

# Untersuchung zur Akzeptanz von Elektromobilität als Stellglied im Stromnetz

IZT im Auftrag und in Zusammenarbeit mit B.A.U.M. Consult GmbH,  
Leiter der Begleitforschung für den Förderschwerpunkt  
„IKT für Elektromobilität“



Berlin, Februar 2012

Bearbeiterinnen und Bearbeiter:

*IZT:* Helga Jonuschat, Michaela Wölk, Volker Handke

**IZT – Institut für Zukunftsstudien  
und Technologiebewertung**

Schopenhauerstr. 26  
14129 Berlin  
Tel. 030-80 30 88-46  
E-Mail: [h.jonuschat@izt.de](mailto:h.jonuschat@izt.de)  
Web: <http://www.izt.de>

**B.A.U.M. Consult GmbH**

Gotzingerstr. 48-50  
81371 München  
Tel. 089/18935-0  
L.Karg@baumgroup.de  
[www.baumgroup.de](http://www.baumgroup.de)

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Vorwort .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>11</b>
2.1	Wandel des soziotechnischen Systems „Mobilität“ .....	12
2.2	Akzeptanz von Innovationen .....	15
<b>3</b>	<b>Literaturoauswertung zur Akzeptanz der Elektromobilität als Stellglied im Stromnetz.....</b>	<b>18</b>
3.1	Bereitschaft zur Nutzung von Elektrofahrzeugen.....	18
3.1.1	Studien und Literatur zur Akzeptanz und Nutzung von Elektrofahrzeugen .....	18
3.1.2	Erkenntnisstand zu den Nutzergruppen.....	25
3.1.3	Zwischenfazit zur Bereitschaft zur Nutzung von Elektrofahrzeugen.....	28
3.2	Nutzungsmuster im Hinblick auf Netzintegration der Elektromobilität .....	28
3.2.1	Studien und Literatur zu Nutzungsmustern von Elektrofahrzeugen .....	29
3.2.2	Erkenntnisstand zu Nutzungsroutinen der „Flottenbetreiber“, „Elektroautoaffinen Privatnutzer“ und „Intermodalen Verkehrsteilnehmer“ .....	30
3.2.3	Zwischenfazit zu Nutzungsmustern bezüglich der Netzintegration .....	41
3.3	Anreize und Geschäftsmodelle zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen.....	42
3.3.1	Überblick über Studien und Literatur zu Anreizen und Geschäftsmodellen.....	42
3.3.2	Anreize und Förderinstrumente .....	45
3.3.3	Marktmodelle und Akteure.....	47
3.3.4	Geschäftsmodelle für die Anschaffung und Nutzung von Elektrofahrzeugen...52	
3.3.5	Zwischenfazit zu Anreizen und Geschäftsmodellen.....	59
3.4	Fazit zur Literaturoauswertung .....	60
<b>4</b>	<b>Schlüsselfaktoren von Vehicle-to-grid-Konzepten .....</b>	<b>63</b>
4.1	Konsumforschung und Nutzertypologien .....	63
4.2	„Standzeittypen“ .....	66
4.3	Netztypen.....	68
4.4	Ladeorte.....	71
4.5	(Ent-)Ladekonzepte: Kostenloses Laden und V2G-Tarife.....	74
<b>5</b>	<b>Fallbeispiele zum gesteuerten Laden und Entladen .....</b>	<b>78</b>
5.1	Fallbeispiel „Das e-Auto als Zweitwagen“ .....	79
5.2	Fallbeispiel „Zeitgeplagte DINKS – Double Income No Kids“ .....	82
5.3	Fallbeispiel „Kostenbewusster Familien-Pendler mit e-Auto“ .....	84
5.4	Fallbeispiel „e-Transportdienste“ .....	86
5.5	Fallbeispiel „e-Flotten-Firmenpool“ .....	88
5.6	Fallbeispiel „Induktiv mit EE geladene e-Taxen“ .....	90
5.7	Fallbeispiel „e-Carsharer“ .....	91
5.8	Fallbeispiel „Der elektrische Sonntagsfahrer“ .....	92
<b>6</b>	<b>Fazit zu potenziellen Geschäftsmodellen der Netzintegration.....</b>	<b>95</b>

<b>7</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>98</b>
7.1	„Stellschrauben“ der Akzeptanz des gesteuerten (Ent-)Ladens.....	98
7.2	Charakteristika der Fallbeispiele.....	102
7.3	Literatur.....	108

## **Zusammenfassung**

Erneuerbare Energiequellen gewinnen zunehmend an Bedeutung, doch ihre Einspeisung in die Netze schwankt und verläuft nicht parallel zur Entwicklung der Nachfrage nach Energie. Elektrofahrzeuge können einen entscheidenden Beitrag leisten, die daraus resultierenden Probleme zu lösen. Denn um das Potenzial der erneuerbaren Energien ausschöpfen zu können, sind Speichertechnologien erforderlich. Die Batterien von Elektrofahrzeugen bieten sich hierfür an. Die Elektromobilität und die Netzintegration sind damit eine wesentliche Säule der nachhaltigen Mobilität und gleichzeitig ein zentrales politisches Handlungsfeld.

