während Abwesenheit einzelner Projektteam-Mitglieder sicherzustellen, wurde ein spezielles MINI E Projekt E-Mail Konto „[MINI\\_E@mini.de](mailto:MINI_E@mini.de)“ erstellt. Bei dieser Testphase wurde zwischen Wallbox Nutzern, Laternenparkern und Flottenkunden unterschieden. Die Auswahl und Akquisition der Geschäftskunden erfolgte in enger Abstimmung mit den Konsortialpartnern. Hier wurden interessierte Firmen gemeinsam vor Ort in Berlin durch zwei Vertreter der Projektpartner Vattenfall und BMW persönlich aufgesucht, um bei einem Gespräch das Projekt zu erläutern. Durch die Ansprache von größeren Firmen, mussten oft längere Fristen bei der Vertragsrücksendung berücksichtigt werden.

Die persönliche kommunikative und kaufmännische Betreuung der Probanden wurde durch das Projektteam in der BMW Zentrale sichergestellt. Im Rahmen der Probandenbetreuung wurden neben der telefonischen Betreuung auch monatlich zu wichtigen Elektromobilitätsthemen und zu aktuellen Ankündigungen personalisierte Newsletter per E-Mail versendet. Diese enthielten ebenso entwickelte Tools, um den Probanden die Nutzung der Ladeinfrastruktur zu veranschaulichen. Um den Nutzern den Kontext der wissenschaftlichen Begleitforschung näher zu bringen, wurde auch ein MINI E Fahrer Treff in Berlin organisiert. Dieser Event fand am 7. Juli in den Räumlichkeiten der MINI Zentrale in der Friedrichstraße statt. Durch die Nähe zu den einzelnen Projektpartnern schaffte diese Veranstaltung zum einen Nähe zu den Nutzern und regte den Dialog zwischen den Nutzern und Projektpartnern an.

# Abschlussbericht



Abbildung 29: Bilder MINI E Fahrertreffen 07.07.2011

In diesem Rahmen erfolgte ein reger Austausch zur zukünftigen Mobilität, verschiedenen Mobilitätskonzepten, technischen Fragen und noch zu bewältigenden Herausforderungen für zukunftsfähige Lösungen im Individualverkehr.

Das laufende Monitoring aller projektrelevanten Abläufe zur Sicherstellung des Fahrzeugbetriebs sowie der Nutzerbetreuung in der notwendigen Experimentalumgebung wurde unter anderem in monatlichen Arbeitskreisen mit den Projektpartnern durchgeführt.

## Firma / Institut

**BMW AG**

## Arbeitspakettitel

**Servicebetreuung der Prototypen im Feldtest**

## Arbeitspaketnummer

**AP 2.1.4**

### 1. Ziele und Aufgaben

Der Einsatz von Elektrofahrzeugen bei Privat- und Flottennutzern erforderte die Sicherstellung des Betriebs und der technischen Betreuung der nicht-seriengleichen Fahrzeuge vor Ort. Bei einem Nutzerwechsel spezielle bei den Privatanutzern, stellten technische Begutachtungen den einwandfreien Zustand der Fahrzeuge sicher. Ein ausgearbeitetes Schulungs- und Einweisungskonzept gewährleistete den sicheren Umgang des Nutzers mit dem Fahrzeug.

### 2. Vorgehen / Methodik

- Aufbau der spezialisierten Serviceorganisation für den Umgang mit Hochvolt-Komponenten in einem gewöhnlichen Automobil-Handelsbetrieb für 70 MINI E Fahrzeuge
- Technische Befähigung der Nutzer im Umgang mit einem Elektrofahrzeug

# Abschlussbericht

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die MINI E Elektrofahrzeuge wurden für den Einsatz im Feldtest vorbereitet und an die MINI E Nutzer übergeben. Aufgrund der Besonderheiten des hier eingesetzten Fahrzeugtyps musste eine spezielle Einweisung der Nutzer in die besonderen Betriebsbedingungen, die Bedienung nicht-seriengleicher Komponenten sowie die Schnittstelle zur Infrastruktur erfolgen.

Sobald die Nutzer Ihre Fahrzeuge bewegten, mussten sämtliche erforderlichen Serviceleistungen während der Nutzung bereitgestellt werden. Anders als bei herkömmlichen Fahrzeugen kamen in diesem Feldversuch unter anderem spezialisierte mobile Servicekräfte zum Einsatz, die aufgrund des neuartigen Hochvolt-Technologiepakets speziell auf diese Einsatzsituation geschult und dafür bereitgestellt wurden.

Des Weiteren wurde im Unterschied zu aktuellen Werkstätten eine Serviceumgebung geschaffen, in der die Elektrofahrzeuge unter sicheren Bedingungen und nach den bestehenden Servicestandards gewartet und instandgehalten wurden. Mangels einer Abbildung der MINI E Fahrzeuge in BMW AG IT-Systemen, wurde die Teilebeschaffung rund um die MINI E Fahrzeuge durch einen Dienstleister erfüllt.

**Firma / Institut**

**BMW AG**

**Arbeitspakettitel**

**Sicherstellung der Service-Organisation für Hochvolt**

**Arbeitspaketnummer**

**AP 2.1.5**

## 1. Ziele und Aufgaben

Der Einsatz von Elektrofahrzeugen bei Nutzern als Versuchsumgebung erforderte die Sicherstellung von Betrieb und technischer Betreuung der nicht-seriengleichen Fahrzeuge vor Ort. Bei einem Nutzerwechsel stellten technische Begutachtungen den einwandfreien Zustand der Fahrzeuge sicher. Innerbetriebliche Sonderprozesse im Werkstattbetrieb wurden gemäß der hohen Fahrzeugstückzahl aufgebaut und sichergestellt, um unnötige Fahrzeugtransporte nach München zu vermeiden und die Problemlösung vor Ort zu ermöglichen.

# Abschlussbericht

## 2. Vorgehen / Methodik

- Erweiterung der spezialisierten Serviceorganisation für den Umgang mit Hochvolt-Komponenten in einem gewöhnlichen Automobil-Handelsbetrieb
- Nutzung etablierter innerbetrieblicher Sonderprozesse für Ersatzteilversorgung
- bedarfsorientierte Anpassung lokaler Werkstattstrukturen und -kapazitäten an die Anforderungen des Flottenversuchs

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Durchführung aller Wartungs- und Servicearbeiten der MINI E Fahrzeuge und die laufende technische Betreuung der Fahrzeugflotte wurden am Standort Berlin durchgeführt. Arbeiten an den Hochvoltumfängen wurden im MINI E HV Kompetenzzentrum in München durchgeführt, da die technischen Experten und notwendigen Einrichtungen am Standort Berlin nicht vorgehalten wurden.

### Firma / Institut

**BMW AG**

### Arbeitspakettitel

**Flottenmanagement und Einsatzsteuerung**

### Arbeitspaketnummer

**AP 2.1.6**

## 1. Ziele und Aufgaben

Der Betrieb der Fahrzeuge vor Ort beim Nutzer erforderte eine entsprechende Fahrzeugdisposition, die Einsatzsteuerung der Fahrzeuge bei Nutzerwechseln, das Planen der Werkstattaufenthalte, die Dokumentation der Fahrzeugnutzungen sowie das Nachforschen nach den Fahrern bei eingegangenen Bußgeldbescheiden.

Im Einzelfall war eine Fahrzeugverlagerung nach München für Analyse- und Reparaturzwecke notwendig, die Transportlogistik erfolgte zentral über alle Standorte hinweg. Aufgrund der erhöhten Fahrzeuganzahl im Vergleich zu bisherigen Einsätzen in Berlin war vor Beginn des Projektes MINI E 2.0 in Berlin eine Verlagerung von 20+5 Fahrzeugen aus den USA notwendig.

# Abschlussbericht

## 2. Vorgehen / Methodik

- Fahrzeug-Reimport aus den USA inkl. Abwicklung von Verzollungs- sowie Zulassungsthemen
- Aufbau und Sicherstellung der spezialisierten Fahrzeugeinsatzsteuerung
- Nutzung der etablierten Sondersysteme und -prozesse zur flexiblen Fahrzeugdisposition
- Effiziente Nutzung der Werkstattkapazität vor Ort, insbesondere in Leerlaufphasen

## 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Zunächst wurden die Fahrzeuglogistik sichergestellt und die Verzollungs- sowie Zulassungsthemen im Rahmen der Verlagerung der Fahrzeuge aus den USA abgewickelt. Während des Feldversuches wurde stets auf eine optimale Fahrzeugeinsatzsteuerung geachtet, insbesondere bei notwendigen Fahrzeugwechseln aufgrund technischer Ausfälle bzw. aufgrund von Verkehrsunfällen. Die in der Folge verursachten Fahrzeugtransporte inkl. notwendiger Standortverlagerungen wurden zentral aus München gesteuert. Im Rahmen dessen erfolgte auch die Dokumentation aller Fahrzeugnutzungen, -tauschaktionen, -verlagerungen und Werkstattaufenthalte im BMW internen Fuhrparksystem. Die Aufklärung aller eingegangenen Bußgeldbescheide sowie Ordnungswidrigkeiten wurde im Rahmen dieses Arbeitspaketes ebenfalls geleistet.

## **Deliverable 2.2**

### **Begleitforschung Infrastruktur**

Die für die Durchführung der Studien erforderliche Ladeinfrastruktur wurde aufgebaut und über Funkkommunikation mit den beiden Leit- und Steuerungszentren verbunden. Hier erfolgte die Überwachung und Steuerung der Ladegeräte sowie die Datenerhebung. Die gesammelten Daten wurden umfassend analysiert und ausgewertet, sodass die Anwendungsfälle im Hinblick auf die Hypothesen bzw. Forschungsfragen bewertet werden können.

In diesem Deliverable wurden keine Arbeitspakete von BMW bearbeitet.



## Deliverable 2.3

### Begleitforschung Nutzerperspektive

Es wurden Befragungen zu Erfahrungen mit dem System Elektromobilität und W2V in verschiedenen Anwendungsfällen durchgeführt, die Aufschluss über das Potenzial des gesamten Systems aus Nutzersicht gaben. Eine umfassende Datenbasis von subjektiven und objektiven, qualitativen und quantitativen Daten konnte generiert werden. Für die objektiven Daten (Datenloggerdaten) wurden durch den Automobilhersteller Server- und Auswertekapazitäten bereitgestellt. Der Mobilitätsassistent wurde an verschiedenen Nutzergruppen getestet, Empfehlungen für dessen Weiterentwicklung wurden erarbeitet. Alle Ergebnisse flossen in einen Abschlussbericht, in dem die Alltagstauglichkeit und Akzeptanz von Elektromobilität in unterschiedlichen Einsatzbereichen dargestellt wurde.

Im Rahmen des Deliverable 1.2 verantwortete BMW die Realisierung des Arbeitspaketes AP 2.3.2, dies ist im Folgenden beschrieben.

<b>Firma / Institut</b> <b>BMW AG</b>	
<b>Arbeitspakettitel</b> <b>Betrieb Datenlogger und Datenaufbereitung</b>	<b>Arbeitspaketnummer</b> <b>AP 2.3.2</b>
<b>1. Ziele und Aufgaben</b>  Ziel ist die Spezifikation, Vorbereitung und Durchführung der objektiven Datenerfassung der Testfahrzeuge im experimentellen Betrieb und Bereitstellung der Daten für die wissenschaftliche Begleitung.  Durch die bereits vorliegende Implementierung der Messhardware (Datenlogger und veränderter Kabelbaum) aus dem Projekt MINI E V1.0 in die eingesetzten Fahrzeuge beinhaltet dieses Arbeitspaket die: a) Weiterführung der Datenaufzeichnung b) Datenspeicherung c) Datenaufbereitung d) Datenauswertung, Adaptation der Datenauswertung an Umfänge des aktuellen Projekts und e) Bereitstellung der abgeleiteten Information an die übrigen Projektpartner.	

## **2. Vorgehen / Methodik**

Die Datenübertragung wurde durchgeführt und die tagesaktuelle Übertragung überwacht. Ein Messtechniktausch war nicht notwendig. Die Daten wurden entsprechend der Nutzergruppe in der Datenverwaltung zugeordnet. Die Kapazitäten des Servers wurden erweitert und die bisherigen Daten in ein bearbeitbares Format gebracht. Die Zugriffsrechte-/und Möglichkeiten wurden überwacht um die Daten vor unberechtigten Zugriffen zu schützen. Regelmäßige Standardanalysen wurden zur Plausibilisierung der Daten durchgeführt.

Die im Konsortium benötigten Analysen sind termingerecht an die Projektpartner übergeben worden.

## **3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Der Weiterbetrieb der Datenlogger im Projekt MINI E V2.0 wurde umgesetzt. Die Fahrzeugdaten wurden aufgezeichnet und die definierten Analysen wurden den Projektpartnern zur Verfügung gestellt. Es hat sich gezeigt, dass eine finale Ableitung der gesammelten Daten zum Projektende zielführend war, da Zwischenauswertungen keine stabilen Datenwerte aufwiesen.

## 4. Darstellung wesentlicher Abweichungen zum Arbeitsplan

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Abweichungen gegenüber dem Arbeitsplan zu Antragseinreichung und die daraus resultierende Maßnahmen und Auswirkungen beschrieben.

Während der Projektlaufzeit wurden folgende Entscheidungen getroffen:

- a) Umrüstung der Ladekabel/infrastrukturseitig von einem Drehstromstecker auf einen IEC TYP II Stecker für die geplanten Erprobungsträger vom TYP MINI E,
- b) Umsetzung einer Nutzungsphase für die 30 geplanten Privatanwender im Pilotbetrieb anstatt der zu Antragseinreichung geplanten zwei Phasen für Privatanwender.

Die getroffenen Entscheidungen bedingen Änderungen sowohl für das Gesamtprojekt als auch für die Ausgestaltung einzelner Arbeitspakete der Partner für dieses Projekt. Die getroffenen Änderungen, teilweise verursacht bei einem Partner, bedingen teilweise Änderungen bei den anderen Partnern.

### Änderung a)

**Umrüstung der Ladekabel/infrastrukturseitig von einem Drehstromstecker auf einen IEC TYP II Stecker für die geplanten Erprobungsträger vom TYP MINI E.**

#### Ursprüngliches Ziel

- Ursprüngliches Ziel des Arbeitspakets lt. Vorhabensbeschreibung bzw. lt. AZK/AZA
- Mittel mit denen das Ziel erreicht werden soll?

In diesem Projekt ist es das Ziel, ein funktionierendes System aus Fahrzeug, Ladekabel und Ladeinfrastruktur für den Pilotbetrieb zur Verfügung zu stellen.

Zum Zeitpunkt der Einreichung des Förderantrags war es das Ziel, ohne Änderung des technischen Gesamtsystems bestehend aus E-Fahrzeug, Ladekabel und Ladeinfrastruktur, den Pilotbetrieb in den neuen Anwendungsfällen durchzuführen.

## Änderungsursache

- Warum fällt der Änderungsbedarf an?

Aufgrund einer BMW Entscheidung im Aktionskreis Produktsicherheit wurde es notwendig, eine Lösung für ein Ladekabel umzusetzen, welches eine missbräuchliche Verwendung durch Nutzer absolut ausschließt.

Ziel einer im Aktionskreis Produktsicherheit beschlossenen Technischen Aktion ist es, Fahrzeuge, an denen Mängel bekannt oder nicht auszuschließen sind, in einen (gesichert) mängelfreien Zustand zu versetzen. Die Prüfung oder Nachbesserung der Fahrzeuge geschieht, um Kundenverärgerung oder hohe Folgeschäden zu vermeiden oder die Einhaltung gesetzlicher (nicht sicherheits- oder emissions-relevanter) Produkthanforderungen sicherzustellen. Beschlüsse des Aktionskreis Produktsicherheit können nur vom Ausschuss für Produktsicherheit (APS), vom Vorstandsausschuss Operations“ (VA-O) oder vom Gesamtvorstand geändert oder aufgehoben werden.

Hintergrund war, dass theoretisch die Verwendung des vorhandenen Ladekabels auch in nicht FI-gesicherten Lademöglichkeiten (Campingsteckern, ...) möglich wäre. Dies hätte im Missbrauchsfall zu massiven Folgen für Nutzer und Fahrzeug führen können. Die Sicherheit des Nutzers hätte gefährdet werden können.

Um eine missbräuchliche Verwendung des Ladekabels durch den Nutzer absolut auszuschließen wurde bei BMW entschieden, die Ladekabel für den MINI E infrastrukturseitig auf den IEC TYP II Stecker umzurüsten.

Dieser Stecker erfüllt die Anforderungen des Aktionskreis Produktsicherheit. Zudem stellt er eine tragfähige, zukunftssichere Steckerlösung dar, welche bei zukünftigen E-Erprobungsträgern und in der Entwicklung befindlichen E-Serienprodukten als Planstand gesetzt ist. Zudem ist der IEC TYP II Stecker derzeit in den Normungen die favorisierte Standardsteckerlösung für zukünftige Elektrofahrzeuge. Mit diesem Stecker sind intelligente Ladevorgänge möglich, welche mit zukünftigen Elektrofahrzeugen genutzt werden können, jedoch noch nicht mit dem MINI E. Eine singuläre Lösung nur für das MINI E Projekt wäre nicht zielführend.

## Änderungsumfang

- Auf welchen neuen Wegen sollen die Ziele erreicht werden?
- Welche neuen Erkenntnisse sollen erreicht werden?

Diese Entscheidung hatte zur Folge, dass entgegen der in der Vorhabensbeschreibung formulierten Position, keine Änderungen an dem technischen Gesamtsystem vorzunehmen, nun doch neben den Ladekabeln für den MINI

Es auch die geplante Ladeinfrastruktur von Vattenfall auf eine neue Steckerlösung umgerüstet, alternativ neu beschafft werden musste um ein funktionierendes Gesamtsystem aus Fahrzeug, Ladekabel und Ladeinfrastruktur für den Probetrieb sicherzustellen. Es entstanden somit Auswirkungen für die technische Umsetzung der AutoStromBox (ASB) – Private Ladeinfrastruktur/Wallbox - sowie für die AutoStromStation (ASS) – öffentliche Ladeinfrastruktur/Ladesäule.

Dies führte in Summe sowohl bei BMW (neue Ladekabel) als auch bei Vattenfall (neue Ladeinfrastruktur, ASB, ASS) zu massiven budgetären nicht geplanten Mehrbelastungen von mehreren Hunderttausend Euro, sowie zu einer zeitlichen Verzögerung des Beginns der Pilotphase.

## **Bewertung der Änderung**

- Welche Partner sind betroffen?
- Welche Arbeitspakete sind betroffen?

Es waren die Partner Vattenfall Europe Innovation GmbH und die Technische Universität Chemnitz des Förderprojektes von den Änderungen und deren Auswirkungen betroffen.

Es waren die folgenden Arbeitspakete der Partner betroffen:

- AP 1.2.3 Erarbeitung einer Fahrzeugeinsatzplanung (BMW)  
Zeitliche Anpassung der geplanten Kapazitäten.
- AP 1.2.5 Infrastrukturprüfung und Nutzerkontrahierung (Vattenfall)  
Zeitliche Anpassung der geplanten Kapazitäten.
- AP 1.3.3 Iterative Verbesserung des Assistenten aufgrund empirischer Ergebnisse aus der Nutzerstudie  
Zeitliche Anpassung der geplanten Kapazitäten, evtl. Reduktion der Kapazität.
- AP 1.4.3 Planung und Konzeption der Nutzerstudie (TUC)  
Zeitliche Anpassung der geplanten Kapazitäten.
- Alle AP 2.1x Nutzerbetreuung und Weiterbetrieb Service (BMW)  
Zeitliche Anpassung der geplanten Kapazitäten, evtl. Reduktion der Kapazitäten.
- AP 2.2.1 Datengenerierung für Hypothesentest (Vattenfall)

# Abschlussbericht

Zeitliche Anpassung der Kapazitäten, evtl. Reduktion der Kapazitäten.

- AP 2.3.1 Umsetzung der wissenschaftlichen Nutzerbegleitforschung in Feldphase. Erfassung und Auswertung subjektiver und objektiver Nutzerdaten (TUC)  
Zeitliche Anpassung der Kapazitäten.
- AP 2.3.2 Betrieb Datenlogger und Datenaufbereitung (BMW)  
Zeitliche Anpassung der Kapazitäten, evtl. Reduktion der Kapazitäten.
- AP 2.3.4 Partizipativ-iterative Nutzerforschung bei der Entwicklung Mobilitätsassistent (TUC)  
Zeitliche Anpassung der Kapazitäten, da eine Kompensationslösung gefunden wurde (siehe Zwischenbericht Februar 2011).

## Auswirkungen auf das Gesamtprojekt:

Durch die notwendigen technischen Abstimmungen für die Realisierung einer neuen technischen Lösung mit dem neuen Ladestecker IEC TYP II sowie der Beschaffung neuer Ladeinfrastruktur ist es für die Pilotphase zu einer zeitlichen Verzögerungen gekommen. Die Feldphase konnte sukzessive bei Privat- und Flottennutzern erst ab Anfang März 2011, anstatt wie ursprünglich geplant im Dezember 2010 beginnen.

## Änderung b)

**Umsetzung einer Nutzungsphase für die 30 geplanten Privatnutzer im Pilotbetrieb anstatt der zu Antragseinreichung geplanten zwei Phasen für Privatnutzer.**

### Ursprüngliches Ziel

- Ursprüngliches Ziel des Arbeitspakets lt. Vorhabensbeschreibung bzw. lt. AZK/AZA
- Mittel mit denen das Ziel erreicht werden soll

Zum Zeitpunkt der Förderantragsabgabe waren zwei Nutzungsphasen für die Privatnutzer im Pilotbetrieb geplant. Mit der Planung von zwei Nutzungsphasen wurden drei wesentliche Ziele verfolgt:

1. Die Möglichkeit zur Anpassung von Fragestellungen und Methoden im zweiten Nutzungszeitraum. Dies wurde geplant, um eventuellen Problemen zu begegnen, die aufgrund der Neuartigkeit und dem bisher schlechtem Forschungsstand auftreten könnten.
2. Die Möglichkeit zur Testung von Hypothesen sicherzustellen, die sich aus den Ergebnissen und Erfahrungen des ersten Nutzungszeitraums ergeben.
3. Die Erhöhung der Stichprobe pro Nutzungssetting (Anwendungsfall) auf mindestens  $n = 20$  weitgehend voneinander unabhängiger Befragungsteilnehmer sicherzustellen.

### Änderungsursache

- Warum fällt der Änderungsbedarf an?

Aufgrund der Notwendigkeit die Ladekabel an den MINI E Fahrzeugen auszutauschen und der damit verbundenen notwendigen Änderung der Ladeinfrastruktur wie in Änderungsgrund a) beschrieben kam es zu zeitlichen Verzögerungen für die Pilotphase. Ein wie ursprünglich geplanter Start der Pilotphase mit Nutzern in den unterschiedlichen Anwendungsfällen war nicht mehr darstellbar.

## Änderungsumfang

- Auf welchen neuen Wegen sollen die Ziele erreicht werden?
- Welche neuen Erkenntnisse sollen erreicht werden?

Es wurde die grundsätzliche Verschiebung der Pilotphase auf Anfang März 2011 sowie die Reduktion von Nutzungsphasen auf eine Nutzungsphase für Privatanutzer entschieden.

Durch den Wegfall der zweiten Nutzungsphase bei den Privatanutzern ergab sich für die wissenschaftliche Begleitung der Feldstudie das Problem, dass die für die ursprüngliche Planung benötigten Stichprobenumfänge nicht vollumfänglich realisiert werden konnten, keine Anpassungen bezüglich der Nutzerrekrutierung und Methodengestaltung möglich waren und auch nur eingeschränkt ein Hypothesentest durchgeführt werden konnte.

Daher wurde im Konsortium eine Lösung entwickelt die vorsieht der TU Chemnitz zwei MINI E Fahrzeuge zur Verfügung zu stellen. Mit diesen Fahrzeugen wurde die Zielerreichung im Projekt (bezogen auf den Projektantrag) durch zwei Forschungsinhalte sichergestellt.

Zunächst halfen Mikro-Nutzungszeiträume, nicht erreichte und eventuell auch bis dato nicht erreichbare Nutzergruppen (z.B. Skeptiker, geringeres Einkommen, fehlende Information) vor und nach einer minimalen Erfahrung mit dem Elektromobilitätssystem zu ihrer erlebten Alltagstauglichkeit und Akzeptanz relevanter Systemkomponenten zu befragen und so auch Schlüsse auf den Umweltnutzen zu ziehen.

Darüber hinaus wurden Testserien mit diesen Fahrzeugen bestimmte Aspekte vertiefend behandeln, die durch die reduzierte Stichprobe im Feldtest dort nicht mehr zufriedenstellend bearbeitet werden konnten.

Die damit erreichbare Kontrolle über Versuchsbedingungen (Feldexperiment) stellte dabei einen wesentlichen Zugewinn an Präzision und Aussagekraft der Ergebnisse dar. So ist bereits bekannt, dass für ein hohes Potential von W2V eine optimale Ausnutzung der Batteriekapazität entscheidend ist. Ergebnisse aus vorhergehenden Projekten zeigen, dass bestimmte Faktoren (z.B. Variabilität der Reichweite, fehlendes Systemwissen) zu suboptimaler Reichweitemaximierung führen können. Die Reichweiteninteraktion in einem experimentellen Design genauer zu untersuchen, brachte wesentliche Parameter für die zukünftige Systemgestaltung hervor. Ein weiteres potentiell Thema war, wie sich der Umweltvorteil bezüglich Akustik unter Beachtung der Anforderungen an die Verkehrssicherheit aufrechterhalten lässt. Hier war es notwendig, die Interaktion von Verkehrsteilnehmern unter kontrollierten Bedingungen zu erfassen.

Neben diesen beiden hauptsächlichen Maßnahmen wurde auch versucht, der Änderung durch eine präzisere (umfangreichere) Selektion und Datenerhebung im Feld-



test zu begegnen. Die Details dazu werden im Zusammenhang der jeweiligen Arbeitspakete im Folgenden dargestellt.

## **Bewertung der Änderung**

- Welche Konsortial-Partner sind betroffen?
- Welche Arbeitspakete sind betroffen?

Es waren die Partner Vattenfall Europe Innovation GmbH und die Technische Universität Chemnitz des Förderprojektes von den Änderungen und deren Auswirkungen betroffen.

### Es sind die folgenden Arbeitspakete betroffen:

- AP 1.2.2 Wissenschaftliche Herleitung der Nutzerauswahl in den einzelnen Nutzersettings (TUC)  
Der Wegfall der zweiten Nutzungsphase im Privatfahrzeugsetting hat nicht dazu geführt, dass weniger Anwendungsfälle im Projekt bearbeitet werden. Jedoch ist der Stichprobenumfang pro Anwendungsfall (Setting) deutlich reduziert worden. Damit wurde zwar keine Anpassung der Arbeiten in diesem Paket vor einer zweiten Nutzungsphase notwendig (1 PM in 2011), es entstanden aber neue Anforderungen an die Präzision und Treffgenauigkeit der Ausbalancierung der Nutzer. Dabei blieb die Anzahl der zu beachtenden Gruppen gleich. Dadurch ergab sich lediglich eine Verschiebung des Personalaufwandes von 2011 auf Ende 2010 (1 PM). Dazu kam auch die Notwendigkeit, für die Testserien und Mikro-Nutzungszeiträume die Nutzergruppen adäquat zu gestalten. Die Aufwände für dieses Arbeitspaket blieben damit konstant.
- AP 1.2.3 Erarbeitung einer Fahrzeugeinsatzplanung (BMW)  
Der Standort Chemnitz wurde in der Fahrzeugeinsatzplanung berücksichtigt, es wurden zeitliche Anpassungen der geplanten Kapazitäten vorgenommen.
- AP 1.2.5 Infrastrukturprüfung und Nutzerkontrahierung (Vattenfall)  
Durch die Reduzierung auf nur eine Phase für Privatanutzer (30 Probanden) konnten die Aufwendungen reduziert werden, es wurden zeitliche Anpassungen der geplanten Kapazitäten vorgenommen.
- AP 1.3.2 Pilotheftige Implementierung des Mobilitätsassistenten (BMW)  
Das Arbeitspaket blieb wie geplant erhalten, es wurden zeitliche Anpassungen der geplanten Kapazitäten vorgenommen.

# Abschlussbericht

- AP 1.3.3. Iterative Verbesserung des Assistenten aufgrund empirischer Ergebnisse aus Nutzerstudie (BMW)  
Aufgrund der Verkürzung der Pilotphase bei den Privatanutzern, welche primär den Mobilitätsassistenten testen sollen, wurde eine Anpassung der geplanten Kapazitäten erforderlich.
- AP 1.4.3 Planung und Konzeption der Nutzerstudie (TUC)  
Dieses Arbeitspaket blieb wie geplant erhalten. Es wurden durch die Konzeption insbesondere der Testserien potentielle Zusatzaufwände kompensiert.
- AP 1.4.4 Wissenschaftliche Auswahl von geeigneten Nutzergruppen für die Testung von Mehrwertdiensten (TUC)  
Die Nutzerauswahl wurde mit einer Nutzungsphase nur einmal durchgeführt. Durch die gleichbleibende Anzahl an Anwendungsfällen wurde jedoch der gleiche Umfang an Selektionsinstrumenten (Fragebogenitems) erstellt. Dadurch ist der Anspruch an die Fragebogenökonomie gestiegen. Es wurden auch alle Gruppen selektiert. Dazu kam als neuer Aufwand noch die Selektion der Nutzer für die Testserien und Mikro-Nutzungszeiträume hinzu. Der Personalaufwand blieb damit gleich. Es kam nur zu geringen zeitlichen Verschiebungen von Personalkapazitäten.
- AP 1.4.6 Erstellung und Anpassung der wissenschaftlichen Methodik für die Feldphase (TUC)  
Die Anpassung der Methodik für die Privatanutzer entfiel mit dem Wegfall der zweiten Nutzungsphase. Die Inhalte der Anpassung wurden nun auf die Konzeption der Testserien und Mikro-Nutzungszeiträume umgelegt. So konnten die Hypothesentests (in Nutzungszeitraum 1 generierte Hypothesen) teilweise sogar besser (reliabler und valider) mit den zwei Testfahrzeugen bearbeitet werden. Insbesondere die Testserien benötigten einen größeren Konzeptionsaufwand. Am Ende blieb der Personalaufwand in diesem Arbeitspaket konstant.
- AP 2.1.x außer AP 2.1.2 (BMW)  
In diesen Arbeitspaketen kam es aufgrund der zeitlichen Verzögerung der Pilotphase zu einer Neubewertung der ursprünglich geplanten Kapazitäten. Es entstanden jedoch auch zusätzliche Kosten für z.B. die „Lagerung“ der MINI E Fahrzeuge in 4stelliger Euro Höhe pro Monat.
- AP 2.2.1 Datengenerierung für Hypothesentest (Vattenfall)  
Es ein entstand ein vernachlässigbarer Personeller Mehraufwand direkt in dem geplanten Arbeitspaket, jedoch ein sehr hoher ungeplanter Investitionszusatz für die Ladeinfrastruktur.

- AP 2.3.1 Umsetzung der wissenschaftlichen Nutzerbegleitforschung in Feldphase. Erfassung und Auswertung subjektiver und objektiver Nutzerdaten (TUC)

Um den reduzierten Stichprobenumfang pro Setting und die fehlenden Anpassungsmöglichkeiten bei den Privatnutzern zu kompensieren, wurden zwei Hauptänderungen vorgenommen. Um auch mit den kleinen Stichproben pro Anwendungsfall zu arbeiten, mussten die verwendeten Instrumente wesentlich präziser messen (= längere Fragebögen) als ursprünglich mit der Verwendung von Kurzskalen geplant. Durch die intensivierete Befragung ergab sich die Notwendigkeit die Befragung der erfahrenen Nutzer auf nun zwei Zeitpunkte aufzuteilen. Um bestimmte relevante Veränderungsprozesse präziser und zuverlässiger zu erfassen war es notwendig, eine zweite kurze Messung nach den ersten Erfahrungen einzuführen. Es blieben jedoch wesentliche Fragestellungen, die als Folge der Komprimierung der Feldphase nicht geklärt werden konnten. Diese wurden in die Testserien und Mikro-Nutzungszeiträume transferiert. Da für diese Fragestellungen teilweise auch erfahrene Fahrer notwendig waren, wurden auch die Reisemittel in voller Höhe des Zuwendungsbescheides benötigt.

- AP 2.3.2 Betrieb Datenlogger und Datenaufbereitung (BMW)  
Es wurden zeitliche Anpassungen der geplanten Kapazitäten vorgenommen.
- AP 2.3.5 Auswertung und Aufbereitung der Ergebnisse des Feldversuchs im Rahmen eines Abschlussberichts (TUC)  
Durch die gleichbleibende Anzahl separat auszuwertender Gruppen (Anwendungsfälle) und der Ergänzung der Daten um Testserien und Mikro-Nutzungszeiträume blieben die Aufwände in diesem Arbeitspaket konstant

Es soll abschließend nochmals betont werden, dass die übergeordneten Zielsetzungen, für dieses Förderprojekt, wie einleitend in diesem Änderungsantrag beschrieben, auch unter Berücksichtigung aller Änderungs- und Kompensationsumfänge aus Sicht der Verbundpartner erreicht wurden. Zudem wurden sogar über die zwei Fahrzeuge welche an der TU Chemnitz eingesetzt waren, erweiterte Erkenntnisse erzielt werden.

Die Änderungen wurden mit dem Projektträger im Rahmen der Projektlaufzeit besprochen und vereinbart.

## 5. Vergleich der Projektergebnisse zum internationalen Stand der Technik

Die in diesem Projekt umgesetzte Analyse und Auswertung der neuen Anwendungsfälle in den definierten Nutzergruppen unter Einbeziehung des verbesserten Wind-To-Vehicle Konzeptes sowie dem Einsatz des neu entwickelten „Mobility Assistant“ ist als Alleinstellungsmerkmal dieses Projektes zu sehen. Es findet sich keine vergleichende Studien oder Ausarbeitung auf dem Gebiet der Elektromobilität welche dieses Gesamtsystem wissenschaftlich betrachtet.

Daher sind die mit diesem Projekt erarbeiteten wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse als wesentlicher Beitrag zur Umsetzung der förderpolitischen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Zielsetzungen der Etablierung einer marktfähigen und nachhaltigen Elektromobilität zu verstehen.

Die Forschungs- und Entwicklungsleistung zu allen Aspekten der Elektromobilität und auf dem Energiesektor haben sich jedoch in den letzten Jahren nicht zuletzt aufgrund der gesellschaftlichen und politischen Entscheidungen sehr verstärkt. Daher sind mittlerweile viele Ergebnisse durch Publikationen bekannt geworden die zumindest die wesentlichen Teilaspekte (z.B. Ladeinfrastruktur, Batterietechnologie, Nutzerforschung) des Projektes „MINI E powered by Vattenfall V2.0“ betreffen.

Eine Liste ausgewählter Publikationen ist in Zusammenarbeit mit den Partnern entstanden und ist in folgender Tabelle strukturiert nach den Kriterien

- Ladeinfrastruktur / Ladekonzept
- Netzregulierung
- Energiekonzepte / Speichertechnologien / Smart Grid
- Zukunft der Elektromobilität
- Nutzereinstellung zur Elektromobilität
- Pilotprojekte

auf den folgenden Seiten dargestellt.

# Abschlussbericht

## Ladeinfrastruktur / Ladekonzepte

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
<p>Analyse von Ladeinfrastrukturkonzepten für Elektromobilität <i>RWTH Aachen<sup>1</sup></i></p>	<p>Anhand von Mobilitätsdaten konnte gezeigt werden, dass das Laden mit einer Maximalleistung von 3,7 kW im Regelfall ausreichend ist. Die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur mit höheren Leistungen erhöht den Anteil elektrischen Fahrens nur unerheblich.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnellladekonzept: hohe Ladeleistung verändert Batteriesystemauslegung               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einsatz von Zellen mit höherer Leistungsfähigkeit, geringerer Energiedichte und höheren Kosten nötig</li> <li>○ Erhöhung des Kühlaufwands der Batterie</li> </ul> </li> <li>• Zunächst wird Laden zu Hause mit geringer Ladeleistung stattfinden</li> <li>• Bei höherer Marktdurchdringung: Ladeinfrastruktur auch im halb-öffentlichen und später im öffentlichen Raum</li> </ul>
<p>Die zukünftige Elektromobilitätsinfrastruktur gestalten <i>BDEW<sup>2</sup></i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Gesamtanzahl benötigter Ladestationen zur Versorgung von einer Million Elektrofahrzeugen wird 2020 ohne Schnellladen zwischen ca. 1,1 Millionen und 1,25 Millionen liegen:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Größte Bedeutung werden 2020 private Nutzung auf Stellplätzen auf dem Wohn- oder Arbeitsgelände mit insgesamt ca. 0,97 bis 1,05 Millionen Ladestellen haben.</li> <li>○ Halböffentliche Nutzung auf privatem Grund wird im Bereich von ca. 100 bis 120 Tausend Ladestellen liegen.</li> <li>○ Öffentliches Laden am Wohnort bzw. an zentralen Stellen wird zwischen ca. 45 bis 80 Tausend Ladestellen erfordern.</li> <li>○ Die benötigte Anzahl öffentlicher Ladestationen kann durch Schnellladen unter Voraussetzung technischer Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit reduziert werden. Aus Sicht der Energiewirtschaft ist dafür ein kontrollierter Netzausbau unabdingbare Voraussetzung.</li> </ul> </li> <li>• Wirkungsvolle Netzintegration von erneuerbaren Energien mittels Elektromobilität nur mit aktiver Ladesteuerung und Systemintegration der Ladeinfrastruktur in Smart Grids möglich. Wichtig ist deshalb, frühzeitig fahrzeug- und systemseitige sowie regulatori-</li> </ul>

<sup>1</sup> Lunz, De Donecker, Sauer (2010).

<sup>2</sup> BDEW (Hrsg.) (2010).

# Abschlussbericht

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>sche Voraussetzungen zu schaffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drohende punktuelle Lastspitzen bei Ladestellen im privaten Bereich, können zu Handlungsbedarf hinsichtlich des Erhalts der Netzzuverlässigkeit führen. Voraussetzungen für Lademanagement sind sicher zu stellen.</li> <li>• Kosten für Laden an öffentlichen Strom-Ladestellen werden bis 2020 im Vergleich zu Preisen für Benzin-Tanken und Haushaltsstrom hoch sein. Wirtschaftlichkeit von öffentlichem Laden kann durch vielfältige Maßnahmen verbessert werden, das Erreichen der Wirtschaftlichkeitsschwelle scheint jedoch unrealistisch. Bei nachhaltiger Unwirtschaftlichkeit ist generell zu klären, durch wen öffentliche Ladeinfrastruktur errichtet und betrieben wird.</li> </ul>
<p>Intelligentes Laden von batterieelektrischen Fahrzeugen im Kontext eines Stadtviertels<sup>3</sup></p>	<p>Untersuchung mit Bezug zur Studie „Mobilität in Deutschland“ betrachtet den Energiebedarf eines Wohngebiets und die Fahrgewohnheiten seiner Bewohner, um einfache Szenarien bzgl. Tarif und Netzglättung zu entwickeln.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ungesteuertes Laden führt zu einer Erhöhung der Spitzenlast</li> <li>• Preis- und Steuersignale sowie eine Unterteilung der verschiedenen Nutzergruppen ist für das Gesteuerte Laden wichtig.</li> </ul>
<p>Business strategy for ElectroMobility infrastructure. Siemens<sup>4</sup></p>	<p>Markthochlauf Elektrofahrzeuge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die meisten Interviewten gehen von einem BEV/PHEV-Marktanteil zwischen 0,8 und 1,5 Prozent bis 2015 und 5 bis 15 Prozent im Jahr 2020 aus.</li> <li>• Frankreich wird voraussichtlich beim BEV- / PHEV-Marktanteil führend sein, gefolgt von Spanien, Italien, UK und Deutschland.</li> </ul> <p>Markthochlauf Infrastruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrastruktur wird sich in zwei Schritten entwickeln: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bis 2015 wird Laden zu Hause überwiegen</li> <li>○ Ab 2015 kann es notwendig werden, öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur zur Verfügung zu stellen</li> </ul> </li> </ul> <p>Funktionen der Fahrzeuge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die meisten BEVs werden eine Reichweite von 120 - 200 km, PHEV von 20 - 60 km haben.</li> </ul> <p>Heimladen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laden zu Hause wird in den meisten Fällen langsam</li> </ul>

<sup>3</sup> Kaschub, Mültin, Schmeck, Fichtner, & Kessler (2010).

<sup>4</sup> Siemens (Hrsg.). (2010).

# Abschlussbericht

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>sein (Wechselstrom &lt; 10 kW), mit Fokus auf Bequemlichkeit und Sicherheit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nur einige zusätzliche Funktionen werden gefordert (z.B. Timer oder Smart Meter)</li> <li>• Gesteuertes Laden nach 2015, V2G oder induktives Laden wird nach 2020 erwartet</li> </ul> <p>Öffentliches Laden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die meisten Interviewten glauben kurz- und mittelfristig nicht an Geldverdienen mit öffentlicher Ladeinfrastruktur</li> <li>• Attraktive Funktion öffentlicher Ladeinfrastruktur könnte eine Parkplatzreservierungsfunktion sein</li> </ul>
<p>Resonante Energieübertragung als kontaktlose Ladetechnik zukünftiger Elektrofahrzeuge<sup>5</sup></p>	<p>Entwicklung, Aufbau und Vermessung eines induktiven Übertragungssystems für 10 kW. Die veröffentlichten Systemeigenschaften ließen sich im Rahmen von Fertigungs- und Simulationstoleranzen eindeutig identifizieren und reproduzieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dämpfungseigenschaft des Fahrzeugbodens unzureichend geklärt, elektromagnetische Sicherheit in der Fahrgastzelle nicht abschließend gewährleistet</li> <li>• Elektrische bzw. magnetische Einwirkung auf wichtige Fahrzeugkomponenten nach heutigem Wissenstand nicht abschätzbar</li> <li>• Abhängigkeit der Kundenakzeptanz von Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und -empfehlungen</li> </ul>
<p>Induktives Laden von Elektromobilen – Eine technoökonomische Bewertung <i>Fraunhofer ISI<sup>6</sup></i></p>	<p>Wissenschaftliche Analysen zum Stand der Technik und der ökonomischen Dimension von induktivem Laden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell in der Entwicklung befindliche Systeme erreichen Wirkungsgrade von 80 Prozent und können maximal 11 kW an elektrischer Energie übertragen.</li> <li>• Vorteile der induktiven Technik: Einfache Handhabung, geringer Verschleiß, hoher Schutz gegen Vandalismus</li> <li>• Entwicklungsbedarf: Erhöhung des Übertragungswirkungsgrades und der Toleranzen hinsichtlich Positionierung und Größe des Luftspaltes, Einhalten der Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit, Vorantreiben der Standardisierung, Ermöglichen der Einspeisung von Energie in das Netz</li> <li>• Aufgrund signifikanter Mehrkosten gegenüber der konduktiven Ladung ist aus wirtschaftlicher Sicht vorläufig keine weitverbreitete Durchsetzung der indukti-</li> </ul>

<sup>5</sup> Bilgic, Winfried; Mathar, Sebastian & Achim Bahr (2010).

<sup>6</sup> Schraven; Kley & Wietschel (2010).

# Abschlussbericht

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>ven Technik zu erwarten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unter bestimmten Voraussetzungen, beispielsweise überdurchschnittlich hoher Fahrleistung einzelner Fahrzeuge, ergibt sich für bestimmte gewerbliche Einsatzfelder zur Ladung von Fahrzeugflotten ein Potential für das induktive Laden.</li> <li>• Potenzielle Skaleneffekte können die Kosten bis 2030 soweit reduzieren, dass ein regional gebundener Einsatz als Komfortladeoption in Nischen realistisch wird.</li> </ul>
<p>Ladestrategien für Elektrofahrzeuge <i>Fraunhofer IWES</i><sup>7</sup></p>	<p>Drei mögliche Ladestrategien werden vorgestellt. Auf Basis der Modellierung des Verhaltens von Referenzautos in einem beispielhaft ausgewählten Verteilnetzabschnittes werden Aussagen über die Konsequenzen der Anwendung dieser Ladestrategien auf Fahrzeugnutzer und den Betrieb des Verteilnetzes getroffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dezentrales EMS mit Kenntnis über geplanten Abfahrtszeitpunkt und Preisprofil <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kostenreduktion</li> <li>– Steigerung des maximalen Bezugs von Ladeleistung und eventuelle Notwendigkeit von Ausbaumaßnahmen</li> </ul> </li> <li>• Zentrale Steuereinheit mit Kenntnis über Anzahl der angeschlossenen Fahrzeuge und ihrer geplanten Abfahrtszeit <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ladeleistung über gesamte Standzeit der Fahrzeuge verteilen &gt; geringste Auswirkungen auf Verteilnetz</li> <li>– Schwierigkeiten bei kommunikativer Einbindung der Ladestationen in ein zentrales EMS und die Bereitstellung der Nutzerdaten</li> <li>– Reduktion der Flexibilität des Abfahrtszeitpunktes &gt; Reduktion des Nutzer-Komforts</li> </ul> </li> <li>• Hohe gesamtwirtschaftliche Effizienz durch Mischformen der zentralen und dezentralen Steuerung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Entscheidung über Zeitpunkt der Ladung und Ausnutzung der maximalen Anschlussleistung muss dezentral beim Fahrzeugnutzer liegen.</li> <li>○ Signale von Energieversorger und Netzbetreiber an Fahrzeugnutzer zur Anpassung des Ladeverhaltens an Netzbelastung</li> </ul> </li> </ul>

<sup>7</sup> Büdenbender; Stetz.; Emmerich; Bätz-Oberhäuser; Einfeld & Braun (2010).