Der Energiefluss zwischen Netz und Elektrofahrzeug kann bei der Nutzung des Fahrzeugs als mobilem Speicher in zwei Richtungen erfolgen: In Zeiten eines Energieüberschusses können die Fahrzeugbatterien in der Richtung Grid-to-Vehicle (G2V) als Speicher genutzt werden, während in Zeiten einer hohen Energienachfrage die Energie wieder in Richtung Vehicle-to-Grid (V2G) an das Netz abgegeben werden kann. Der Begriff Vehicle-to-grid (V2G) wird – vor allem international – aber auch für das übergeordnete Konzept der Netzintegration von Elektrofahrzeugen genutzt, das die beiden Flussrichtungen „vom Netz zum Fahrzeug“ und „vom Fahrzeug zum Netz“ integriert. Da für die vorliegende Studie ganzheitliche Netzintegrationskonzepte und weniger die Stromflussrichtung von Belang sind, werden V2G-Konzepte so definiert, dass sie generell die Integration von Elektroautos in das Stromnetz über gesteuertes Laden oder Entladen ermöglichen.

Die vorliegende Studie „Untersuchung zur Akzeptanz von Elektromobilität als Stellglied im Stromnetz“ ist zweistufig aufgebaut und gibt zunächst einen Überblick über die Erkenntnisse aktueller Elektromobilitätsstudien mit Bezügen zur Akzeptanzforschung. Theoretisch oder empirisch fundierte Erkenntnisse zur Nutzerakzeptanz von Netzintegrationskonzepten sind bislang so gut wie gar nicht verfügbar. Insofern wurden die vorliegenden Studien sowie die im Zuge von Pilotprojekten gewonnenen Erkenntnisse zur Akzeptanz der Elektromobilität insgesamt ausgewertet. Dies ist insofern sinnvoll, als dass die ausreichende Verbreitung der Elektromobilität eine notwendige Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung von Netzintegrationskonzepten ist. Auf den Erkenntnissen der Literaturstudie aufbauend wurden im Rahmen der vorliegenden Studie zudem zentrale Schlüsselfaktoren von Vehicle-to-grid-Konzepten abgeleitet und systematisch acht fiktive Fallbeispiele zum gesteuerten Laden und Entladen entwickelt.

### **Literaturauswertung: Akzeptanz der Elektromobilität als Stellglied im Stromnetz**

Die Literaturstudie zeigt, dass jüngere Menschen insgesamt stärker an Elektrofahrzeugen interessiert sind, als ältere Menschen. Daneben spielen individuelle Einstellungen wie das Umweltbewusstsein sowie die Technik- und Innovationsfreude für die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen eine wichtige Rolle. Aber auch die Vorerfahrung bzw. das Vorwissen über Elektromobilität zählen zu den Akzeptanzfaktoren. So wird das „Wagnis Elektroauto“ eher eingegangen, wenn es zunächst auch praktisch „erfahren“ werden kann. Vor diesem Hintergrund ist es problematisch, dass die meisten Autofahrer auffallend wenig über Elektroautos wissen. Anders sehen die Vorkenntnisse in der Gruppe der Flottenbetreiber aus: Hier kann der Informationsstand zum Thema Elektromobilität überwiegend als gut bezeichnet werden.

Aus der Perspektive der Privatanutzer wird die Leistungsstärke von Elektrofahrzeugen deutlich schwächer bewertet als diejenige von herkömmlichen Fahrzeugen. Kritischer Punkt und Akzeptanzhemmnis ist vor allem die derzeitige Batterieleistung und damit die Reichweite sowie Ladezeit.

Für die Akzeptanz von Netzintegrationskonzepten ist eine bedienerfreundliche Ladeinfrastruktur wesentlich: Die meisten Autofahrer assoziieren die Elektromobilität positiv mit der Möglichkeit, die Batterie zu Hause zu laden. Daneben wird auch die Möglichkeit einer Schnellladung als bedienerfreundlich gewertet. Die Literaturstudie zeigt insgesamt, dass der Einsatz von Elektrofahrzeugen als mobiler Speicher vor allem dann akzeptiert wird, wenn sich die Nutzerinnen mit dem Thema „Laden“ möglichst wenig auseinandersetzen müssen und keinen Zusatzaufwand oder andere Nachteile wahrnehmen.