# Abschlussbericht

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
Ladeinfrastrukturkonzepte für Elektromobilität. <i>RWTH Aachen</i> <sup>8</sup>	Bereits mit geringem Infrastrukturaufwand kann ein hoher Anteil elektrischer Mobilität erreicht werden. <ul style="list-style-type: none"><li>• Hohe Ladeleistungen bringen kaum Gewinn an elektrisch gefahrenen Kilometern.</li><li>• Insbesondere für Laternenparker müssen kostengünstige Lösungen entwickelt werden.</li><li>• Die Einbindung der Elektrofahrzeuge in das Stromnetz kann durch intelligente Ladegeräte bereits mit wenig Kommunikationsaufwand erleichtert werden.</li><li>• Intelligente Ladeverfahren müssen genutzt werden, um anvisierte Batterielebensdauer zu erreichen.</li></ul>
Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeugen im Münchner Individualverkehr bis 2030. <i>Modellregion Elektromobilität München</i> <sup>9</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ladestationen zu Hause oder am Arbeitsplatz werden das Grundgerüst für den sukzessiven Aufbau einer Ladeinfrastruktur bilden.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Die meisten Fahrzeugnutzer werden zunächst über eigenen Stellplatz verfügen (Gesamtpotenzial an Elektrofahrzeugen reduziert sich zunächst um den Anteil, der Laternenparker)</li><li>○ Ergänzend ist die Schaffung einer Grundversorgung an „semi-öffentlichen“ Ladestationen sinnvoll, um Reichweitenangst zu begegnen</li><li>○ Schnell-Ladungen unter einer halben Stunde scheinen realistisch, jedoch ist die physikalische Grenze der Batterie zu beachten. Es ist davon auszugehen, dass Hochleistungs-ladesäulen eher für wenige Fälle, in denen schnell geladen werden muss, in Frage kommen.</li></ul></li></ul>

<sup>8</sup> Lunz; Sauer & De Doncker (2011)

<sup>9</sup> Forschungsstelle für Energiewirtschaft (Hrsg.) (2010).

## Netzregulierung

<p>Welche Netzdienstleistungen können Elektrofahrzeuge sinnvoll erbringen? <i>Forschungszentrum Jülich<sup>10</sup></i></p>	<p>Die Ladezeiten sollen durch Steuerung von Seiten der Netzbetreiber und von Seiten des Fahrzeugs verteilt werden. Auch eine Reduzierung der Ladeleistung zur Entlastung des Netzes ist in Extremfällen ohne großen Aufwand möglich. Weitere Netzdienstleistungen erfordern Verzicht des Fahrzeugnutzers auf einen Teil der elektrischen Reichweite des Fahrzeugs.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Negative Minutenreserve oder Ausgleichsleistung anbieten.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Akkus dürfen nur bei Anforderung von Reserve- oder Ausgleichsleistung vollgeladen werden</li><li>○ BEV könnte über einen Block von vier Stunden eine Leistung von 2 kW zur Verfügung stellen oder für zwei Blöcke 1 kW. Dem damit erzielbaren Erlös stehen noch unbekannte Kosten für steuerungstechnische Infrastruktur gegenüber.</li></ul></li><li>• Abgabe von Leistung aus Elektrofahrzeugen ins Netz während Spitzenlastzeit und Nachladung nachts.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Akkus müssten stets möglichst vollgeladen werden; negative und positive Minutenreserve schließen sich demnach gegenseitig aus.</li><li>○ Rückspeisung ins Netz technisch aufwändig und kostet Fahrzeugakku-Lebensdauer.</li></ul></li></ul> <p>Für intelligente Netzdienstleistungen sind finanzielle Anreizsystem nötig.</p>
<p>Integriertes Verkehrs- und Energieflussmodell. <i>RWTH Aachen<sup>11</sup></i></p>	<p>Es wurde eine Methodik zur integrierten Modellierung und Analyse von Elektrizitätsnetzen entwickelt, um das Potenzial zur Beeinflussung von Lastflüssen auf elektrische Leitungen mit Hilfe der mobilen Speicher in Elektrofahrzeugen zu untersuchen. Mittels Simulationen wurden die maximal in ein Gebiet hinein transportierten Energiemengen ermittelt.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Untersuchungsgegenstand ist Energiemenge, die von Elektrofahrzeugen in elektrochemischen Energiespeichern transportiert werden kann, ohne dass dadurch Einschränkungen für Fahrzeugnutzer entstehen.</li><li>• Größten Energieanteil liefern Fahrzeuge, die an einem Tag nicht bewegt werden.</li></ul>

<sup>10</sup> Hennings, Wilfried & Jochen Linssen (2010)

<sup>11</sup> Helmschrott; Perissinotto; Scheufen & Schnettler (2010).

# Abschlussbericht

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Von bewegten Fahrzeugen ist die gelieferte Energie in den Abendstunden am größten.</li> <li>• Signifikante Reduzierung des Lastflusses auf einzelne Leitungen zu Spitzenlastzeiten auch schon mit kleinen Durchdringungsraten möglich.</li> </ul>
Swiss2G – Pilot- and Demonstration Project <sup>12</sup>	<p>Untersuchung eines alternativen Ansatzes zur dezentralen Netzregelung aus den Traktionsbatterien von Elektrofahrzeugen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dabei soll lokal beim Elektrofahrzeug aufgrund von gemessenen Netzparametern entschieden werden, wann das Fahrzeug geladen und wann Energie ins Netz zurückgespeist werden soll.</li> </ul>
<p>Elektromobilität: Forschungsthemen und Auswirkungen auf die Infrastruktur. <i>RWTH Aachen</i><sup>13</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwiegend ausreichende Netzkapazität bis ca. 22 Prozent Marktdurchdringung. Allerdings: Ländliche Strukturen bereits bei geringerer DG überlastet</li> <li>• Multi Agenten Systeme als Steuerungsmaßnahme für wesentlich höhere Penetrationsraten geeignet (Ladeleistung 6,9 kW ausreichend)</li> <li>• Auktionsmechanismen ebenfalls auf weitere dezentrale Quellen übertragbar</li> <li>• Lokales Optimum erzielbar (Nutzer und Netzsicht)</li> <li>• Optimale Managementstrategien zur Integration großer Windmengen derzeit unklar</li> <li>• Schnittstelle Fahrzeug-Netz: Verhalten im Fehlerfall und Präqualifizierung zur Teilnahme an Märkten anpassen</li> </ul>

## Energiekonzepte / Speichertechnologien / Smart Grid

<p>Energiekonzept 2050. <i>ForschungsVerbund Erneuerbare Energien</i><sup>14</sup></p>	<p>Begrenzung des Temperaturanstiegs auf max. 2 °C erfordert Reduktion der energiebedingten Kohlendioxidemissionen in der Europäischen Union um mindestens 90 Prozent und damit den vollständigen Umbau des gesamten Energiesystems.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realisierung des Energiekonzepts 2050 erfordert Transformation des Energiesystems in eine dezentrale, intelligente, last- und angebotsorientierte Energieversorgungsstruktur. Ergänzt wird dezentrale Erzeugung durch Aufbau eines Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsnetzes in Europa und</li> </ul>
--	--

<sup>12</sup> Rudel & Bacher (2010).

<sup>13</sup> Schnettler; Szczechowicz & Pollok (2010).

<sup>14</sup> ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (Hrsg.) (2010).

# Abschlussbericht

	<p>Nordafrika.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strom als universell einsetzbarer und leicht transportierbarer Energieträger ein Hauptpfeiler der künftigen Energieversorgung.</li> <li>• Stromerzeugung erfolgt im Energiekonzept 2050 vor allem mit Wind und Photovoltaik, hinzu kommen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, die mit Biogas betrieben werden, sowie mit Methan oder Wasserstoff, die mit erneuerbaren Energien erzeugt werden.</li> <li>• Mobilität ist im Jahr 2050 vor allem Elektromobilität.</li> <li>• Biokraftstoffe werden vor allem im Langstrecken- und Güterverkehr und in der Luftfahrt eingesetzt.</li> <li>• Aufbau und Integration großer Speicherkapazitäten in das Energieversorgungssystem ist Grundvoraussetzung für einen großen Anteil fluktuierender Energiequellen.</li> </ul>
<p>Auswirkungen von Elektroautos auf den Kraftwerkspark und die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland. WWF<sup>15</sup></p>	<p>Ob und in welchem Ausmaß Elektrofahrzeuge einen Beitrag zu signifikanten Treibhausgasminderungen leisten können, hängt u.a. von folgenden Faktoren ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Akzeptanz in der Bevölkerung, die stark mit Fahrkomfort und Preis-Leistungsverhältnis korreliert.</li> <li>• Infrastruktur, die insbesondere in Ballungszentren mit hohem Anteil an Laternenparkern noch weiter ausgebaut werden muss.</li> <li>• Regulatorische Rahmenbedingungen, die in ihrer Umsetzung die Anreize verändern können.</li> <li>• Marktanteil an Elektromobilität und ihre Entwicklung über die Zeit, da sie sich auf die Zusammensetzung des Kraftwerksparks auswirkt.</li> </ul> <p>Zentrale Aussagen der Studie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der realistischerweise erwartbare Beitrag der Elektromobilität zur Erreichung der Klimaschutzziele bis 2020 ist gering.</li> <li>• Elektromobilität verdient politische Unterstützung, da sie eine von mehreren Optionen darstellt, den Verkehrsbereich klima- und umweltverträglicher, im Sinne der lokalen Minderung von Lärm und Abgas, zu gestalten.</li> <li>• Nur wenn Elektroautos mit Strom aus erneuerbaren Energien geladen werden, weisen sie einen ausreichenden ökologischen Vorteil gegenüber den heutigen Benzinfahrzeugen auf.</li> <li>• Eine ungesteuerte Aufladung der Akkus der Elektrofahrzeuge birgt das Risiko erheblicher zusätzlicher Lastspitzen.</li> <li>• Erwartungen an die Verwendung der Akkumulatoren in Elektrofahrzeugen als künftige Speicher für fluktu-</li> </ul>

<sup>15</sup> WWF Deutschland (Hrsg.). (2009).

# Abschlussbericht

	<p>ierende Stromerzeugung sind nicht realistisch:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Notwendige Batterien sind weder in der erforderlichen Qualität noch zu tragfähigen Kosten heute oder in naher Zukunft verfügbar</li><li>• Aktuell kein Bedarf für Speicherung</li><li>• Möglichkeit zur gesteuerten Entladung der Speicher erscheint nur wenig kompatibel mit der vorherrschenden Spontaneität der Fahrzeugnutzer.</li></ul>
Dena-Netzstudie II. <sup>16</sup>	<p>Studie behandelt Integration erneuerbarer Energien in deutsche Stromversorgung bis 2020 und gibt qualifizierten Ausblick bis 2025.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Trotz sinkender Nachfrage steigt die installierte Kapazität bis 2020 deutlich an. Der Grund hierfür ist der starke Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere der Windkraft. Diese muss durch konventionelle Erzeugungskapazitäten abgesichert werden, um die erwartete Jahreslastspitze sicher bedienen zu können.</li><li>• Strom wird im Jahr 2020 zu 2/3 in Kern-, Gas- und Kohlekraftwerken erzeugt. Der Anteil der Windenergie an der Stromerzeugung steigt im Zeitraum 2008-2020 von 7 auf 27 Prozent.</li><li>• Negative Regelleistung sollte im Jahr 2020 überwiegend durch Windenergieanlagen bereitgestellt werden. Um dies zu gewährleisten, müssen die Anlagen lastabhängig herunterregeln werden können.</li><li>• Ein deutlicher Zubau an Pumpspeicherwerken im Süden Deutschlands würde einen Teil der Gaskraftwerke zur Deckung der Spitzenlast ersetzen.</li><li>• Nicht-konventionelle Speicher wie z.B. Druckluftspeicher oder Wasserstoffspeicher erweisen sich im Rahmen der betrachteten Szenarien bis 2020 als nicht wirtschaftlich.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Die Deckungsbeiträge durch Stromeinspeicherung zu off-peak-Zeiten mit niedrigen Strompreisen und Ausspeicherung bzw. Stromverkauf zu peak-Zeiten mit hohen Strompreisen reichen im Rahmen der Szenariorechnung nicht aus, um die Festkosten der Speicher einzuspielen.</li><li>○ Auch bei zusätzlicher Berücksichtigung einer netzorientierten Fahrweise durch kostenfreie Einspeicherung der als nicht-integrierbar identifizierten Erzeugungsleistung erweisen sich die Speicher als nicht wirtschaftlich. Der Grund sind ihre vergleichsweise geringen Wirkungsgrade und die hohen Investitionskosten.</li></ul></li></ul>

<sup>16</sup> Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (2010a).

<p>Energieziel 2050. <i>Umweltbundesamt</i><sup>17</sup></p>	<p>Studie betrachtet, wie Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2050 aussehen kann, die vollständig auf erneuerbaren Energien beruht.</p> <p>Die Ergebnisse zeigen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Stromerzeugung, die vollständig auf erneuerbaren Energien beruht, ist im Jahr 2050 auf technisch und auf ökologisch verträgliche Weise machbar. Dies lässt sich mit der besten, bereits heute am Markt verfügbaren Technik sowohl erzeugungsseitig als auch verbrauchsseitig erreichen.</li><li>• Erneuerbaren Energien können auch den erheblichen zusätzlichen Stromverbrauch für einen starken Ausbau der Elektromobilität, die komplette Bereitstellung von Heizungs- und Warmwasserbedarf mit Wärmepumpen decken. Voraussetzung dafür ist, dass zugleich die vorhandenen Einsparpotentiale in allen Sektoren beim Stromverbrauch sowie bei der Gebäudedämmung weitgehend erschlossen werden.</li><li>• Eine vollständig auf erneuerbaren Energien beruhende Stromversorgung kann die Versorgungssicherheit jederzeit auf dem hohen heutigen Niveau gewährleisten. Im Szenario dienen Importe lediglich dazu, den Bedarf an Langzeitspeicherung von überschüssigem Strom zu verringern, der aus einer weiteren Potentialausnutzung der erneuerbaren Energien resultieren würde.</li><li>• Pumpspeicherwerke, Gas- und Dampfturbinenkraftwerke auf Basis von eE-Wasserstoff und eE-Methan, mit Biogas betriebene Gasturbinen, Elektrolyseanlagen zur Wasserstoffherzeugung und regelbare Lasten können jederzeit die Fluktuationen der erneuerbaren Energien und der Last ausgleichen sowie ausreichend Regelleistung bereitstellen.</li><li>• Für eine vollständig auf erneuerbaren Energien beruhende Stromerzeugung ist ein erheblicher Ausbau der Reservekapazitäten notwendig.</li><li>• Es ist notwendig, sowohl die Infrastruktur für Lastmanagement als auch für Stromtransport auszubauen. Der Transport des vorwiegend in Norddeutschland erzeugten Windstroms in die südlicheren Verbrauchszentren erfordert einen Ausbau des Übertragungsnetzes. Auch die Kapazität der Verteilungsnetze muss erhöht werden, wenn Elektromobilität und Photovoltaik in großem Maßstab eingeführt werden.</li><li>• Ein Ausbau des europäischen Stromverbundes bietet ein beträchtliches Optimierungspotential gegenüber dem Regionenverbund-Szenario. Großräumiger eu-</li></ul>
--	---

<sup>17</sup> Umweltbundesamt (Hrsg.) (2010).

# Abschlussbericht

	<p>ropaweiter Ausgleich der fluktuierenden Einspeisung von Windenergie und Photovoltaik verringert die relativen Einspeisespitzen. Der Beitrag der Windenergie zur gesicherten Leistung steigt hingegen. Damit sinken der Bedarf an Speicher und Reservekraftwerksleistung erheblich und damit auch die Gesamtkosten der Stromerzeugung. Auch die Nutzung von Speicherwasserkraftwerken in den Alpen oder in Skandinavien würde den Bedarf an chemischen Langzeitspeichern und Reservekraftwerken verringern.</p>
<p>Energiespeicher – eine Voraussetzung für die Integration natürlicher Energiequellen in das elektrische Verbundnetz<sup>18</sup></p>	<p>Eine CO<sub>2</sub>-Hydrierung mit regenerativem Wasserstoff hätte Auswirkungen auf unsere gesamte Energie- und Umweltpolitik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwankungen der Wind- und Solarleistung würden durch Energie- und Materiespeicher vom elektrischen Netz ferngehalten und könnten dessen Stabilität nicht mehr gefährden.</li> <li>• Umgekehrt würde der als notwendig angesehene massive Ausbau sich erneuernder Energiequellen nicht durch Rücksichten auf das Netz behindert, vielmehr durch die Speicher erst möglich gemacht.</li> <li>• Mit Wasserstoff in Untertagespeichern lassen sich auch längere Flauten überbrücken, und bei Mischung mit Erdgas könnten bereits vorhandene Speicher genutzt werden.</li> <li>• Der geplante Nord-Süd-Netzausbau zum Abtransport hoher Offshore-Windleistungen während einiger Tage im Jahr, womöglich mit Erdkabeln, wäre nicht mehr notwendig.</li> <li>• Mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff aufgearbeitete CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Kraftwerken würden in einem geschlossenen Kreislauf geführt und weder an die Umgebung abgegeben noch in wachsenden Endlagern deponiert.</li> <li>• Kohlekraftwerke erhielten für einige Jahrzehnte eine Zukunftsperspektive ohne unbegrenzt wachsende CO<sub>2</sub>-Endlager. Bei ausreichender Produktion von Wasserstoff könnte eines Tages vielleicht sogar früher deponiertes CO<sub>2</sub> aufgearbeitet werden.</li> <li>• Beginnend mit anfangs geringen Mengen regenerativen Wasserstoffs würden steigende Anteile synthetischen Brennstoffs gewonnen.</li> </ul>
<p>Elektromobilität und Erneuerbare Energien. BEE<sup>19</sup></p>	<p>Da Elektrofahrzeuge relativ wenig Strom verbrauchen und in der Praxis an jeder Steckdose nachladen können, wird es nicht wirtschaftlich sein, an jedem Ladepunkt eine</p>

<sup>18</sup> Leonhard (2008).

<sup>19</sup> BEE (Hrsg.) (2010).

# Abschlussbericht

	<p>aufwendige „Stromtankstelle“ mit Abrechnungseinrichtung vorzuhalten. Vorzuziehen ist daher der Einbau intelligenter Stromzähler in die Fahrzeuge.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mobile Fahrstromzähler geben Klarheit über Energieverbrauch und ermöglichen neue Geschäftsmodelle im Bereich der Mobilitätsdienstleister.</li><li>• Intelligente Zähler im Fahrzeug erleichtern die gesteuerte Ladung der Batterien</li><li>• Genutzte Energiemengen sind unabhängig vom Netzanschlusspunkt bilanzierbar, dadurch wird der gezielte Einsatz im Rahmen eines Kombikraftwerks möglich</li><li>• Wenn der Zähler am Ladepunkt installiert ist, kann die mit gesteuerten Lade- und Rückspeisevorgängen verbundene Netzdienstleistung nicht dem Fahrzeugnutzer zugeordnet werden.</li><li>• Die Leistungselektronik der Fahrzeuge muss in der Lage sein, sich dynamisch den Rahmenbedingungen anzupassen.</li><li>• Von Seiten des Bundes sollten dabei technische Standards und Qualitätsanforderungen vorgegeben werden, die den bi-direktionalen und gesteuerten Energieaustausch zwischen Fahrzeugen und Stromnetz von Beginn an ermöglichen.</li><li>• Monopolisierung des Ladezugangs über spezielle Stecker ist unbedingt zu verhindern. Genormte Stecker sollten einen diskriminierungsfreien Zugang zur Ladeinfrastruktur ermöglichen.</li><li>• Betriebswirtschaftlich rentiert sich die Investition in eine öffentliche Ladeinfrastruktur angesichts der geringen Einnahmen aus dem niedrigen Stromumsatz nicht. Da aber schon heute der Aufbau einer Ladeinfrastruktur beginnen muss, deren Lebensdauer 30 Jahre und mehr umfasst, ist es umso notwendiger staatlichregulierend einzugreifen.</li><li>• Um ohne Quantensprünge in der Batterieforschung auch deutlich längere Reichweiten zu ermöglichen, ist alternativ die Einführung von Batteriewechselstationen denkbar.</li><li>• Technische Standards für die Infrastruktur der E-Mobilität müssen an der optimalen Integrationsmöglichkeit erneuerbarer Energien ausgerichtet sein.</li></ul>
<p>Analyse der Notwendigkeit des Ausbaus von Pumpspeicherwerken und anderen Stromspeichern zur Integration der erneuerbaren Energien.</p>	<p>Untersuchung der energiewirtschaftlichen Bedeutung weiterer Pumpspeicherkapazitäten und Stromspeicher im Allgemeinen als wichtige Bestandteile eines flexiblen Kraftwerksparks.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Batterien sind vergleichsweise kostengünstige Technologieoption zur dezentralen Energiespeicherung.</li><li>• Kosten liegen jedoch auch unter Berücksichtigung</li></ul>



# Abschlussbericht

<p>Abschlussbericht. <i>Dena</i><sup>20</sup></p>	<p>zukünftiger Kosteneinsparpotenziale deutlich über den Kosten von großtechnologischen Speicheroptionen wie Pump- oder Druckluftspeicherwerken.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Zukunft wird Anstieg der Elektromobilität prognostiziert: es wird davon ausgegangen, dass die Batteriespeicher parkender Elektrofahrzeuge an die Verteilnetzebene angeschlossen werden und bei aktivem koordiniertem Speichermanagement einen Beitrag zum Ausgleich fluktuierender erneuerbarer Energien leisten könnten.</li> <li>• Derzeit fehlt dazu aber sowohl die nötige Infrastruktur, als auch eine größere Anzahl an Elektrofahrzeugen.</li> </ul> <p>Potenzial der Speicher von Elektrofahrzeugen zur dezentralen Energiespeicherung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 Prozent der Tagesfahrten sind kleiner als 100 km.</li> <li>• Der Durchschnittswert der an einem Tag zurückgelegten Strecken liegt bei 30 km.</li> <li>• Aktuelle Elektrofahrzeuge haben Reichweite zwischen 100 und 200 km.</li> <li>• Durchschnittliche Speicherleistung von etwa 3-10 GW und ein Speichervolumen von etwa 20-30 GWh. Die Spannbreite der Angaben hängt wesentlich von der Anschlussart (230 V oder 400 V) ab.</li> <li>• Aufbau der zur externen Steuerung der Batterien notwendigen Infrastruktur mit erheblichen Investitions- und auch Betriebskosten verbunden. Derzeit liegen noch keine Modelle für einen wirtschaftlichen Betrieb der nötigen Infrastruktur vor.</li> </ul>
<p>Energiespeicher in Stromversorgungssystemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energieträger. <i>VDE</i><sup>21</sup></p>	<p>Sicherstellung eines stabilen Betriebs der Stromnetze erfordert massive Investitionen in FuE sowie Demonstrationsanlagen von Speichersystemen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherkosten verschiedener Technologien divergieren zwischen 3ct/kWh (Stundenspeicherung) und 10 ct/kWh (Wochenspeicherung).</li> <li>• Für die Kurzfristspeicherung kämen primär elektrochemische Speicher in Betracht, da sie schnell und flexibel zu errichten sind sowie kurze Abschreibungsdauern aufweisen.</li> <li>• Langfristspeicherung mit weniger als einem Ladezyklus pro Woche ist nach heutigem Stand kaum wirtschaftlich darstellbar.</li> <li>• Zentrale Großspeicher wie Pumpspeicher- und Druckluftkraftwerke bedürfen auf Grund langer Abschreibungszeiträume und hohem Investitionsrisiko</li> </ul>

<sup>20</sup> Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (2010b).

<sup>21</sup> Kleinmaier (2009).

# Abschlussbericht

	stabile politische Rahmenbedingungen.
Wasserstoff- und Stromspeicher in einem Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. <i>Institut für Energie- und Umweltforschung<sup>22</sup></i>	Vergleich von technischen und wirtschaftlichen Potentialen verschiedener Speichertechnologien hinsichtlich Wirkungsgraden und CO <sub>2</sub> -Vermeidung. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von den Speichertechnologien sind momentan lediglich Pumpspeicher und Druckluftspeicher ausgereift. Politische und regulatorische Unterstützung für den derzeit stattfindenden Ausbau der Netzinfrastruktur sind daher von besonderer Bedeutung.</li> <li>• Wasserstoff weist eine vergleichsweise sehr hohe Energiedichte auf.</li> </ul>
Stand und Entwicklungspotenzial der Speichertechniken für Elektroenergie. <i>BMW<sup>23</sup></i>	Analyse der wachsenden Bedeutung von elektrischen, elektrochemischen sowie mechanischen Speichertechnologien für den mobilen und stationären Bereich. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im mobilen Bereich werden vorwiegend elektrochemische Speicher zum Einsatz kommen.</li> <li>• Bis zum Jahr 2025 wird die Gesamtspeicherkapazität der Elektromobilität auf 37,5 bis 129 MWh abgeschätzt.</li> <li>• Im stationären Bereich wird auf mechanische Speicher zurückgegriffen.</li> <li>• Durch Ausbau erneuerbarer Energien entsteht Deckungslücke der Regelenergie, der Ausbau von Speichern erfordert.</li> </ul>
Herausforderungen und Lösungen für Verteilungsnetze der Zukunft. <i>Technische Universität Braunschweig<sup>24</sup></i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dezentrale Erzeuger mit fluktuierender Charakteristik in der Einspeisung sind zunehmend zu integrieren.</li> <li>• Zeit- und kostenintensive technische Lösungen im Verteilungsnetz bekämpfen die Auswirkungen.</li> <li>• Aktive Verteilnetze mit beeinflussbaren dezentralen Erzeugern und Lasten gleichen die Fluktuationen aus.</li> </ul>
Energiespeicher: Integration erneuerbarer Energien. <i>VDE<sup>25</sup></i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei hoher Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen könnten mobile Speicher – integriert in ein intelligentes Last- und Speichermanagement – alle Aufgaben für das Netz im Zeitbereich von Sekunden bis zu einem Tag übernehmen.</li> <li>• Für mehrtägige Windflauten sowie saisonaler Schwankungen von erneuerbaren Energien sind die mobilen und die meisten Groß- und Batteriespeichertechnologien nicht ausreichend.</li> <li>• Hierzu sind große stationäre Speicher erforderlich. Mögliche Optionen: großen Speicherseen in alpinen</li> </ul>

<sup>22</sup> Institut für Energie- und Umweltforschung (Hrsg.) (2009).

<sup>23</sup> BMWi (Hrsg.) (2009).

<sup>24</sup> Kurrat (2010).

<sup>25</sup> Schröppel (2010).

# Abschlussbericht

	<p>Regionen (Umbau zu Pumpspeichern) und Wasserstoff in unterirdischen Salzkavernen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus der stationären Wasserstoffspeicherung sind Synergien für die Versorgung zukünftiger Brennstoffzellen-Hybridfahrzeuge zu erwarten.</li> <li>• Neue Speichertechnologien werden ohne Anschubförderung den Sprung in den Markt nicht oder nicht schnell genug schaffen.</li> <li>• Speicher – sowohl als Teil der Last als auch als eigenständige Anlagen – sind unabdingbare Voraussetzung für die Erreichung der energiepolitischen Ziele für 2020 und darüber hinaus.</li> <li>• Elektrofahrzeuge können einen wesentlichen Beitrag zum Lastmanagement liefern und somit ein zusätzliches Ausbaupotenzial für erneuerbare Energien erschließen.</li> <li>• Forschung und Demonstration für Energiespeicher muss erheblich intensiviert werden, um Deutschland einen Platz in diesem Markt zu sichern.</li> <li>• Die wichtigsten Speichertechnologien bieten noch erhebliche Kostensenkungspotenziale.</li> </ul>
<p>Speicherbedarf in Systemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. VDE<sup>26</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für die Aufnahme von Überschussenergie aus erneuerbaren Energien und zur Überbrückung mehrtägiger Windflauten sowie zum Ausgleich saisonaler oder überjähriger Schwankungen wird ein Vielfaches der heute vorhandenen Speicher benötigt.</li> <li>• Batteriespeichertechnologien sind ebenso wie die meisten Großspeichersysteme („Stundenspeicher“) hierfür nicht ausreichend.</li> <li>• Mögliche Optionen für große „Wochenspeicher“ wären:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Große Speicherseen in alpinen Regionen (Umbau zu Pumpspeichern, symmetrische Beckengröße)</li> <li>○ Wasserstoff (bzw. Methan) in unterirdischen Salzkavernen</li> </ul> </li> <li>• Der Einsatz unterschiedlicher Speichersysteme ist für die verschiedenen Zeitbereiche zu optimieren.</li> <li>• Die Speicherung elektrischer Energie ist mit signifikanten Kosten verbunden.</li> <li>• Die dezentrale Speicherung in Batterien ist heute noch wesentlich teurer als eine zentrale Großspeicherung im Übertragungsnetz.</li> <li>• Eine direkte Nutzung von Überschussenergie (z.B. durch Wärme-/Kälte-erzeugung) kann den Speicherungsbedarf effizient reduzieren.</li> <li>• Leistungsfähige Netze zur Verknüpfung der verschiedenen Erzeugungs-, Last- und Speichermöglichkeiten</li> </ul>

<sup>26</sup> Kleinmaier (2011).

# Abschlussbericht

	<p>sind unverzichtbar und stellen gleichzeitig die kostengünstigste Option zur Reduzierung des Speicherbedarfs dar.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bei hoher Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen könnten diese mobilen Speicher – integriert in ein intelligentes Last- und Speichermanagement - alle Aufgaben für das Netz im Zeitbereich von Sekunden bis zu Minuten übernehmen.</li></ul>
<p>Smart Home in Deutschland. <i>Institut für Innovation und Technik<sup>27</sup></i></p>	<p>Folgende Erkenntnisse sind aus der Bestandsaufnahme der deutschen Initiativen im Themenfeld Smart Home zu gewinnen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Landkarte der Smart Home-Initiativen in Deutschland weist eine auffällige Zahl von weißen Flecken ohne Smart Home-Initiativen auf.</li><li>• Sowohl die Kommunikation und direkte Kooperation zwischen Smart Home-Initiativen sowie die unternehmens- und branchenübergreifende Zusammenarbeit sind nicht ausreichend entwickelt.</li><li>• Die Erhöhung der Sichtbarkeit von marktverfügbaren Lösungen für Anbieter und Anwender ist dringend notwendig.</li><li>• Technische Systemintegration ist unterentwickelt, es fehlt der Systemintegrator für das Smart Home.</li><li>• Die Vielzahl von nebeneinander existierenden und konkurrierenden Standards macht den Handlungsbedarf deutlich, eine Verständigung über das weitere Vorgehen beim Smart Home herbeizuführen.</li><li>• Dienstleistungsunternehmen werden die möglichen wirtschaftlichen Chancen durch neue Serviceangebote erst erkennen, wenn die Geschäfts- und Betreibermodelle transparent und überzeugend sind.</li><li>• Potenzielle Kunden fürchten eine fehlende Verlässlichkeit: Wenn heute eine Wohnung mit einem System ausgestattet wird, muss dessen Zukunftsfähigkeit gewährleistet sein.</li><li>• Fehlende Geschäftsmodelle für vernetzte Produkte und systemische Dienstleistungen und damit verbundene Intransparenz über die Wertschöpfungsanteile bei allen Beteiligten verhindern gegenwärtig Investitionen in die Infrastruktur.</li><li>• Es fehlt der Branche geeignetes Fachpersonal zur Konzeption und Umsetzung von Smart Home-Lösungen.</li><li>• Bei der Diskussion um das Smart Home wird das große Potenzial im Wohnungsbestand vernachlässigt.</li></ul>

<sup>27</sup> Institut für Innovation und Technik (Hrsg.) (2010).

# Abschlussbericht

<p>Smart Grid projects in Europe: lessons learned and current developments.<sup>28</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wachsende Komplexität des Energiesystems erfordert die Zusammenarbeit in multidisziplinären Konsortien</li> <li>• Es ist wichtig sicherzugehen, dass die Nutzer Vertrauen in und Verständnis für Smart Grid haben.</li> <li>• Nutzer müssen in Demonstrationsprojekten frühzeitig mit einbezogen werden, um eine Entwicklung am Nutzer vorbei zu verhindern.</li> <li>• Aufteilung der Kunden in verschiedene Segmente bietet sich an, um angepasste Leistungen anbieten zu können.</li> </ul>
<p>Energieinformationsnetze und -systeme. VDE<sup>29</sup></p>	<p>Zunehmende Anzahl an Elektrofahrzeugen wird in Zukunft die Energieverteilungsnetze belasten, so dass ein netzseitiges Ladelastmanagement erforderlich werden wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Hilfe von Smart Grids sollen zukünftig auch als Erzeuger auftretende Betreiber kleinerer Energiegewinnungsanlagen sowie Energienutzer die Möglichkeit erhalten, an der Koordination von angebotener und nachgefragter Leistung teilzunehmen.</li> <li>• Energieinformationsnetze und -systeme sollen für das heutige und zukünftige Energieversorgungssystem alle erforderlichen Daten für Messung und Steuerung des Energieeinsatzes bereitstellen.</li> <li>• Mit zunehmendem Einsatz dezentraler Energiegewinnungsanlagen und deren weitgehend unkontrollierten Einspeisung in das Verteilungsnetz wird ein aktives Management dieser Anlagen erforderlich.</li> <li>• Entwicklung neuer Methoden zur dezentralen und automatisierten Netzführung im Verteilungsnetz gewinnt an Bedeutung.</li> <li>• Energiegewinnungsanlagen können im Rahmen neuartiger Geschäftsmodelle Systemdienstleistungen anbieten und somit einen aktiven Beitrag zur Verbesserung der Qualität und Stabilität der Verteilungsnetze leisten.</li> <li>• Voraussetzung für die technisch und wirtschaftlich beherrschbare Steuerung der Verteilungsnetze ist die Verfügbarkeit und Anwendung von durchgängigen Standards.</li> </ul>
<p>Smart Distribution 2020. Virtuelle Kraftwerke in Ver-</p>	<p>Die verteilte Erzeugung basierend auf regenerativen Primärenergieträgern und der Kraft-Wärme-Kopplung</p>

<sup>28</sup> Giordano; Fulli & Sánchez Jiménez (2011).

<sup>29</sup> VDE (Hrsg.) (2010a).

<p>teilungsnetzen. VDE<sup>30</sup></p>	<p>(KWK) wird in den kommenden Jahren aufgrund der Förderung nach EEG (Erneuerbare Energien Gesetz) und KWK-Gesetz signifikante Anteile an der Energieerzeugung erreichen, um Klimaziele und nachhaltige Versorgung zu sichern.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Einspeisung von Erzeugerleistung aus diesen Anlagen hat gesetzlich geregelten Vorrang. Die Höhe der Einspeisung hängt von den meteorologischen Bedingungen ab. Bei starkem Aufkommen von EEG- und KWK-Erzeugerleistung wird künftig vor allem in Schwachlastzeiten ein Leistungsüberschuss allein aus diesen Anlagen auftreten.</li></ul> <p>Wenn es nicht gelingt, ausreichend Speicher oder Lastterhöhung durch Lastmanagement in diesen Zeiten zu erreichen, wird die Leistungsbegrenzung von EEG- und KWK-Anlagen zwingend erforderlich. Eine Lösung dieser Problematik kann durch „virtuelle Kraftwerke“ erreicht werden.</p> <p>Ein diesbezügliches Gesamtsystem im Rahmen virtueller Kraftwerke hat heute keine ausreichenden wirtschaftlichen Anreize.</p> <p>Mit der derzeitigen Auslegung des EEG- bzw. KWK-Gesetzes sind die Anlagen in zweierlei Hinsicht vom Energiemarkt ausgekoppelt:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Die marktpreisunabhängigen EEG-Fixpreise und Zuschläge für fossile KWK-Anlage fördern allein die Quantität der ins Netz gespeisten Energie und bieten keinen Anreiz zur Teilnahme an den Systemdiensten wie z.B. Regelenergiebereitstellung.</li><li>2. Die EEG-Anlagen bilden einen eigenen Bilanzkreis innerhalb der Regelzonen und sind von den üblichen Aufwendungen der Bilanzkreise befreit.</li></ol> <p>Um künftig die dargebotene regenerative Energie möglichst vollständig nutzen zu können, wird es erforderlich, zusätzliche Speichertechnik einzusetzen. Dazu bedarf es einer Anschubförderung für stationäre Speichertechnologien (zusätzlich zu den heute bereits profitablen Pumpspeicherwerken).</p> <p>Es wird gezeigt, dass verteilte und zentrale Erzeugung künftig nebeneinander bestehen müssen. Das Stromnetz muss weiter langfristig so ausgelegt werden, dass die Versorgung auch in Fällen mit geringem Aufkommen von</p>
---	--

<sup>30</sup> VDE (Hrsg.) (2010b).

# Abschlussbericht

EEG- und KWK-Leistung gesichert ist.
--------------------------------------

## Zukunft der Elektromobilität

2. Bericht NPE <sup>31</sup>	<p>Elektromobilität ist der Schlüssel zu einer klimafreundlichen Umgestaltung der Mobilität.</p> <p>Ziel von einer Million Fahrzeugen in einem Leitmarkt Deutschland bis 2020 zu erreichen wird in drei Phasen verfolgt:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Marktvorbereitung bis 2014 mit Schwerpunkt auf Forschung und Entwicklung sowie Schaufensterprojekten</li><li>2. Markthochlauf bis 2017 mit Fokus auf Marktaufbau bei Fahrzeugen und Infrastruktur</li><li>3. Beginnender Massenmarkt bis 2020 mit tragfähigen Geschäftsmodellen</li></ol> <p>Um den Standort Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität zu entwickeln, schlägt die NPE folgende Maßnahmen vor:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung von Forschung und Entwicklung und Vernetzung in den Leuchttürmen Batterie, Antriebstechnologie, Leichtbau, Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und Infrastruktur, Recycling und Fahrzeugintegration mit einem Schwerpunkt auf Produktionsforschung auch in Pilotanlagen</li><li>• Ausschreibung eines auf den Leuchttürmen und ihren Themenclustern basierenden, ministerienübergreifenden Förderprogramms administriert durch einen Projektträger</li><li>• Zügige Entwicklung der notwendigen Schlüsseltechnologien, der branchen- und technologieübergreifenden Integrationsaspekte sowie intermodaler Dienstleistungen</li><li>• (Weiter-)Bildung und Qualifizierung der erforderlichen Fach- und Führungskräfte im akademischen und beruflichen Bereich</li><li>• Strategische und globale Ausrichtung der Normung und Standardisierung</li></ul> <p>Ein zentraler Bestandteil des angestrebten deutschen Leitmarkts für Elektromobilität ist ein intelligentes Energiesystem:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Integration von Strom aus regenerativen Energiequellen leistet einen Hauptbeitrag zum Klimaschutz.</li><li>• Der Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur wird bedarfsgerecht und mit Augenmaß verfolgt: Für die</li></ul>
------------------------------	---

<sup>31</sup> Nationale Plattform Elektromobilität (Hrsg.) (2011).

# Abschlussbericht

	<p>Marktvorbereitungsphase bis 2014 werden konkrete Aufbauziele vereinbart.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine innovative Ladeinfrastruktur und Geschäftsmodelle werden entwickelt, um die kostendeckende Bereitstellung einer öffentlichen Infrastruktur langfristig sicherzustellen.</li> </ul> <p>Gemeinsames Ziel der Nationalen Plattform Elektromobilität ist der Aufbau eines selbsttragenden Marktes für Elektrofahrzeuge. Ohne Anreizmaßnahmen wird das Vorhaben, bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge zu verkaufen, jedoch nicht gelingen; Analysen ergeben für diesen Fall eine Anzahl von lediglich 450.000 verkauften Elektrofahrzeugen.</p> <p>Zur Kompensation der Kostenlücke und Belebung der Nachfrage nach elektrischen Fahrzeugen legt die NPE ein umfassendes Maßnahmenpaket vor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevorzugung von Elektrofahrzeugen beim Parken, die Erlaubnis zur Nutzung von Busspuren im Rahmen der Schaufensterprogramme sowie die Förderung von neuen, intelligenten Carsharing-Konzepten</li> <li>• Kompensation der Benachteiligung bei der privaten Nutzung von elektrisch betriebenen Dienstfahrzeugen</li> <li>• Sonderabschreibungen beim gewerblichen Erwerb von Elektrofahrzeugen</li> <li>• Zinsgünstige Darlehen der Kreditanstalt für Wiederaufbau zum privaten Erwerb von Elektrofahrzeugen</li> <li>• Gewährung eines jährlichen Steuerincentives, orientiert an der Speicherkapazität eines Elektrofahrzeugs</li> </ul>
<p>Abschlussbericht e-connected<sup>32</sup></p>	<p>Der künftige Forschungsbedarf liegt im Bereich effizienterer Energiespeicher und dem entsprechenden Batteriemangement von Elektrofahrzeugen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Europaweite Normung und Standardisierung der Steckverbindungen zum Aufladen der Elektrofahrzeuge in den Ladestationen und der Ausstattung der Ladestationen.</li> <li>• Etablierung eines einheitlichen Abrechnungssystems</li> <li>• Auswirkung und mögliche Maßnahmen auf das Netz bei hohen Penetrationen mit Elektrofahrzeugen sind im Detail noch zu erforschen.</li> <li>• Thema Versorgungssicherheit und Versorgungsqualität wird das Thema aus Netzsicht wesentlich mitbestimmen.</li> </ul>
<p>Deutschland Leitanbieter für Elektromobilität.</p>	<p>Entscheidende Kriterien der Elektromobilität im globalen Wettbewerb:</p>

<sup>32</sup> Klima- und Energiefonds (Hrsg.) (2009).



# Abschlussbericht

<p><i>Acatech</i><sup>33</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befriedigende Ladeinfrastruktur</li> <li>• Kostengünstige Batterieherstellung</li> <li>• Zuverlässigkeit und Langlebigkeit des Batteriesystems</li> <li>• Kompetenzen und Fähigkeitsprofile in der Hochschulausbildung sowie Etablierung integrierter Forschungscluster</li> </ul>
<p>Klimafreundliche E-Mobilität. <i>Energie Impuls OWL e.V.</i><sup>34</sup></p>	<p>Differenzkostenberechnung dieser Studie zeigt, dass Förderbedarf pro Elektrofahrzeug in den ersten Jahren sehr hoch ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrkosten sind von den verschiedenen Fahrzeugklassen abhängig und schwanken zwischen wirtschaftlich, 8.500, 20.000 und bis zu 50.000 Euro Förderung pro Fahrzeug.</li> <li>• Durch sinkende Batteriekosten fällt der Förderbedarf pro Fahrzeug sehr stark bis 2020 ab.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei starker Batteriekostenreduktion wächst der jährliche Förderbedarf maximal auf 160 Millionen Euro in 2016 und sinkt dann bis 2020 auf null ab.</li> <li>• Bei höheren Batteriekosten gibt es dagegen keine rückläufige Tendenz des Fördervolumens, das auf über 500 Millionen Euro in 2020 steigt.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Elektromobilität – Perspektiven und Chancen für Unternehmen. <i>Opportunity</i><sup>35</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weltweit zahlreiche staatlich geförderte Pilotprojekte zur Elektromobilität. Deutschland investiert im internationalen Vergleich verhältnismäßig wenig.</li> <li>• Emissionseffizienz von Elektrofahrzeuge übersteigt die von Verbrennungsmotoren erst, wenn sie ihren Strom aus erneuerbaren Energien gewinnen</li> <li>• Elektrofahrzeuge, deren Antriebsbatterien auf der Lithium-Ionen-Technologie basieren, können Reichweiten von maximal 160 km erreichen. Nur durch einen Technologiewechsel ist eine Reichweitensteigerung möglich.</li> <li>• Mit der Etablierung der Elektromobilität wird sich die gesamte Wertschöpfungskette verändern. Für Automobil- und Batteriehersteller, aber auch Zulieferer, Energie- und Mineralölunternehmen ergeben sich neue Geschäftsmöglichkeiten.</li> <li>• Das Verhalten privater und gewerblicher Kunden ändert sich. Kauf- und Nutzungsverhalten werden durch gesetzliche Rahmenbedingungen und Angebote beeinflusst.</li> </ul>

<sup>33</sup> Acatech (Hrsg.) (2010).

<sup>34</sup> Energie Impuls OWL e.V. (Hrsg) (2010).

<sup>35</sup> Opportunity (2010).

# Abschlussbericht

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Zusammenführung von relevanten Mobilitäts- und Antriebs-Szenarien zeigt, dass die Elektromobilität als Antriebsart der Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird.</li> <li>• Für die Durchsetzung der Elektromobilität ist es wichtig, dass Ladegeschwindigkeit und -komfort den unterschiedlichen Nutzeranforderungen gerecht werden.</li> </ul>
<p>Elektromobilität: Kurzfristigen Aktionismus vermeiden, langfristige Chancen nutzen<sup>36</sup></p>	<p>Aufgrund der politischen Unterstützung in vielen Ländern und erheblicher Aktivitäten der Privatwirtschaft ist nicht zu erwarten, dass das Thema Elektromobilität nur einen vorübergehenden Hype darstellt. Nennenswerte Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen jedoch erst langfristig realistisch. Elektrische Fahrzeuge werden in den nächsten Jahren lediglich in bestimmten Nischen eine gewisse Bedeutung erlangen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderung von Forschung und Entwicklung aus technologiepolitischer Sicht unverzichtbar (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften hat gefordert, Deutschland solle keinen Leitmarkt, sondern vielmehr eine Position als Leitanbieter zukunftsfähiger Elektrofahrzeugkomponenten anstreben.)</li> <li>• Die Politik könnte die Markteinführung von Elektroautos indirekt begünstigen, indem sie den Aufbau der Ladeinfrastruktur unterstützt oder Elektrofahrzeuge für öffentliche Fahrzeugflotten beschafft.</li> <li>• Einstieg in die Elektromobilität sollte mit einem verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien einhergehen, damit ihre Verwendung im Verkehrsbereich nicht einfach ihre Nutzung für andere Anwendungen substituiert.</li> <li>• Elektromobilität sollte als Baustein eines umfassenden, nachhaltigen Verkehrskonzepts verstanden werden, das über den motorisierten Individualverkehr hinausgeht.</li> </ul>
<p>Studie Horváth &amp; Partner<sup>37</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befragte Experten aus knapp 250 teilnehmenden Unternehmen rechnen mit annähernd zwei Millionen Elektrofahrzeugen im Jahr 2020. Doppelt so viel, wie von der Bundesregierung bis zu diesem Zeitpunkt angestrebt wird.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach Ansicht der Industrieexperten werden Hybridantriebe 2020 ca. 8,5 Prozent des deutschen Fahrzeugbestandes ausmachen.</li> <li>• Batteriegetriebene Fahrzeuge inkl. Range Extender und Plug-In Hybride folgen mit ca. 4,2 Prozent (Das entspricht bei geschätztem</li> </ul> </li> </ul>

<sup>36</sup> Schill (2010).

<sup>37</sup> Horváth & Partner (2010).

# Abschlussbericht

	<p>Fahrzeugbestand 2020 von 47,5 Millionen Pkw ca. zwei Millionen Fahrzeuge).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstoffantriebe werden mit etwas über einem Prozent des Bestandes nur untergeordnete Rolle spielen.</li> <li>• Die befragten Experten glauben, dass emotionale Aspekte wie Umweltbewusstsein und ein höheres gesellschaftliches Ansehen bei Deutschlands Autofahrern trotz geringerer Reichweite für eine rasch wachsende Akzeptanz von Elektrofahrzeugen sorgen werden.</li> <li>• Die Frage, ob sie ihr eigenes Unternehmen ausreichend für die neue Dynamik der Marktentwicklung gerüstet sehen, findet bei den Teilnehmern ein gespaltenes Echo.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 51 Prozent sind überzeugt, dass ihr Unternehmen die Marktveränderungen mit einer klaren Strategie angeht.</li> <li>• 40 Prozent bestätigen beim Umgang mit Fragen der Elektromobilität und neuer Mobilitätskonzepte eine hohe Geschwindigkeit.</li> <li>• In Bezug auf die Weiterentwicklung notwendiger Geschäftsmodelle und deren Implementierung besteht offensichtlich Handlungsbedarf.</li> </ul> </li> <li>• Größte strukturelle Herausforderung in Bezug auf alternative Antriebs- und neue Mobilitätskonzepte nach Meinung der Befragten fehlende personelle Ressourcen (49%). Dagegen sehen nur 21 Prozent fehlende finanzielle Ressourcen als Problem.</li> <li>• Befragten unterstützen Förderung von Forschung und Entwicklung (77%). Nur 25 Prozent wünschen sich staatliche Subventionen in der Absatzförderung.</li> </ul>
<p>Potenziale der Elektromobilität bis 2050.  <i>Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln<sup>38</sup></i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugbatterien werden nachts geladen (00:00 – 06:00 Uhr, Maximum 02:00 – 04:00).</li> <li>• Mittelfristig lohnt sich der Verkauf von Strom am Spotmarkt wegen hohen Batteriekosten und Notwendigkeit der nachfolgenden Wiederbeladung nicht.</li> <li>• Gesteuerte Ladung führt beim Fahrzeughalter zu Einsparungen. Je nach Jahr und Szenario lassen sich durch das gesteuerte Laden 9 bis 13 Prozent der Kosten gegenüber einer Ladung zum durchschnittlichen Endkundenstrompreis einsparen.</li> <li>• Um mit den Fahrzeugbatterien Sekundär- oder Minutenreserve bereitstellen zu können, ist der Zusammenschluss einer größeren Zahl von Fahrzeugen erforderlich.</li> <li>• Elektrofahrzeuge weisen bereits heute bessere Wheel-to-Wheel Bilanz (Emissionen, die beim eigentlichen Fahrvorgang anfallen + Emissionen, die zur</li> </ul>

<sup>38</sup> Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (Hrsg.) (2010).

# Abschlussbericht

	<p>Herstellung und zum Transport von Kraftstoffen oder im Falle der Elektrofahrzeuge bei der Erzeugung von Strom anfallen) auf, als Benzin- und Dieselfahrzeuge und die Bilanz wird sich bis 2050 stetig verbessern.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die größten CO<sub>2</sub>-Einsparungen sind bei einer CO<sub>2</sub>-neutralen Integration der Elektrofahrzeuge in das Energiesystem möglich.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einsparung lokaler Emissionen und Vermeidung von Lärm</li> <li>○ Keine lokalen Schadstoffemissionen.</li> <li>○ Vergleichsweise geringe Geräusentwicklung.</li> </ul> </li> <li>• Im Referenzfall gibt es für das Elektroauto keine Kostenvorteile vor 2030.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Batterien und öffentliche und private Infrastruktur sind Hauptkostentreiber.</li> <li>○ Erlöse aus Netzdienstleistungen sind vergleichsweise unerheblich.</li> <li>○ Marktfähigkeit ist ohne Marktanreizprogramme gefährdet.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeugen im Münchner Individualverkehr bis 2030. <i>Modellregion München</i><sup>39</sup></p>	<p>In vorliegender Studie wurde anhand eines Filtermodells das mögliche Potenzial für Elektromobilität in der Modellregion München bestimmt, das sich unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Hinderungsgründe ergibt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automobilhersteller bestimmen Fahrzeugangebot.</li> <li>• Ausschlaggebend für Alltagstauglichkeit von E-Fahrzeugen ist die Reichweite (abhängig von der Batteriekapazität).</li> <li>• Je nach Fahrzeugklasse und Szenario machen die Kapitalkosten für elektrische Privatfahrzeuge zwischen 50 und 70 Prozent – für gewerblich betriebene Elektrofahrzeuge sogar bis zu rund 90 Prozent – der Gesamtkosten aus und sind somit der wesentliche Faktor bei der Bestimmung der Wirtschaftlichkeit.</li> <li>• Batteriekosten entscheidend für die Wirtschaftlichkeit: Serienproduktion, neue Fertigungsverfahren, technische Weiterentwicklung bei Batterien reduzieren Batteriepreise.</li> <li>• Öl- und Kraftstoffpreise sind entscheidender Aspekt, da deren Anstieg indirekt einen Kostenvorteil für Elektrofahrzeuge bedeutet.</li> <li>• Eingeräumte Privilegien – wie etwa Sonderrechte beim Parken oder beim Befahren von Umweltzonen – könnten für viele Nutzer einen zusätzlichen Kaufanreiz schaffen.</li> </ul>

<sup>39</sup> Stadtwerke München (Hrsg.) (2010).

# Abschlussbericht

<p>Erneuerbare Energien und Elektromobilität. Finanzielle Hürden zur Markteinführung bis 2020. <i>Agentur für Erneuerbare Energien e.V.</i><sup>40</sup></p>	<p>Die Batterieentwicklung ist der wesentliche Einflussfaktor auf die Entwicklung der Differenzkosten. Eine rasche Kostensenkung beim Speichermedium Batterie ist wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche und relativ kostengünstige Markteinführung von Elektrofahrzeugen bis 2020. Um die Markteintrittsbarrieren zu überwinden, müssen die Mehrkosten von Elektrofahrzeugen differenziert ausgeglichen werden. Statt pauschaler Prämien oder Kaufzuschüsse sollten Instrumente der Markteinführung folgende Kriterien beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugtypen: Divergierende Fahrzeug- und Batteriegrößen führen zu sehr unterschiedlichen Mehrkosten pro Fahrzeug.</li> <li>• Jahr des Fahrzeugkaufs: Abnehmende Batteriekosten und steigende Ölpreise verringern die Mehrkosten.</li> </ul> <p>Aufgrund der unterschiedlichen Differenzkosten der Elektrofahrzeugklassen, der Bandbreite der Differenzkosten und der vielen Wechselwirkungen eignen sich nur Instrumente, die eine differenzierte Unterstützung nach Batteriegröße bzw. -effizienz ermöglichen. Diese Grundbedingung lässt sich am besten durch ein Marktanreizprogramm erfüllen. Neben einem solchen finanziellen Förderinstrument sind aber auch „weiche“ Instrumente notwendig, die die Nutzungsbedingungen von Elektrofahrzeugen verbessern und weitgehend kostenneutral umzusetzen sind. Dazu gehören z.B. die Mitbenutzung von Busspuren, kostenlose Parkplätze oder Nutzungsvorteile für E-Fahrzeuge in Umweltzonen.</p>
<p>Elektrofahrzeuge – Bedeutung, Stand der Technik, Handlungsbedarf. <i>VDE</i><sup>41</sup></p>	<p>Elektrofahrzeuge sind aus Sicht des VDE ein wichtiger Beitrag für die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft. Elektrofahrzeuge machen die Mobilität zukunftssicher durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung von lokalen wie globalen Emissionen im Verkehrssektor</li> <li>• Die mögliche Verwendung verschiedener Energiequellen. Dies vereinfacht die Umstellung auf erneuerbare Energien und vermindert die Abhängigkeit von einem Energieträger. Die Abhängigkeit von politisch instabilen Regionen sinkt.</li> <li>• Einen geringeren Verbrauch durch höhere Effizienz</li> </ul>

<sup>40</sup> Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (Hrsg.) (2010).

<sup>41</sup> VDE (Hrsg.) (2010c).

	<p>des Antriebsstrangs und rekuperatives Bremsen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• In bestimmten Anwendungsgebieten erhöht sich der Nutzwert durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen. So ermöglichen Elektrofahrzeuge eine hohe und konstante Beschleunigung vom Stillstand an bis zum Punkt maximaler Leistung und können somit erheblichen Fahrspaß bieten. Außerdem reduziert sich die akustische Belastung der Umwelt.</li><li>• Reine Elektrofahrzeuge sollten zunächst für kurze Strecken (&lt; 100 km) konzipiert und eingesetzt werden, da<ul style="list-style-type: none"><li>○ Große Reichweiten auf Grund der hohen Kosten für die Batterien in der Regel wirtschaftlich nicht sinnvoll sind.</li><li>○ Verkehrsstudien zeigen, dass die meisten Fahrzeuge und Fahrer am Tag nur kurze Strecken zurücklegen. Die Tagesfahrleistung von Pkw privater Halter liegt bei fast 70 Prozent der Fahrzeuge unter 50 km und bei fast 90 Prozent unter 100 km.</li></ul></li><li>• Mit Range Extendern kann der Einsatzbereich von Elektrofahrzeugen deutlich erweitert werden. Da die Kunden bei Einsatz von Range Extendern keine Einschränkung der Reichweite in Kauf nehmen müssen, kann die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen erhöht werden.</li></ul> <p>Infrastrukturbedarf</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Batterien können einphasig mit moderater Leistung geladen werden, da die Parkzeiten der Fahrzeuge ausreichend lang sind. Dadurch kann die bestehende Infrastruktur der Elektrizitätsnetze genutzt werden und es sind zunächst keine teuren Investitionen in die Infrastruktur notwendig.</li><li>• Ladepunkte sollten primär im privaten und Firmenbereich sowie in Einrichtungen des öffentlichen Dienstes bereitgestellt werden. Im öffentlichen Bereich ist ein kostendeckender Betrieb öffentlicher Ladestationen auf Grund der geringen Energiemenge in naher Zukunft nicht zu erwarten.</li><li>• Ein netzseitiges Lademanagement ist bei moderater Ladeleistung (bis ca. 3,7 kW) erst ab ca. einer Millionen Fahrzeugen notwendig. Das Lademanagement kann jedoch zur Anpassung von Stromerzeugung und Verbrauch von Anfang an sinnvoll sein, wenn Elektrofahrzeuge nahtlos in die Infrastruktur fernauslesbarer Zähler (Smart Meter) integriert werden.</li><li>• Ein Netzausbau ist bis zu ca. eine Millionen Fahrzeugen nicht erforderlich. Die Anforderungen an die Stromnetze durch die Elektromobilität sind gering im Vergleich zu denen durch den Ausbau regenerativer Energien. Die Erbringung von Netzdienstleistungen sollte jedoch bis auf weiteres von Elektrofahrzeugen</li></ul>
--	---

# Abschlussbericht

	<p>nicht erwartet werden, da der Aufwand gegenüber dem Nutzen sehr hoch ist. Bei richtiger Batterieauslegung kann diese prinzipiell auch für die Netzstabilisierung verwendet werden, ohne dass die Lebensdauer unzulässig weit reduziert wird.</p>
<p>Elektromobilität – Neue Chancen für ganzheitliche Mobilitätskonzepte<sup>42</sup></p>	<p>Interdisziplinäre Forschungsarbeiten an der FH Aachen haben gezeigt, dass sich Carsharing als idealer Vermittler von Elektromobilität anbietet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachteile eines Elektroautos könnten in einem Carsharing-Betrieb kompensiert werden:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Carsharing-Fahrzeuge werden überwiegend im Stadtbetrieb genutzt.</li> <li>○ Kosten werden auf alle Nutzer umgerechnet.</li> <li>○ Kunden stehen weitere Fahrzeuge des Fahrzeug-Pools zur Verfügung.</li> </ul> </li> <li>• Fokussierung auf Carsharing bringt im Gegensatz zum Individual-Pkw die Herausforderung mit sich, das Fahrzeug auf eine möglichst große Anwendergruppe abzustimmen.</li> <li>• Informationstechnik wird eingesetzt, um das eCarSharing-Konzept handhabbar und für „Jedermann“ benutzbar zu machen.</li> <li>• Präferenzprofile können verwendet werden, um das Fahrzeug für die einzelnen Kunden weitestgehend zu konfigurieren.</li> <li>• Solche Mobilitätskonzepte helfen die Akzeptanz von Elektroautos in der Gesellschaft zu stärken und leisten damit auch einen positiven Beitrag zum Umweltschutz.</li> </ul>

## Nutzereinstellung zur Elektromobilität

<p>Plug-in electric vehicles. Changing perceptions, hedging bets. <i>Accenture</i><sup>43</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbraucher stehen Elektroautos positiv gegenüber.</li> <li>• Kosten sind wichtiger begrenzender Faktor.</li> <li>• Verbraucher ziehen momentan PHEVs einem vollelektrischen Fahrzeug vor, weil dies weniger Umstellung und Gewohnheitsänderungen bedarf.</li> <li>• Mit zunehmender Verbreitung von vollelektrischen Fahrzeugen kann es zu Verhaltensänderungen kommen, weshalb es wichtig ist, vielen Menschen Testfahrten mit Elektroautos zu ermöglichen.</li> </ul>
<p>Elektromobilität 2010. Wahrnehmung, Kaufpräfe-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternative Antriebe sind allgemein sehr präsent: Mehr als 75 Prozent der befragten Personen haben</li> </ul>

<sup>42</sup> Röth (2011).

<sup>43</sup> Accenture (Hrsg.) (2011).

# Abschlussbericht

<p>renzen und Preisbereitschaft potenzieller E-Fahrzeug-Kunden. <i>Cama</i><sup>44</sup></p>	<p>von Brennstoffzellen-, Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen bereits oft gehört bzw. gelesen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Über tatsächlich zu erwartende Reichweite und Ladedauer reiner E-Fahrzeugen herrscht wenig Kenntnis: Mehr als 50 Prozent der befragten Personen glauben an eine Reichweite von E-Fahrzeugen größer als 200 km.</li> <li>• 65 Prozent der befragten Personen können sich den Kauf alternativ-betriebener Fahrzeuge vorstellen. Die befragten Personen tendieren dabei insbesondere zu Elektrisch- (66%), Erdgas- (51%) und Wasserstoff-betriebenen Fahrzeugen (48%).</li> <li>• Positive Einflussfaktoren auf den Kauf von E-Fahrzeugen üben geringere Betriebskosten (88%), mögliche staatliche (finanzielle bzw. steuerliche) Anreize (68%) und der Beitrag zum Umweltschutz (65%) aus.</li> <li>• Seltene Lademöglichkeiten (89%), geringe Reichweite (88%) und hoher Kaufpreis (85%) halten hingegen vom Kauf eines E-Fahrzeugs ab.</li> <li>• 90 Prozent der befragten Personen würden bei Besitz eines E-Fahrzeugs die Lademöglichkeit direkt zu Hause favorisieren. 70 Prozent bzw. 68 Prozent können sich dies am Arbeitsplatz oder in traditioneller Weise an einer Tankstelle vorstellen. 50 Prozent tendieren zu öffentlichen Ladestationen. Knapp 24 Prozent lehnen letztere Möglichkeit jedoch ab.</li> <li>• Potenzielle Kunden sind gegenwärtig nicht bereit, einen finanziellen Aufschlag für E-Fahrzeuge zu zahlen. Der akzeptable Preisbereich für ein E-Fahrzeug (Ladedauer: 5 h; Reichweite: 150 km) bewegt sich zwischen 10.000 bis 25.000 Euro.</li> </ul>
<p>Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität<sup>45</sup></p>	<p>Ziel der vorliegenden Studie war, im Rahmen eines multi-methodalen Ansatzes akzeptanzrelevante Faktoren aus Nutzersicht zu identifizieren.</p> <p>Hemmnisse für Elektromobilität:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Batteriekosten</li> <li>• Reichweitenangst</li> <li>• Ladeprozess mit umfangreichen Planungserfordernissen</li> <li>• Starke Gewohnheiten und Routinen bei Mobilitätsentscheidungen und -verhalten</li> <li>• Konventionelles Fahrzeug als starker Vergleichsanker</li> <li>• Begrenztes Wissen bei den Konsumenten über Elektromobilität</li> </ul>

<sup>44</sup> Cama (Hrsg.) (2010).

<sup>45</sup> Peters & Dütschke (2010).



# Abschlussbericht

	<p>Treiber von Elektromobilität:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Allgemein positive Wahrnehmung elektrischer Fahrzeuge in der Gesellschaft</li><li>• Hohes Umweltbewusstsein</li><li>• Fahrverhalten und Fahrkomfort von Elektrofahrzeugen</li></ul> <p>Ausbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur ist für die Sichtbarkeit von Elektromobilität bedeutsam. Das Laden wird jedoch voraussichtlich hauptsächlich zu Hause oder am Arbeitsplatz stattfinden.</p> <p>Konzepte zur Umsetzung der Elektromobilität müssen letztlich durch Transparenz, einfache und zuverlässige Handhabung sowie Flexibilität überzeugen. Das Konzept der Lastverlagerung und Rückspeisung von Energie aus der Batterie ins Stromnetz kann nur dann erfolgreich zur Anwendung kommen, wenn die Nutzer möglichst wenig davon bemerken und keinerlei Einschränkungen in Kauf nehmen müssen.</p>
<p>Studie „Elektromobilität“ <i>BITKOM</i><sup>46</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elektrofahrzeugen gehört die Zukunft.<ul style="list-style-type: none"><li>○ 60 Prozent der Befragten glauben, dass Elektrofahrzeuge herkömmliche Autos mit Verbrennungsmotoren ablösen werden.</li></ul></li><li>• Elektromotoren genießen im Vergleich zu anderen alternativen Antrieben das höchste Ansehen: Wenn die fossilen Energiereserven erschöpft sind, favorisieren 40 Prozent der Befragten elektrische Antriebe als Ersatz.</li><li>• Drastische staatliche Eingriffe, um den Energieverbrauch im Straßenverkehr zu verringern, werden von vielen befürwortet.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Jeder Fünfte ist grundsätzlich für autofreie Sonntage.</li><li>○ 23 Prozent sprechen sich für die Einführung einer allgemeinen Straßenmaut aus.</li><li>○ 56 Prozent will Autos mit besonders hohem Benzinverbrauch ganz verbieten.</li></ul></li><li>• Zwei Drittel der Befragten befürworten Subventionen für Elektromobilität. 28 Prozent lehnen dies ab.<ul style="list-style-type: none"><li>○ 34 Prozent aller Befragten wünschen Zuschüsse beim Kauf von Elektroautos</li><li>○ Jeweils knapp ein Fünftel befürwortet staatliche Forschungsprogramme und Subventionen durch die Industrie.</li></ul></li><li>• Vier von zehn der Befragten wollen, dass Strom für Elektroautos aus regenerativen Energiequellen kommt.</li></ul>

<sup>46</sup> BITKOM (Hrsg.) (2010).

# Abschlussbericht

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ein knappes Drittel der Befragten präferiert einen Energiemix.</li><li>• Atom- und Kohlekraftwerke sind mit jeweils rund acht Prozent weit abgeschlagen.</li></ul>
Flottenbetrieb mit Elektrofahrzeugen. <i>Modellregion Sachsen</i> <sup>47</sup>	<p>Befragung von Unternehmern zum Thema Elektromobilität in der Modellregion Sachsen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Wesentliche Nachteile der Elektromobilität für die befragten Unternehmer:<ul style="list-style-type: none"><li>• Hohe Anschaffungskosten</li><li>• Geringe Reichweite</li></ul></li><li>• Größte Vorteile:<ul style="list-style-type: none"><li>• Niedrigere Schadstoff- und Lärmbelastung</li></ul></li><li>• Großteil der Befragten glaubt an eine erste praktikable Lösung und Nutzerakzeptanz bis zum Jahr 2015 bzw. bis 2020.</li><li>• Finanziellen Anreize für die Anschaffung eines Elektrofahrzeuges wurden am stärksten bewertet.</li><li>• Weniger als 50 Prozent der Befragten würden einen höheren Anschaffungspreis, verglichen mit einem konventionellen Fahrzeug, akzeptieren. Eine 20%ige Erhöhung würde nur noch von 7 Prozent der Unternehmen akzeptiert werden.</li><li>• Fahrzeuge der Flottenbetreiber werden in ihren Ruhezeiten überwiegend auf Flächen abgestellt, auf denen der Aufbau der Ladeinfrastruktur relativ einfach bewerkstelligt werden kann.</li><li>• Ruhezeiten der Fahrzeuge betragen bis auf wenige Ausnahmen ca. zehn Stunden am Tag. In dieser Zeit kann auch mittels Normalladung ein Elektrofahrzeug vollständig aufgeladen werden. Die exakten Einsatzzeiten variieren dabei branchenspezifisch, was sich wiederum für ein Lastmanagement förderlich auswirken.</li><li>• Fast 60 Prozent der Strecken werden im Stadtverkehr absolviert, wo zukünftig die Ladeinfrastruktur wesentlich dichter sein wird als im ländlichen Gebiet oder auf Autobahnen.</li></ul> <p>Insgesamt schätzen die Teilnehmer der Befragung die Entwicklung der Elektromobilität in Sachsen als sehr gut ein. Von den Befragungsteilnehmern würden 48 Prozent Elektrofahrzeuge in ihrer Flotte aufnehmen, 34 Prozent eventuell, sobald die geeignete Infrastruktur bereitgestellt wird. Ein Viertel plant bereits die Anschaffung von Elektrofahrzeugen.</p>

<sup>47</sup> Modellregion Elektromobilität Sachsen (Hrsg.) (2011).

# Abschlussbericht

## Pilotprojekte

ColognE-mobil Projekts <sup>48</sup>	<p>Gemeinsam mit dem Autobauer Ford, dem Energieunternehmen Rheinenergie und der Stadt Köln haben knapp 50 UDE-Wissenschaftler im Großprojekt ColognE-mobil die Anwendungsbedingungen und Kundenakzeptanz von Elektroautos untersucht.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 30.000 Fahrzeuge könnten im 400 km<sup>2</sup> großen Kölner Stadtgebiet elektrisch fahren.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Kaum höherer Stromverbrauch für die Leitungsnetze (3,2% des Haushaltsstroms)</li><li>○ Reichweite der E-Autos im Sommer bei 180 km (mit heutigen Lithium-Ionen-Batterien (35 kWh) und die für Köln typischen Fahrtstrecken im Stadtzyklus.)</li><li>○ Im Winter durch Heizungsbetrieb reduzierte Reichweite von 103 km.</li></ul></li><li>• Längere Ladezeiten sind unproblematisch, da Fahrzeuge überwiegend in den Wohngebieten von 20 Uhr bis 6 Uhr parken und dann bequem an einer normalen Haushaltssteckdose geladen werden können.</li><li>• Zehn Prozent aller Fahrzeuge im Kölner Stadtraum könnten durch E-Autos ersetzt werden.</li><li>• Kundenakzeptanztests zeigen, ob sich jemand ein Elektroauto kauft, ist abhängig vom Einkommen, Alter und Bildungsgrad. 25.500 Euro wäre der Kölner im Schnitt bereit, für das Elektroauto zu zahlen.</li><li>• Elektroautos bedeuten für Fußgänger kein größeres Risiko als moderne Benzinfahrzeuge. Dies konnte beim Großprojekt in einer Testreihe mit 240 Passanten gezeigt werden. Die von den Gesetzgebern erwogenen künstlichen Geräusche für Elektrofahrzeuge sind nach den Ergebnissen des Projekts nicht notwendig.</li></ul>
Ergebnisse Feldversuch. <i>Modellregion Elektromobilität München</i> <sup>49</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laufzeit 03/2010 - 09/2011</li><li>• Installation öffentlicher und privater Infrastruktur.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Derzeit 28 öffentliche Ladesäulen; Ausbau geplant</li><li>○ 36 Heimpladestationen</li></ul></li><li>• Gesamt Fahrleistung ca. 300.000 km</li><li>• Betrieb der MINI E zwischen 09/2010 und 06/2011</li><li>• 40 MINI E (davon 10 BRK)</li><li>• Erprobung verschiedener Einsatzszenarien</li><li>• 82 Prozent der täglichen Fahrten können mit dem MINI E erledigt werden.</li></ul>

<sup>48</sup> Universität Duisburg Essen (Hrsg.) (2011).

<sup>49</sup> Modellregion Elektromobilität München (Hrsg.) (2011).

# Abschlussbericht

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Im Winter allerdings eingeschränkte Nutzung aufgrund der reduzierten Reichweite und höherer Lade-frequenz.</li><li>• Keine Probleme beim Handling des Ladens.</li><li>• In 75 Prozent der Fälle wurde direkt nach der Nutzung das Ladekabel eingesteckt.</li><li>• Laden wird als vorteilhaft und zeitsparend im Gegensatz zum Tanken gesehen.</li><li>• Ladezeiten werden als akzeptabel empfunden, das Handling des Kabels weist noch Verbesserungspotenzial auf.</li><li>• Ladezeiten sind für den Alltag praktikabel und angemessen.</li><li>• Fast alle Nutzer empfinden den Ladevorgang als leicht erlernbar (92%).</li><li>• 88 Prozent empfinden das Laden zu Hause oder an der Arbeitsstelle sogar als angenehmer, als die Fahrt zur Tankstelle.</li><li>• Verbesserungspotenzial gibt es beim Ladekabel, das recht schwer und unhandlich (76%) ist.</li><li>• Die Nutzer wünschen sich, dass das Kabel an der Wallbox (96%) bzw. öffentlichen Ladestation (88%) fest installiert ist.</li></ul>
<p>Die politischen Rahmenbedingungen der Genehmigung von Ladeinfrastruktur für Elektroverkehr im öffentlichen Raum<sup>50</sup></p>	<p>Pilotprojekt in den Bezirken Mitte und Charlottenburg/Wilmersdorf</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Um Elektromobilität als integrierte verkehrspolitische Gesamtstrategie mit dem Ziel einer nachhaltigen Stadt- und Verkehrsentwicklung zu integrieren, bedarf es einer übergeordneten politischen Instanz. Diese sollte allgemeingültige Standards setzen und jeweils spezifische Bedingungen vor Ort berücksichtigen</li><li>• Entscheidung über Infrastruktureinrichtungen muss verkehrliche Erreichbarkeit und zunehmend auch Anbindungsmöglichkeiten an bedienungsfreundliche IKT als Grundlage aufweisen.</li><li>• Die Entwicklung von verkehrsbezogener neuer Infrastruktur hängt eng mit der Entwicklung der Mobilitätsbedürfnisse zusammen. Nutzerverhalten entscheidet über Auslastung und Sinnhaftigkeit der geschaffenen Infrastruktur und stellt damit einen wesentlichen Forschungsgegenstand im Hinblick auf die Standortwahl zukünftiger Ladeinfrastruktur da.</li><li>• Umfassende parallele Prozessevaluierung in mehreren Schleifen sowie aussagefähige Ergebnisse zu aktuellen und künftigen Nutzeranforderungen an die Ladeinfrastruktur sind künftig notwendig um nachhaltige Lösungen umzusetzen.</li></ul>

<sup>50</sup> Schwedes (2011).

# Abschlussbericht

<p>Smart Electric Mobility<sup>51</sup></p>	<p>Während der Planung der Studie „Smart Electric Mobility“, einem Feldtest mit N=33 Fahrzeugen für 3 Wochen, wurde Nutzerverhalten über Fahrdaten aus konventionellem Fahren modelliert.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modell erlaubt eine Variation der Fahrprofile, der Ladeinfrastrukturverteilung und den Einstellungen der Ladeparameter.</li> <li>• Als Ergebnis wurden Nutzer in Tageslader, Zwischenlader und Schnelllader unterschieden, um die Erfordernisse an die Ladeinfrastruktur bestmöglich einzuordnen.</li> </ul>
<p>GridSurfer<sup>52</sup></p>	<p>Simulationsbasierte Untersuchungen bzgl. der Integration von Elektrofahrzeugen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Effekte des Gesteuerten Ladens konnten erreicht werden (allerdings nur, wenn die nächste Fahrt des Fahrzeugnutzers bekannt war und die Prognosen des Lastverlaufs korrekt berechnet wurden):             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Senkung der von EVs verursachten Spitzenlasten</li> <li>▪ Verringerung der Lastgangspreizung</li> </ul> </li> </ul>
<p>Elektroautos in einer von erneuerbaren Energien geprägten Energiewirtschaft<sup>53</sup></p>	<p>Flottenversuch zur Erprobung des Gesteuerten Ladens (eigens entwickeltes mobiles Lademanagementsystem in die Fahrzeuge eingebaut, das sowohl eine intelligente Ladung, sowie auch eine 30 kW-Schnellladung auf Basis einer dezentralen Lade-/Entlade-Entscheidung erlaubt):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wichtig für die Umsetzung der verstärkten Beladung in Zeiten hoher Windeinspeisung sind zeitvariable Tarife, die akute Überlastungssituationen verhindern können.</li> </ul>
<p>Early U.S. market for plug-in hybrid electric vehicles: Anticipating consumer recharge potential and design priorities.<sup>54</sup></p>	<p>Internetbefragung zur Erhebung von Nutzungsgewohnheiten, um Zeitfenster zu bestimmen, in denen das Elektrofahrzeug dem Netz für gesteuertes Laden zur Verfügung stehen könnte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die optimale Zeit ist laut Befragung während der Nacht von 24 bis 6 Uhr.</li> <li>• Ungünstigster Zeitraum zum Laden zwischen 10 und 16 Uhr, da Fahrten während dieser Zeit am schlechtesten planbar sind.</li> </ul>

<sup>51</sup> Leitinger & Litzlbauer (2011).

<sup>52</sup> Scherfke; Schütte; Wissing; Nieße & Tröschel (2010).

<sup>53</sup> Pehnt; Helms; Lambrecht; Dallinger; Wietschel; Heinrich; Kohrs; Link; Trommer; Pollok & Behrens (2011).

<sup>54</sup> Turrentine; Garas; Lentz & Woodjack (2011).

# Abschlussbericht

<p>Driving plug-in hybrid electric vehicles: Reports from U.S. drivers of HEVs converted to PHEVs<sup>55</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• V2G wurde von Neu-Besitzern eines PHEV bis auf eine begrenzte Zielgruppe, die beruflich im Energiesektor aktiv ist, als eher unpraktisch angesehen</li><li>• Der durchschnittliche Nutzer macht sich wenig Gedanken um die Auswirkungen, welche das Laden seines Elektrofahrzeugs auf die Auslastung des Stromnetzes hat.</li></ul>
<p>A conceptual framework for the vehicle-to-grid (V2G) implementation.<sup>56</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eine langfristige Kundenbindung ist für den Erfolg von gesteuertem Laden sehr wichtig.</li><li>• Anreize wie Rabattaktionen für Laden und Parken oder spezielle Batterie-Wartungs-Services müssen geschaffen werden.</li></ul>
<p>The effect of communication architecture on the availability, reliability, and economics of plug-in hybrid electric vehicle-to-grid ancillary services.<sup>57</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Um eine gute Akzeptanz von V2G beim Nutzer zu erreichen, sollten die EV-Nutzer so wenig wie möglich zusätzlichen Aufwand haben.</li></ul>

---

<sup>55</sup> Kurani; Heffner & Turrentine (2008).

<sup>56</sup> Guille & Gross (2009).

<sup>57</sup> Quinn; Zimmerle & Bradley (2010).

## 6. Zukunftsaussichten und weiterer F&E Bedarf

In diesem Kapitel ist die Darstellung des voraussichtlichen Nutzens des Vorhabens, insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen beschrieben.

Die Zielsetzung des Konjunkturpakets II der Bundesregierung war, kurzfristige konjunkturelle Effekte mit Fokus auf den Jahren 2009 bis 2011 mit der langfristigen Stärkung der Zukunftsfähigkeit des Standorts Deutschland zu verbinden.

Das Konjunkturpaket zum Thema Mobilität sollte sich aus Sicht der Bundesregierung inhaltlich auf die F&E-Themen sowie die Markt- und Technologievorbereitung konzentrieren und ein besonderes Augenmerk auf die regionalen Schwerpunkte legen. Zu den wichtigsten der identifizierten F&E-Aktivitäten zählt die Elektromobilität mit den Schwerpunkten Elektrofahrzeuge, Ladeinfrastruktur, Batteriesysteme samt Zellen, Elektrik-/Elektronikkomponenten, Standardisierung und sowie das Recycling und der Aufbau wertschöpfungsgeeigneter Kernkompetenzen.

Die im Rahmen dieses Förderprojekts durchgeführten Aktivitäten wurden den Zielen der Bundesregierung gerecht. Das Vorhaben leistete einen wesentlichen Beitrag zur Beschleunigung der technisch notwendigen Entwicklungen um die Elektromobilität zu einer marktfähigen Lösung zu führen. Durch die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in diesem Projekt wurden Kernkompetenzen aufgebaut und damit nachhaltige Wertschöpfung und Beschäftigung am Standort Deutschland gesichert.

Die Rolle der Elektromobilität hat sich in den vergangenen Jahren für die Automobilhersteller immer weiter verstärkt und ein Ende ist nicht absehbar. Vielmehr bereiten sich im internationalen Wettbewerb alle Automobilhersteller auf die Elektromobile Zukunft vor, bei der dem Gesamtangebot Elektromobilität (Fahrzeuge, Ladeinfrastruktur, Mehrwertdienste) eine Schlüsselrolle zukommt. Somit erschließen die Ergebnisse dieses Förderprojekts ein erhebliches wirtschaftliches Potenzial und eröffnen die Möglichkeit, am Standort Deutschland nicht nur bestehende Arbeitsplätze zu sichern, sondern auch neue Arbeitsplätze zu schaffen.

### Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Direkte wirtschaftliche Erfolgsaussichten der in diesem Projekt eingesetzten Fahrzeug- und Ladekonzepte sowie des entwickelten Mehrwertdienst sind in der erprobten Konfiguration nicht gegeben. Die als Projektziel angestrebten technischen und betrieblichen Erfahrungen mit

- der W2V-Applikation,
- der dynamischen Stationsnutzung

- der Ausnutzung öffentlich zugänglicher Ladesäulen und nutzergruppenbezogener Autostromboxen sowie
- dem Einsatz eines nutzerseitigen Mehrwertdienst „Mobility Assistant“

wurden – in Verbindung mit der begleitenden wissenschaftlichen Forschung unter den dezidierten wirtschaftlichen und zeitlichen Anforderungen betrachtet und führten dazu, das Konzept Elektromobilität weiterzuentwickeln und perspektivisch weiter in Richtung eines wirtschaftlichen Erfolgs zu führen.

Die beiden industriellen Partner Vattenfall Europe Innovation GmbH und die BMW AG werden die erworbenen Erkenntnisse in ihr Entwicklungsprogramm im Zusammenhang mit dem Ladekonzept sowie möglichen nutzerseitigen Mehrwertdiensten einfließen lassen. Deshalb werden die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten in Summe als sehr gut angesehen.

Der wirtschaftliche Erfolg der BMW Elektrofahrzeuge wird letztendlich von der Bewertung der neuen Antriebstechnik durch den Kunden abhängen. Neben dem Fahrgefühl, dem Prestige- und dem Nutzwert werden hierbei die km-spezifischen Vollkosten die Hauptkriterien sein. Wichtig ist, mit gezielten Marketingmaßnahmen die zukünftige Zielgruppe für Elektrofahrzeuge als reale Kunden zu gewinnen. Diese sind auf Basis ihres hohen Umweltbewusstseins gerne bereit, sich für ein gutes Gefühl auch finanziell zu engagieren, wenn Elektromobilität mit einem hohen Grad an gesellschaftlicher Wertigkeit verbunden ist.

Selbst dann, wenn das rein elektrische Fahren mittelfristig nicht die erhofften Zuwachsraten erreichen würde, sind die Ergebnisse dieses Förderprojektes für die Elektromobilität, der Hybrid- und PlugInHybrid-Antriebe von höchster Wertigkeit und hohem Nutzen.

## **Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten**

In diesem geförderten KP II - Projekt wurde das bei BMW verfügbare Know-how zur Forschung und Entwicklung unterstützt durch einzelne Fremdleistungsumfänge eingesetzt.

Die wissenschaftlichen und technischen Erfolgsaussichten der erarbeiteten Ergebnisse sind gegeben, da sie einen maßgeblichen Beitrag für die Entwicklung marktfähiger Lösungen leisten und damit für das zukünftige Premiumangebot von individuellen Mobilitätsdienstleistungen.

Insbesondere die Erkenntnisse aus den unterschiedlichen Anwendungsfällen in den Verschiedenen Nutzergruppen in Kombination mit dem Einsatz des „Mobility Assistant“ und dem Wind-To-Vehicle Konzept haben einen weiteren wichtigen Beitrag geleistet um die BMW AG zu qualifizieren ein serientaugliches nachhaltiges Gesamtangebot der Elektromobilität zu entwickeln.



Die zukünftigen zu lösenden wissenschaftlichen und technischen Herausforderungen werden noch Pionierarbeit in einem technologischen Neuland benötigen - mit entsprechend hohen Risiken für die beteiligten Wirtschaftsunternehmen.

## **Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit**

Für die BMW AG ist die Zielsetzung des Projektes unter anderem, eine breitere Erfahrungsbasis durch die wissenschaftlich bewerteten Anwendungsfälle, die Alltags-tauglichkeit des Gesamtsystems Elektromobilität grundsätzlich darzustellen sowie wissenschaftliche und technische Erkenntnisse in diesem Zusammenhang abzuleiten. Die Erkenntnisse werden in Ladekonzepte, potentielle kundenseitige Mehrwert-dienste sowie speziell für den elektrischen Betrieb ausgelegte großserientaugliche Elektrofahrzeuge einfließen.

Aktuell plant die BMW AG im Jahre 2013 ein Elektrofahrzeug unter der neu gegrün-deten Submarke BMW i in Großserie auf den Markt zu bringen. BMW i steht für visi-onäre Fahrzeuge und Mobilitätsdienstleistungen, inspirierendes Design, sowie für ein neues Verständnis von Premium, das sich stark über Nachhaltigkeit definiert. Mit BMW i verfolgt die BMW Group einen ganzheitlichen Ansatz: mit maßgeschneiderten Fahrzeugkonzepten, Nachhaltigkeit in der gesamten Wertschöpfungskette und er-gänzenden Mobilitätsservices definiert BMW i das Verständnis von individueller Mo-bilität neu. Gleichzeitig erschließt BMW i so neue Zielgruppen für das Unternehmen und positioniert die Muttermarke BMW noch stärker als nachhaltige und zukunftsori-entiertere Marke. Die Fahrzeuge werden in Leipzig gebaut, was Investitionen in drei-stelliger Millionenhöhe in den Standort Deutschland mit einem entsprechenden po-tentiellen Beschäftigungseffekt mit sich bringt. Da der Erfolg der Elektromobilität nicht durch die Fokussierung auf einen singulären Aspekt (z.B. Optimierung eines techni-schen Systems) sondern nur durch ein marktfähiges Gesamtangebot (Fahrzeug, La-deinfrastruktur, nutzerseitige Mehrwertdienste) zum Erfolg geführt werden kann, sind weitere Forschungs- und Entwicklungsleistungen in diesem Bereich notwendig die-ses zu realisieren. Somit hat dieses Förderprojekt wesentlich mit dazu beigetragen, die Arbeitsplätze der BMW AG an den deutschen Standorten zu sichern.

## 7. Beitrag zu den förderpolitischen Zielen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Bis zum Jahr 2020 sollen deutschlandweit die **CO<sub>2</sub>**-Emissionen um 40% reduziert werden. Vor dem Hintergrund, dass 14% aller **CO<sub>2</sub>**-Emissionen im Verkehrssektor verursacht werden, ist es notwendig, nach emissionsfreien Alternativen in diesem Sektor Ausschau zu halten. Da Elektromotoren deutlich effizienter als konventionelle Verbrennungsmotoren sind und keine direkten Emissionen verursachen, hat die Bundesregierung die Weiterentwicklung als eine wesentliche Aufgabe für die Zukunft identifiziert und daher als strategisches Thema auf die politische Agenda gesetzt.

Mit dem Konjunkturpaket II verfolgt die Bundesregierung das Ziel, kurzfristige konjunkturelle Effekte mit Fokus auf den Jahren 2009 bis 2011 mit der langfristigen Stärkung der Zukunftsfähigkeit Deutschlands zu verbinden. Daher werden in den Ressorts mehrerer Bundesministerien zentrale Projekte und Programme im Bereich Elektromobilität über die gesamte Wertschöpfungskette gefördert und initiiert.

Im Verkehrssektor ist die größte Herausforderung die Reduzierung der Emissionen von Treibhausgasen und eine schnelle und weitgehende Umstellung der Antriebe auf Energie aus Erneuerbaren Energien.

Der Windenergie in Deutschland kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu. Das Potenzial der Offshore-Windenergie wird von der Bundesregierung bis zum Jahre 2030 auf 25.000 MW installierte Leistung in der Nord- und Ostsee geschätzt. Der Windstromanteil in Deutschland würde dann 20% des Stromaufkommens ausmachen. Diese Energie würde vor allem die norddeutschen Stromnetze belasten und stellt das Netzmanagement vor zunehmende Herausforderungen. Es ist absehbar, dass zukünftig nicht mehr die gesamte installierte Leistung abgenommen werden kann, wenn nicht Maßnahmen zur Speicherung elektrischer Energie im größeren Umfang eingesetzt werden. Als ein Schritt bietet sich das Gesteuerte Laden an. Hier werden die Fahrzeuge primär geladen, wenn bspw. eine hohe Windeinspeisung bei gleichzeitig geringer Stromnachfrage vorliegt. Grundlage dafür ist ein funktionierendes Wind-To-Vehicle Konzept welches in diesem Projekt erprobt und optimiert wurde.

In diesem geförderten KP II - Projekt wurde das bei BMW verfügbare Know-how zur Forschung und Entwicklung umgesetzt. Die erarbeiteten Ergebnisse und Erkenntnisse werden in die Entwicklung serientauglicher Produkte der BMW Group im Bereich der Elektromobilität einfließen. Des Weiteren unterstützt dieses Projekt die Aktivitäten der Bundesregierung in Rahmen der NPE und der neuen Forschungsrichtung der Ministerien speziell zum Thema Elektromobilität. Ein Mehrwert wird auch in den Verbands- und Gremienarbeiten, zum Beispiel im Rahmen der Standardisierungsfragen bzgl. der Ladetechnologien, erwartet.

# Abschlussbericht

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: MINI E.....	1
Abbildung 2: Projektstruktur MINI E powered by Vattenfall V2.0 .....	9
Abbildung 3: Terminplan zu Projektbeginn 04/2010 .....	11
Abbildung 4: Neuer Planstand Terminplan nach Änderungen 03/2011 .....	12
Abbildung 5: Prozessablauf Identifizierung potentieller Anwendungsfälle .....	18
Abbildung 6: Mögliche neue Anwendungsfälle MINI E V2.0 .....	19
Abbildung 7: Vereinbarte Nutzergruppen / Anwendungsfälle .....	24
Abbildung 8: Ablauf Push Notification .....	34
Abbildung 9: Startseite „MINI E Berlin Mobility Assistant“ .....	35
Abbildung 10: Beispiel Verbindungssuche .....	36
Abbildung 11: Beispiel P&R Verbindungsübersicht .....	37
Abbildung 12: Beispiel P&R Detailansicht.....	38
Abbildung 13: Exemplarische Echtzeitinformation / Abbonierung Verbindung .....	39
Abbildung 14: Umkreissuche Ladestationen .....	40
Abbildung 15: Nutzung des Mobilitätsassistent während der Testphase 03.05.-31.07.10 (n=20).....	44
Abbildung 16: Übersicht absolute und relative Nutzungshäufigkeit (n=20) .....	45
Abbildung 17: Hitliste Gesamtzugriffe Laternenparker vs. Wallbox-Nutzer (n=20).....	45
Abbildung 18: Ergebnis Usability des Mobilitätsassistenten (n=12, Nachbefragung TU Chemnitz 2011) .....	46
Abbildung 19: Wichtigkeit einzelner Funktionen des Mobility Assistant (n=20, Nachbefragung TU Chemnitz 2011) .....	47
Abbildung 20: Wichtigkeit von denkbaren funktionellen Erweiterungen des Mobility Assistant (n=20 Nachbefragung TU Chemnitz 2011) .....	48
Abbildung 21: Prozessablauf Erarbeitung Fragestellungen aus automotive Sicht .....	52
Abbildung 22: Finale Kategorien Fragestellungen aus automotive Sicht.....	54
Abbildung 23: Beispiel Online Banner bei Facebook .....	60
Abbildung 24: Beispiel Search Engine Marketing .....	60
Abbildung 25: Beispiel Printanzeige Berliner Tageszeitung.....	60
Abbildung 26: Beispiel Placement von Online Banner auf Partnerportalen.....	61
Abbildung 27: Screenshot Wohnorte Probanden - Google Maps .....	62
Abbildung 28: Projektstatus Exemplarisch.....	63
Abbildung 29: Bilder MINI E Fahrertreffen 07.07.2011 .....	64

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arbeitspakete der BMW AG .....	10
Tabelle 2: Übersicht Deliverables.....	15

## Literaturverzeichnis

- Acatech (Hrsg.) (2010). *Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann*. In: acatech bezieht Position Nr. 6.
- Accenture (Hrsg.) (2011). *Plug-in electric vehicles. Changing perceptions, hedging bets*.
- Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (Hrsg.) (2010). *Erneuerbare Energien und Elektromobilität. Finanzielle Hürden zur Markteinführung bis 2020*.
- Axsen, J. & Kurani, K. S. (2009). *Early U.S. market for plug-in hybrid electric vehicles: Anticipating consumer recharge potential and design priorities*. In: Transportation Research Record (pp. 64-72).
- BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (Hrsg.) (2010). *Die zukünftige Elektromobilitätsinfrastruktur gestalten*.
- BEE (Hrsg.) (2010). *Elektromobilität und Erneuerbare Energien. BEE-Position*.
- Bilgic, W.; Mathar, S. & A. Bahr (2010). *Resonante Energieübertragung als kontaktlose Ladetechnik zukünftiger Elektrofahrzeuge*. Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.
- BITKOM (Hrsg.) (2010). *Studie „Elektromobilität“*.
- BMW (Hrsg.) (2009). *Stand und Entwicklungspotenzial der Speichertechniken für Elektroenergie – Ableitung von Anforderungen an und Auswirkungen auf die Investitionsgüterindustrie*
- Brooks, A. (2002). *Vehicle-to-grid demonstration project: grid regulation ancillary service with a battery electric vehicle*. San Dimas, AC Propulsion, Inc.
- Büdenbender, K.; Stetz, T.; Emmerich, R.; Bätz-Oberhäuser, F.; Einfeld, H. & M. Braun (2010). *Ladestrategien für Elektrofahrzeuge*. Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.) (2010). *Elektromobilität: Umweltfreundlich und zukunftsfähig!* [Internet]. Verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Wirtschaft/industrie,did=329150.html>. [08.03.2011].
- Cama (Hrsg.) (2010). *Elektromobilität 2010. Wahrnehmung, Kaufpräferenzen und Preisbereitschaft potenzieller E-Fahrzeug-Kunden*.
- Chéron, E., & Zins, M. (1997). Electric vehicle purchasing intentions: The concern over battery charge duration. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 31(3), 235-243.

# Abschlussbericht

- Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (2010). *Analyse der Notwendigkeit des Ausbaus von Pumpspeicherwerken und anderen Stromspeichern zur Integration der erneuerbaren Energien*. Abschlussbericht.
- Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (2010a). *Dena-Netzstudie II. Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick 2015*.
- Die Bundesregierung (Hrsg.) (2009). *Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung*. [Internet]. Verfügbar unter: [http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler\\_entwicklungsplan\\_elektromobilitaet.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler_entwicklungsplan_elektromobilitaet.pdf) [08.03.2011].
- Energie Impuls OWL e.V. (Hrsg.) (2010). *Klimafreundliche Elektromobilität: Finanzielle Hürden zur Markteinführung bis 2020*.
- Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (Hrsg.) (2010). *Potenziale der Elektromobilität bis 2050 - Eine szenarienbasierte Analyse der Wirtschaftlichkeit, Umweltauswirkungen und Systemintegration*.
- Forschungsstelle für Energiwirtschaft (Hrsg.) (2010). *Modellregion Elektromobilität München. Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeuge im Münchner Individualverkehr bis 2030*.
- ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (Hrsg.) (2010). *Energiekonzept 2050. Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100% erneuerbaren Energien*.
- Gärling, A. (2001). *Paving the way for the electric vehicle*. Präsentiert auf der Vinnova, Stockholm.
- Gärling, A., & A. Johansson (1999). *An EV in the family*. Göteborg: Department of Road and Traffic Planning. Chalmers University of Technology: Göteborg.
- Giordano, V.; Fulli, G. & M. Sánchez Jiménez (2011). Smart Grid projects in Europe : lessons learned and current developments. In: JRC Reference Reports.
- Guille, C. & G. Gross (2009). *A conceptual framework for the vehicle-to-grid (V2G) implementation*. In: Energy Policy, 37 (11), 4379–4390.
- Helmschrott, T.; Perissinotto, D.; Scheufen, M. & Prof. Dr. A. Schnettler (2010). *Integriertes Verkehrs- und Energieflussmodell*. Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.
- Hennings, W. & J. Linssen (2010). *Welche Netzdienstleistungen können Elektrofahrzeuge sinnvoll erbringen?* Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.
- Institut für Energie- und Umweltforschung (Hrsg.) (2009). *Wasserstoff und Stromspeicher in einem Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbaren Energien: Analyse der kurz und mittelfristigen Perspektive*.
- Institut für Innovation und Technik (Hrsg.) (2010). *Smart Home in Deutschland*. Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.

# Abschlussbericht

- Kaschub, T.; Mültin, M.; Schmeck, H.; Fichtner, W. & A. Kessler (2010). *Intelligentes Laden von batterieelektrischen Fahrzeugen im Kontext eines Stadtviertels*. Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.
- Kempton, W. & Letendre, S. (1997). *Electric Vehicles as a new power source for electric utilities*. Transportation Research Part D, 2, 157-175
- Kleinmaier, M. (2009). *Energiespeicher in Stromversorgungssystemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energieträger*.
- Kleinmaier, M. (2011). *Speicherbedarf in Systemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energien*. Beitrag auf der Life Needs Power am 07.04.2011 in Hannover.
- Klima- und Energiefonds (Hrsg.) (2009). *e-connected Abschlussbericht*.
- Kurani, K., Heffner, R., & Turrentine, T. (2008). *Driving plug-in hybrid electric vehicles: Reports from U.S. drivers of HEVs converted to PHEVs*. In: UC Davis: Institute of Transportation Studies.
- Kurani, K., Turrentine, T., & Sperling, D. (1996). Testing electric vehicle demand in 'hybrid households' using a reflexive survey. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1(2), 131-150.
- Kurrat, M. (2010). *Herausforderungen und Lösungen für Verteilungsnetze der Zukunft*.
- Leitinger, C. & Litzlbauer, M. (2011). *Netzintegration und Ladestrategien der Elektromobilität*. In: Elektrotechnik und Informationstechnik: E & I, 128 (1-2), S 10-15
- Leonhard, W. (2008). *Energiespeicher – eine Voraussetzung für die Integration natürlicher Energiequellen in das elektrische Verbundnetz*.
- Lunz, B.; Sauer D. U. & R. W. De Doncker (2010). *Analyse von Ladeinfrastrukturkonzepten für Elektromobilität*. Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.
- Lunz, B.; Sauer D. U. & R. W. De Doncker (2011). *Ladeinfrastrukturkonzepte für Elektromobilität*. Vortrag auf der Life Needs Power, 05.04.2011, Hannover
- Modellregion Elektromobilität München (Hrsg.) (2011). *Ergebnisse Feldversuch. Modellregion Elektromobilität München*.
- Modellregion Elektromobilität Sachsen (Hrsg.) (2011). *Flottenbetrieb mit Elektrofahrzeugen und Flottenmanagement unter dem Aspekt der Elektromobilität in der Modellregion Sachsen*. Zusammenfassung der Ergebnisse der zweiten Befragung sächsischer Flottenbetreiber.
- Nationale Plattform Elektromobilität (Hrsg.) (2011). *Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität*
- Opportunity (2010). *Elektromobilität – Perspektiven und Chancen für Unternehmen*.
- Pehnt, M., Helms, H., Lambrecht, U., Dallinger, D., Wietschel, M., Heinrich, H., Kohrs, R., Link, J., Trommer, S., Pollok, T. & Behrens, P. (2011). *Elektroautos in einer von erneuerbaren Energien geprägten Energiewirtschaft*. Zeitschrift für Energiewirtschaft, 35, 221-234.

# Abschlussbericht

- Pehnt, M., Höpfner, U., & Merten, F. (2007). *Elektromobilität und erneuerbare Energien [Electric driving and renewable energy]*. Wuppertal: Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Peters, Anja & Elisabeth Dütschke (2010). *Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Analyse aus Expertensicht*.
- Quinn, C.; Zimmerle, D. & T.H. Bradley (2010). *The effect of communication architecture on the availability, reliability, and economics of plug-in hybrid electric vehicle-to-grid ancillary services*. In: Journal of Power Sources, 195(5), S. 1500-1509.
- Röth, T. (2011). *Ec2Go – Weltweit erstes ganzheitliches E-Car-Sharing- Mobilitätskonzept*. Beitrag auf dem dritten deutschen Elektro-Mobil Kongress am 08. Juni 2011 in Bonn.
- Rudel, R. & R. Bacher (2010). *Swiss2G – Pilot- and Demonstration Project. Jahresbericht 2010*.
- Scherfke, S.; Schütte, S.; Wissing, C.; Nieße, A. & M. Tröschel (2010). *Simulationsbasierte Untersuchungen zur Integration von Elektrofahrzeugen in das Stromnetz*. Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.
- Schill, W.-P. (2010). *Elektromobilität: Kurzfristigen Aktionismus vermeiden, langfristige Chancen nutzen*.
- Schnettler, A.; Szczechowicz, E. & T. Pollok (2010). *Elektromobilität: Forschungsthemen und Auswirkungen auf die Infrastruktur*. Beitrag auf der e-world 2010.
- Schraven, S.; Kley, F. & M. Wietschel (2010). *Induktives Laden von Elektromobilen – Eine techno-ökonomische Bewertung*. In: Working Paper Sustainability and Innovation. No. S 8 / 2010.
- Schröppel, W. (2010). *Energiespeicher: Integration erneuerbarer Energien*.
- Schwedes, O. (2011). *Die politischen Rahmenbedingungen der Genehmigung von Ladeinfrastruktur für Elektroverkehr im öffentlichen Raum*.
- Siemens (Hrsg.). (2010). *Business Strategy for ElectroMobility infrastructure*. Interview summary.
- Sovacoola, B. K., Hirshb, R. F. (2009). Beyond batteries: An examination of the benefits and barriers to plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) and a vehicle-to-grid (V2G) transition. *Energy Policy*, 37(3), pp. 1095-1103.
- Stadtwerke München (Hrsg.) (2010). *Modellregion München – Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeugen im Münchner Individualverkehr bis 2030*.
- Turrentine, T.; Garas, D. ; Lentz, A. & J. Woodjack (2011). *The UC Davis MINI E Consumer Study*. In: UC Davis Institute of Transportation Studies.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2010). *Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen*.
- Universität Duisburg Essen (Hrsg.) (2011). *Ergebnisse des ColognE-mobil Projekts*.
- VDE (Hrsg.) (2010a). *Energieinformationsnetze und -systeme Bestandsaufnahme und Entwicklungstendenzen*.

# Abschlussbericht

VDE (Hrsg.) (2010b). *Smart Distribution 2020. Virtuelle Kraftwerke in Verteilungsnetzen. Technische, regulatorische und kommerzielle Rahmenbedingungen.*

VDE (Hrsg.) (2010c). *Elektrofahrzeuge – Bedeutung, Stand der Technik, Handlungsbedarf.*

Williams, B. (2007). *Commercializing light-duty plug-in/plug-out hydrogen-fuel-cell vehicles: 'Mobile electricity' technologies, early California household markets, and innovation management.*

WWF Deutschland (Hrsg.). (2009). *Auswirkungen von Elektroautos auf den Kraftwerkspark und die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland.*



# Abschlussbericht

# Abschlussbericht

## Anhang 1 – Exemplarisch Nutzungsvertrag Privatanutzer Nutzung der öffentlichen Ladeinfrastruktur

### Vereinbarung

(Muster Privatanutzer „Laternenparker“)

zwischen

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**

Petuelring 130

80788 München

Deutschland

- im folgenden "BMW" -

und

**Max Mustermann**

Musterstraße 55

10000 Musterstadt

Deutschland

- im folgenden "Max Mustermann" -

- gemeinsam "die Parteien"-

# Abschlussbericht

## Präambel

Im Zuge des Engagements auf dem Gebiet der regenerativen Energien und der nachhaltigen Mobilität ("BMW EfficientDynamics" und "MINIMALISM") hat BMW das Fahrzeug "MINI E" entwickelt. Dieses rein elektrisch betriebene Fahrzeug vereint die typischen Eigenschaften eines MINI mit den Vorteilen emissionsfreier Nutzung durch modernste Elektroantriebs- und Energiespeichertechnologie.

Voraussetzung für einen zukunftsweisenden Einsatz dieses alternativ angetriebenen Fahrzeugs ist die allgemeine Praxistauglichkeit und Kundenakzeptanz von Elektrofahrzeugen im Alltagsbetrieb. Zu diesem Zweck hat BMW in Kooperation mit Vattenfall Europe, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und unter Einbindung wissenschaftlicher Partner ein Forschungsprojekt im Stadtgebiet Berlin ins Leben gerufen, um jene Fragestellung zu untersuchen.

Zur Markteinführung dieser Technologie ist allerdings noch erheblicher Entwicklungsaufwand erforderlich, sowohl auf der Fahrzeugseite als auch bei der Infrastruktur zur Versorgung der Fahrzeuge mit elektrischer Energie. Vor diesem Hintergrund sind sowohl die Aufzeichnung technischer Daten aus dem Fahrzeugbetrieb als auch die Rückführung der Erfahrungen der Versuchsteilnehmer essentielle Bestandteile dieses Pilotprojektes. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es zu Unregelmäßigkeiten bei Fahrzeugnutzung sowie Energieversorgung kommen kann.

Dies vorausgeschickt, vereinbaren die Parteien, was folgt.

## § 1 Vertragsgegenstand

BMW überlässt **Max Mustermann** für eine monatliche Nutzungsgebühr ein Fahrzeug des Typs MINI E zur alltäglichen Nutzung im Rahmen des Forschungsprojektes in Berlin, einschließlich eines vollumfänglichen "Service-Pakets", für die Laufzeit dieser Vereinbarung gemäß den nachstehenden Bestimmungen auf Grundlage des gesonderten MINI E Fahrzeugüberlassungsvertrages (**Anlage 1** zu diesem Vertrag).

## § 2 Pflichten von **Max Mustermann**

- 2.1 **Max Mustermann** erbringt über die Laufzeit dieser Nutzungsvereinbarung eine monatliche Nutzungsgebühr gemäß Fahrzeugüberlassungsvertrag (**Anlage 1**) und nutzt das Fahrzeug im Alltagseinsatz.
- 2.2 Kommunikative Aktivitäten von **Max Mustermann** in Print-, TV- oder Online-Medien sowie im Zusammenhang mit Veranstaltungen, die das überlassene MINI E Fahrzeug involvieren, müssen vorher mit der Pressestelle von BMW abgestimmt werden (**Anlage 4**).
- 2.3 **Max Mustermann** setzt das Fahrzeug ausschließlich für die private Eigennutzung (gewerbliche Fahrten eingeschlossen) ein. Im Rahmen des geförderten Forschungsprojektes ist der Einsatz des MINI E für kommerzielle Zwecke, bspw. als Werbeträger, ausdrücklich ausgeschlossen. Ein Einsatz des MINI E im Rahmen einer kommerziellen, werblichen, (partei)-politischen oder verbandspolitischen Nutzung ist nur in Ausnahmefällen und nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch BMW zulässig. Diesbezügliche Anfragen sind an das MINI E Projektteam zu richten.
- 2.4 **Max Mustermann** wird keine Veränderungen am Fahrzeug vornehmen. Dies gilt insbesondere für das Anbringen von Fahrzeugbeklebungen, -folien oder -magneten. Die vorhandenen Aufkleber des Pilotprojektes „MINI E Berlin - powered by Vattenfall“ dürfen nicht entfernt werden.
- 2.5 **Max Mustermann** stellt sicher, dass eine Nutzung des Fahrzeugs durch weitere Fahrer erst dann erfolgt, wenn und soweit der konkrete Benutzer zuvor eine Einweisung in das Fahrzeug erhalten hat.
- 2.6 **Max Mustermann** stellt sicher, dass **sie/ er** im Falle der Nutzung des Fahrzeugs durch weitere Fahrer zu jeder Zeit in der Lage ist, Auskunft über den derzeitigen Fahrer des MINI E und dessen Erreichbarkeit zu geben. Für die Eintragung dieser Fahrten liegt im Fahrzeug ein Fahrtenbuch bereit.
- 2.7 **Max Mustermann** wird bei jeglichem Verdacht technischer Unregelmäßigkeiten des MINI E Fahrzeuges **ihren/ seinen** MINI E Serviceberater umgehend informieren.
- 2.8 **Max Mustermann** verpflichtet sich, jegliche Verwarnungen und Bußgeldbescheide aus Verkehrsverstößen unverzüglich nach Erhalt zu begleichen. Jegliche Bescheide werden aufgrund der Zulassung zunächst an BMW geschickt und werden dann an

# Abschlussbericht

den Nutzer weitergeleitet. BMW behält sich das Recht vor, entstehende Kosten (extern und intern) an [Max Mustermann](#) weiterzuberechnen.

- 2.9 [Max Mustermann](#) verpflichtet sich, den MINI E bei fälligen Wartungsintervallen (wie Reifenwechsel, bei einer Fahrzeuglaufleistung von 13.000 km , sowie jeden weiteren 8.000 km) zu einem Servicetermin zur Niederlassung MINI Berlin zu bringen.
- 2.10 [Max Mustermann](#) erklärt sich im Rahmen seiner Einbindung in die wissenschaftliche Begleitung des Feldversuchs im Stadtgebiet Berlin zu Feedback (telefonisch oder per E-Mail) über [ihre/ seine](#) Erfahrungen in dem Pilotprojekt mit dem MINI E an die BMW und beteiligte Forschungspartner (Vattenfall Europe, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Technische Universität Chemnitz und Universität Magdeburg) bereit:
- Das tageweise Führen eines persönlichen online / offline Fahrtenbuchs, in dem für einzelne Nutzungszeiträume von den täglichen Fahrten berichtet wird (wird separat von der Technischen Universität Chemnitz bereitgestellt).
  - Die Teilnahme an Einzelinterviews, in denen über die persönlichen Erfahrungen mit dem MINI E gesprochen wird.
  - Die Teilnahme an Gruppendiskussionen mit anderen MINI E Fahrern, in denen die Erfahrungen, Gedanken und Ideen über diese Technologie geteilt werden.
- 2.11 [Max Mustermann](#) verpflichtet sich, sich als Hauptnutzer des MINI E für seine persönlichen Fahrten ausschließlich den überreichten Hauptschlüssel zu verwenden, damit alle relevanten technischen Daten des MINI E Fahrzeugs bezogen auf die Hauptnutzung aufgezeichnet, ausgelesen und für die wissenschaftlichen Analysen herangezogen werden können (**Anlage 2**). Für Fahrten des (Ehe-)Partners, von Familienangehörigen, Kollegen, Freunden etc. verpflichtet sich [Max Mustermann](#), den überreichten Zweit-schlüssel auszuhändigen.

## § 3 Pflichten von BMW

- 3.1 BMW stellt [Max Mustermann](#) während der Laufzeit dieses Vertrages ein Fahrzeug des Typs MINI E auf der Grundlage eines gesonderten BMW Fahrzeugüberlassungsvertrages (siehe **Anlage 1** zu dieser Vereinbarung) einschließlich eines sogenannten vollumfänglichen "Service-Pakets" zur Verfügung.
- 3.2 Das Fahrzeug wird während der Nutzungszeit im Rahmen des "Service-Pakets" von einem MINI E Serviceberater bei MINI Berlin betreut. Außerhalb der Niederlassungsöffnungszeiten steht [Max Mustermann](#) darüber hinaus die MINI Pannenhilfe rund um die Uhr zur Verfügung. Die Kosten hierfür (inkl. Wartung / Reparaturen) sind bereits in der monatlichen Nutzungsgebühr enthalten. Die allgemeinen Betriebskosten (z.B. Kosten der Fahrzeugpflege, Stromkosten und ggfs. anfallende Kraftstoffkosten bei einer Ersatzfahrzeugnutzung) trägt [Max Mustermann](#) selbst.
- 3.3 [Max Mustermann](#) erhält im Rahmen des Forschungsprojekts keine eigene Heim-ladestation (Autostrombox), BMW stellt [Max Mustermann](#) während der Laufzeit des Projektes eine Jahresfahrkarte der Berliner Verkehrs-betrieb für die Zonen A/B zur

Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel kostenfrei zur Verfügung, damit eine Mobilität während des Ladens des MINI E sichergestellt ist.

## § 4 Laufzeit

- 4.1 Der Vertrag tritt mit dem Beginn des zweiten Forschungsprojektes in Kraft und läuft spätestens mit dem Ende des Forschungsprojektes im September 2011 aus. An diesem Termin orientiert sich auch das Inkrafttreten des Fahrzeugüberlassungsvertrags gemäß **Anlage 1**.
- 4.2 Beide Parteien sind berechtigt, den Vertrag ordentlich unter Einhaltung einer Frist von 6 Wochen zum Ende eines Kalendermonats zu kündigen. Das Recht zur außerordentlichen fristlosen Kündigung aus wichtigem Grund bleibt hiervon unberührt. Die Kündigung bedarf jeweils der Schriftform.
- 4.3 Nach Ablauf der Laufzeit bzw. im Falle der vorzeitigen Vertragsbeendigung infolge Kündigung ist das von BMW zur Verfügung gestellte Fahrzeug gemäß Ziffer 6 der Allgemeinen Nutzungsbedingungen MINI E (siehe **Anlage 1** zum MINI E Fahrzeugüberlassungsvertrag) an BMW zurückzugeben.

## § 5 Geheimhaltung

Die Parteien verpflichten sich, den Inhalt dieses Vertrags sowie Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse der jeweils anderen Partei, welche ihnen in Zusammenhang mit der Durchführung dieses Vertrages bekannt werden, auch über die Laufzeit des Vertrages hinaus geheim zu halten.

## § 6 Exklusivität

[Max Mustermann](#) wird ohne vorherige schriftliche Genehmigung von BMW während der Vertragslaufzeit keine Werbe- oder Förderaktivitäten für andere Hersteller oder Anbieter von Automobilen, Motorrädern oder Dienstleistungen im Bereich alternative Antriebskonzepte aufnehmen.

## § 7 Schlussbestimmungen

- 7.1 Sollten einzelne Bestimmungen dieses Vertrags ganz oder teilweise unwirksam sein oder werden, oder der Vertrag Lücken aufweisen, so bleibt die Wirksamkeit der übrigen Bestimmungen hiervon unberührt. In diesem Fall sind die Parteien im Rahmen des Zumutbaren nach Treu und Glauben verpflichtet, die unwirksame oder lückenhafte Regelung durch eine ihr im wirtschaftlichen Ergebnis gleichkommende wirksame Regelung zu ersetzen.

# Abschlussbericht

- 7.2 Zwischen den Parteien existieren keine anderweitigen Vereinbarungen über die Überlassung eines MINI E, insbesondere keine mündlichen Nebenabreden. Künftige Änderungen oder Ergänzungen dieses Vertrags bedürfen der Schriftform. Dies gilt auch für die Abbedingung dieses Schriftformerfordernisses.
- 7.3 Den Parteien ist die Abtretung von Forderungen aus diesem Vertrag nur mit ausdrücklicher schriftlicher Zustimmung der jeweils anderen Partei gestattet.
- 7.4 Der Vertrag unterliegt ausschließlich deutschem Recht. Ausschließlicher Gerichtsstand für alle Streitigkeiten aus und in Zusammenhang mit diesem Vertrag ist für beide Parteien München, sofern nicht gesetzlich ein anderweitiger Gerichtsstand zwingend vorgeschrieben ist.
- 7.5 Die Gültigkeit des Vertrags ist abhängig von der vorangegangenen Zustimmung von [Max Mustermann](#) zu der notwendigen Stromlieferung für den MINI E sowie der Bereitstellung der öffentlichen Ladeinfrastruktur durch den Kooperationspartner Vattenfall Europe AG im Rahmen des Forschungsprojektes.
- 7.6 Folgende Anlagen, auf die in diesem Vertrag Bezug genommen wird und die diesem Vertrag beigefügt sind, bilden einen wesentlichen Bestandteil dieser Vereinbarung:

**Anlage 1:** MINI E Fahrzeugüberlassungsvertrag, nebst Allgemeine Fahrzeugbenutzungsbedingungen zum MINI E (**Anlage 1** zum MINI E Fahrzeugüberlassungsvertrag)

**Anlage 2:** Einverständniserklärung zur Verwendung technischer Daten

**Anlage 3:** Abtretungserklärung der Rechte an Bild- und Tonmaterial

**Anlage 4:** Erklärungen zur Zusammenarbeit mit Medien

Berlin, [XX. Januar 2011](#)

BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT

i.A.

i.A.

# Abschlussbericht

---

Michael Hajesch

Innovationsprojekte E-Mobilität

BMW Group

---

Françoise Fisbach

Leiterin Vermarktung MINI E

BMW Group

---

Max Mustermann

(Unterschrift)



# Abschlussbericht

## Anlage 1 zur MINI E Nutzungsvereinbarung

### MINI E Fahrzeugüberlassungsvertrag

zwischen

---

Personalausweis-/ Reisepass – Nr.

Max Mustermann

---

Vorname/ Nachname

Musterstraße 1

---

Straße Nr.

11111 Musterstadt

---

PLZ, Ort

+49-174- 3101729

---

Telefon

+49-

---

Telefax

- nachfolgend "Nutzer" genannt -  
und

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**

- nachfolgend "BMW" genannt -

BMW überlässt dem Nutzer nachstehendes Fahrzeug

Typ: MINI E

Amtl. Kennzeichen: MI-NI \_\_\_\_\_\* (\*Daten werden vor Übergabe ergänzt)

Fahrgestell-Nummer: TK \_\_\_\_\_\* (\*Daten werden vor Übergabe ergänzt)

Nutzungszeitraum: \_\_.\_\_.2011 – \_\_.09.2011 (ab Übergabe/ bis vorrauss. 09/2011)

zur ausschließlich privaten Eigennutzung gemäß den nachstehenden Bestimmungen und den allgemeinen MINI E Fahrzeugnutzungsbedingungen (**Anlage 1** zum MINI E Fahrzeugüberlassungsvertrag) sowie den Bedingungen der vorstehenden MINI E Nutzungsvereinbarung.

# Abschlussbericht

Die monatliche Nutzungsgebühr für die Überlassung des MINI E Fahrzeugs inklusive des vollumfänglichen Service-Pakets beträgt 650,- € inkl. 19% MwSt. Aufgrund der Teilnahme an einem geförderten Forschungsprojekt gemäß vorstehender MINI E Nutzungsvereinbarung wird die monatliche Nutzungsgebühr auf 400,- € inkl. 19% MwSt. reduziert.

Das MINI E Fahrzeug ist mit speziellen technischen Vorkehrungen ausgestattet, die zusätzliche Hinweise und Instruktionen an den Nutzer im täglichen Umgang mit dem Fahrzeug wie folgt erforderlich machen:

1. Bei der Fahrzeugnutzung sind die **Allgemeinen Fahrzeugbenutzungsbedingungen zum MINI E (Anlage 1 zum MINI E Fahrzeugüberlassungsvertrag)**, die **Betriebsanleitung** sowie die **Kurzanleitung** zum MINI E zu beachten; den darin enthaltenen Handlungshinweisen ist Folge zu leisten.
2. Die gesetzlichen Vorgaben zur Fortbewegung im Straßenverkehr sind einzuhalten.
3. Das Fahrzeug ist auf die BMW AG zugelassen und haftpflichtversichert. Die Deckungssumme beträgt 100 Mio. Euro pauschal für Personen-, Sach- und Vermögensschäden (bei Personenschäden begrenzt auf 8 Mio. Euro je geschädigter Person). Eine Fahrzeugvollversicherung (Vollkasko) und eine Fahrzeugteilversicherung (Teilkasko) bestehen nicht.
4. Der Nutzer haftet gegenüber BMW vom Zeitpunkt der Übernahme bis zur Rückgabe des Fahrzeuges nur für vorsätzlich oder grob fahrlässig am Fahrzeug verursachte Schäden (auch Untergang, Abhandenkommen oder Beschlagnahme). Dies gilt auch, sofern der Schaden vorsätzlich oder grob fahrlässig von einem berechtigten Fahrer verursacht wurde. Für einfach fahrlässig verursachte Schäden haftet der Nutzer bis zu einer Höchstgrenze von 500,- € (Selbstbeteiligung). Damit ist die Situation wie bei Bestehen einer Vollkaskoversicherung gegeben.
5. Soweit der Nutzer schuldhaft infolge unsachgemäßen Umgangs mit dem Fahrzeug, insbesondere unter Missachtung der Sicherheitshinweise und der Instruktionen in der Betriebsanleitung einen Schaden an dritten Personen oder Rechtsgütern verursacht und solange und soweit dieser Schaden nicht von der bestehenden Haftpflichtversicherung (Ziffer 3) abgedeckt wird, stellt der Nutzer BMW im Innenverhältnis von jeglichen Ansprüchen Dritter frei.
6. Der Nutzer verpflichtet sich, dem MINI E Serviceberater auf Wunsch und nach Vorankündigung Zugang zum Fahrzeug zu verschaffen, um nach dem Ermessen von BMW erforderliche technische Untersuchungen bzw. Maßnahmen an dem Fahrzeug vorzunehmen. Soweit dies aus technischen Gründen erforderlich sein sollte, hat BMW jederzeit das Recht, das Fahrzeug abzurufen.

# Abschlussbericht

~~Nachstehende Allgemeine Fahrzeugbenutzungsbedingungen zum MINI E (Anlage 1 zum MINI E Fahrzeugüberlassungsvertrag), sind Bestandteil dieses Vertrages.~~

~~Der Nutzer bestätigt, die vorstehenden Hinweise zur Kenntnis genommen zu haben und diese während der Fahrzeugnutzung zu befolgen bzw. sicherzustellen, dass die Hinweise durch die jeweiligen Nutzer befolgt werden.~~

Berlin, XX. Januar 2011

---

Max Mustermann

(Unterschrift)

## **Anlage 1** zum MINI E Fahrzeugüberlassungsvertrag

### **Allg. Fahrzeugbenutzungsbedingungen zum MINI E**

#### **1. Verwendungszweck**

Das Fahrzeug darf nur innerhalb des vereinbarten Verwendungszwecks genutzt werden.

Dem Nutzer ist es insbesondere untersagt,

- (1) Das Fahrzeug anderen Personen / Fahrern zur temporären oder dauerhaften Nutzung zu überlassen, soweit die Person nicht vorher in die technischen Besonderheiten des Fahrzeugs ausführlich eingewiesen wurde.
- (2) Das Fahrzeug einem gemäß Ziffer 1 (1) zugelassenen Fahrer zu überlassen, wenn dieser nicht im Besitz einer gültigen Fahrerlaubnis ist oder gegen ihn ein Fahrverbot verhängt ist oder dieser erkennbar fahruntüchtig ist.
- (3) Das Fahrzeug selbst zu nutzen, wenn gegen er ein Fahrverbot verhängt worden ist oder er nicht mehr im Besitz einer gültigen Fahrerlaubnis ist.
- (4) Das Fahrzeug in fahruntüchtigen Zustand oder in einem nicht den Sicherheitsanforderungen nach der Betriebsanleitung und der Kurzanleitung entsprechenden Zustand zu nutzen.
- (5) Die Teilnahme an Motorsportveranstaltungen jeglicher Art, einschließlich der hierzu gehörigen Übungsfahrten.
- (6) Das Fahrzeug abseits befestigter Strassen zu benutzen.
- (7) Das Abschleppen von Anhängern, Fahrzeugen oder sonstigen Gegenständen.
- (8) Die Beförderung von leicht entzündlichen, giftigen oder sonst gefährlichen Stoffen.
- (9) Im Fahrzeug zu rauchen.
- (10) Technische Prüfungen / Erprobungen sowie Prüfstandtests durchzuführen.

#### **2. Übergabe und Benutzung**

Der Nutzer hat das Fahrzeug sachgemäß, pfleglich und unter Beachtung der Hinweise von BMW im Rahmen der **Übergabeinstruktion**, der **Sicherheitshinweise** und der **Betriebsanleitung** zu behandeln.

Der Nutzer stellt sicher, dass eine Nutzung der Fahrzeuge durch konkrete Fahrer erst dann erfolgt, wenn und soweit der konkrete Benutzer zuvor eine Einweisung in das Fahrzeug erhalten hat.

Der Nutzer verpflichtet sich sicherzustellen, dass jeder Fahrer die erforderliche Fahrzeugeinweisung erhält sowie über einen **gültigen PKW Führerschein** verfügt.

Am Fahrzeug dürfen keinerlei Veränderungen, etwa durch Austauschen, Entfernen oder Anbauen von Teilen oder Zubehör, weder im Innenraum noch am Fahrzeugäußeren vorgenommen werden. Dies gilt auch für Zusatzeinrichtungen.

Reparaturen dürfen ausschließlich durch Spezialisten von BMW in eigens für den MINI E vorgesehenen Servicewerkstätten durchgeführt werden.

### 3. Haftung von BMW

BMW haftet für Schäden, die der Nutzer oder Dritten in Zusammenhang mit der Überlassung des Fahrzeugs entstehen nur, soweit der Schaden durch BMW bzw. deren gesetzliche Vertreter und Erfüllungsgehilfen vorsätzlich oder grob fahrlässig verursacht wurde.

Diese Haftungsbegrenzung gilt nicht für Schäden aus der Verletzung des Lebens, des Körpers und der Gesundheit sowie für eine Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz. Im Falle leichter Fahrlässigkeit haftet BMW ferner nur bei Verletzung vertragswesentlicher Pflichten, etwa solche, die der Vertrag BMW nach seinem Inhalt und Zweck gerade auferlegen will und deren Erfüllung die ordnungsgemäße Durchführung des Vertrages überhaupt erst ermöglicht und auf deren Einhaltung der Nutzer regelmäßig vertraut und vertrauen darf. Diese Haftung ist auf den bei Vertragsschluss vorhersehbaren typischen Schaden begrenzt.

Der Nutzer wird BMW von sämtlichen Ansprüchen Dritter aufgrund von Unfällen oder Schäden infolge unsachgemäßen Umgangs mit dem Fahrzeug, insbesondere unter Missachtung der Hinweise in der Betriebsanleitung, freistellen, soweit und solange nicht die Haftpflichtversicherung von BMW für den Schaden eintritt. Fälle, in denen der Versicherer zwar einen Schaden regulieren muss, jedoch aufgrund gesetzlicher Bestimmungen gegen den Nutzer oder einen konkreten Nutzer Rückgriff nehmen kann, berühren BMW nicht.

Der Nutzer stellt BMW ferner von sämtlichen Ansprüchen aus der Verletzung von Gesetzen, Verordnungen oder sonstigen Vorschriften im Zusammenhang mit dem Gebrauch des Fahrzeugs frei. BMW ist berechtigt, im Falle der Inanspruchnahme Zahlungen zu leisten und anschließend bei dem Nutzer Rückgriff zu nehmen.

### 4. Fahrten außerhalb des Berliner Großraums

Der Betrieb des MINI E setzt eine entsprechende Ladesäuleninfrastruktur sowie eine elektrofahrzeugspezifische Serviceinfrastruktur voraus. Da diese derzeit nur im Großraum Berlins von BMW sichergestellt und gewährleistet werden kann, soll das Fahrzeug grundsätzlich nicht über den Großraum Berlins hinaus bewegt werden.

### 5. Vorgehen im Falle eines Schadens

# Abschlussbericht

Soweit das Fahrzeug z.B. infolge eines Unfalls oder sonstigen Ereignisses beschädigt wird, das Fahrzeug selbst oder Teile davon gestohlen werden bzw. sonst abhandeln kommen sollten, oder einfach ein Verdacht technischer Unregelmäßigkeiten bestehen sollte, gilt folgendes:

Der Nutzer bzw. der Nutzer wird unverzüglich den MINI E Serviceberater in der Niederlassung Berlin kontaktieren, um weitere Instruktionen zu erhalten.

## 6. Rückgabe

Das Fahrzeug ist am Ende des Überlassungszeitraumes am Ort der Übernahme, bzw. am vereinbarten Rückgabeort zurückzugeben. Der Nutzer hat nicht das Recht, das Fahrzeug aufgrund sonstiger Forderungen gegen BMW aus anderen Rechtsverhältnissen zurückzubehalten.

Schäden am Fahrzeug, die infolge des gewöhnlichen bestimmungsgemäßen Gebrauchs während des Überlassungszeitraumes eingetreten sind, werden nicht gegenüber dem Nutzer weiterberechnet. Für einfach fahrlässig verursachte Schäden haftet der Nutzer bis zu einer Höchstgrenze von 500,- € (Selbstbeteiligung).

Berlin, XX. Januar 2011

---

Max Mustermann

(Unterschrift)

## **Anlage 2** zur MINI E Nutzungsvereinbarung

### **Einverständniserklärung zur Verwendung technischer Daten aus dem MINI E Fahrzeugbetrieb**

Mit meiner Unterschrift ermächtige ich BMW und beteiligte Forschungspartner (Vattenfall Europe, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Technische Universität Chemnitz und Universität Magdeburg) im zugrundeliegenden Forschungsvorhaben, alle relevanten technischen Informationen des mir gemäß Fahrzeugüberlassungsvertrags (**Anlage 1**) zur Verfügung gestellten MINI E Fahrzeugs aufzuzeichnen, auszulesen und die vorgesehenen Analysen hiermit durchzuführen.

Weiterhin stimme ich zu, dass die technischen Daten meiner Fahrten mit dem MINI E bei BMW in anonymisierter Form archiviert werden. Eine Weitergabe der Daten an unberechtigte Dritte ist ausgeschlossen.

Berlin, XX. Januar 2011

---

Max Mustermann

(Unterschrift)

## **Anlage 3** zur MINI E Nutzungsvereinbarung

### **Abtretungserklärung der Rechte an Bild- und Tonmaterial**

Hiermit erkläre ich mich damit einverstanden, dass BMW von Veranstaltungen und Events (z.B. Fahrzeugeinführung und Fahrzeugübergabe), an denen ich teilnehme, Fotos- und Filmaufnahmen, sowie sonstige Berichterstattung anfertigt oder anfertigen lässt, in deren Rahmen auch meine Person in Wort und Bild wiedergegeben sein wird.

Ich übertrage hiermit BMW und beteiligten Forschungspartnern (Vattenfall Europe, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Technische Universität Chemnitz und Universität Magdeburg) das nicht ausschließliche Recht, die Foto- und Filmaufnahmen sowie sämtliche Aktivitäten in Zusammenhang mit vorstehend genannten Veranstaltungen und Events unter Nennung meines Namens und Verwendung meines Bildes räumlich, inhaltlich und zeitlich unbegrenzt in allen Medien unentgeltlich zu Zwecken der Kommunikations- und Marketingarbeit zu verwenden.

Berlin, XX. Januar 2011

---

Max Mustermann

(Unterschrift)



## **Anlage 4** zur MINI E Nutzungsvereinbarung

### **Erklärungen zur Zusammenarbeit mit Medien**

Das Projekt „MINI E Berlin - powered by Vattenfall“ ist auch für die Medien hoch interessant. MINI E Fahrer werden ggfs. Anfragen von Medienredaktionen bekommen.

Hiermit bestätige ich, dass ich mich mit der Pressestelle von BMW über geplante kommunikative Aktivitäten in Print-, TV- oder Online-Medien sowie im Zusammenhang mit Veranstaltungen, die den an mich überlassenen MINI E involvieren, vorab abstimme.

#### **BMW Pressestelle**

- Tobias Hahn, 089-382-60816, [Tobias.TH.Hahn@BMW.de](mailto:Tobias.TH.Hahn@BMW.de)
- Cypselus von Frankenberg, 089-382-30641, [Cypselus.von-Frankenberg@MINI.com](mailto:Cypselus.von-Frankenberg@MINI.com)

Für Fragen zur Ladeinfrastruktur für den MINI E steht folgender Kontakt bereit:

#### **Vattenfall Europe AG**

- Franziska Schuth, Telefon: 030-8182-2116, Email: [Franziska.Schuth@Vattenfall.de](mailto:Franziska.Schuth@Vattenfall.de)

Berlin, XX. Januar 2011

---

[Max Mustermann](#)

(Unterschrift)

# Abschlussbericht

Gleichermaßen werden wir als Unternehmen von Medienvertretern zum Zwecke der Berichterstattung angesprochen mit der Bitte, einen Kontakt zu den am Projekt teilnehmenden MINI E Fahrern herstellen zu dürfen.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass BMW und Vattenfall Europe AG nach vorheriger Absprache mit mir meine Kontaktdaten an ausgewählte Print-, TV- oder Online-Medienvertreter weitergeben, so dass sich diese mit mir direkt in Verbindung setzen können.

Print-Medien     Radio Medien     Fernseh-Medien     Keine Medien

Berlin, XX. Januar 2011

---

Max Mustermann

(Unterschrift)