Im Zusammenhang mit der Einführung von Elektrofahrzeugen wird ein „langsames Herantasten“ als wichtig erachtet, bei dem größere finanzielle Investitionen oder eine volle Verantwortung für die neue Technik vermieden werden (z. B. durch Batterieleasing). Dies spricht für eine insgesamt unsichere Einschätzung der Zukunft der Elektromobilität bzw. Netzintegration.

Die aktuellen gesellschaftlichen Trends zeigen förderliche Faktoren für die Elektromobilität und Netzintegration. So wird ein Trend zu intermodaler Mobilität wahrgenommen, d. h. zu einer verstärkten Kombination verschiedener Verkehrsmittel. In diesem Zusammenhang erweisen sich reine Elektroautos für kürzere Strecken in der Stadt oder den täglichen Arbeitsweg als attraktiv und nützlich, während für längere Strecken andere Verkehrsmittel (z.B. Brennstoffzellenautos) eingesetzt werden könnten. Diese Mobilitätstrends gehen aus Expertensicht einher mit steigendem Bewusstsein für Klimawandel und Nachhaltigkeit auf gesellschaftlicher wie individueller Ebene.

Derzeit ist der Bestand an rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen mit etwa 4.541 Fahrzeugen (KBA 2011) so gering, dass sich kaum seriöse Hochrechnungen zu Nutzergruppen und Nutzungsroutinen und deren Wirkungen auf die Gewährleistung der Netzsicherheit machen lassen. Tendenziell eignen sich Elektrofahrzeuge jedoch derzeit wie zukünftig besonders gut für den Einsatz in Fuhrparks, wenn die Fahrzeuge tagsüber gefahren und nachts stehen gelassen werden – und damit für das Netz verfügbar sind. Hinzu kommt, dass Flottenbetriebe in der Regel über eine Fahrzeugreserve verfügen, die im Falle einer Rückspeisung zum Lastausgleich die entladenen Elektroautos kompensieren kann.

Carsharing-Anbieter wie Daimler (car2go) oder die Deutsche Bahn (Flinkster) setzen ebenfalls zunehmend auf Elektrofahrzeuge. Für die Netzintegration sind flexible Carsharing-Flotten jedoch nur bedingt einsetzbar, da die Fahrzeuge für eine Nutzung zur Netzintegration stets einsatzbereit sein müssen und dies dem flexiblen Nutzungsansatz grundsätzlich widerspricht. Allerdings gibt es über die Ladestationen für die im intermodalen System genutzten Elektro-Zweiräder oder -PKWs durchaus das Potenzial, auch auf diese Flotten zuzugreifen. Gerade im innerstädtischen Bereich können je nach Netztopologie e-Carsharingflotten daher durchaus einen relevanten Beitrag zur Netzstabilität leisten.

Das Potenzial von Elektrofahrzeugen privater Nutzer kann nur schwer eingeschätzt werden. Die Anschaffung von Elektrofahrzeugen ist derzeit mit vergleichsweise hohen Risiken hinsichtlich der Kosten und der Technologie verbunden. Dennoch lassen sich hier auch Tendenzen erkennen, dass insbesondere jüngere Bevölkerungsgruppen eine Affinität zu Elektroautos, aber auch zu elektrisch angetriebenen Zweirädern zeigen. Gerade bei den Privatanutzern ist die tatsächliche Bereitschaft, das eigene Auto temporär als Speicher für das Stromnetz zur Verfügung zu stellen, jedoch deutlich von einer erfolgreichen Marktkommunikation, dem Angebot monetärer und nicht-monetärer Anreizsysteme sowie tragfähigen Geschäftsmodellen abhängig.

Grundsätzlich ist anzunehmen, dass soziale Präferenzen und Mobilitätsmuster langfristig angelegt sind und sich daher kurz- bis mittelfristig nicht maßgeblich ändern werden. Die Akzeptanz von Produkten und Dienstleistungen rund um die Netzintegration wird in diesem

Sinne weitgehend von eher „stabilen“ Determinanten abhängig sein. Hierzu zählen persönliche Einstellungen und sozio-demografische Merkmale sowie die täglichen Fahrt- und Standzeiten.

Aus Sicht des Endkunden ist der Kostenaspekt wesentlich für die Akzeptanz der Geschäftsmodelle zum Erwerb bzw. zur Nutzung von Elektrofahrzeugen. Werden einerseits die Mobilitätskosten nach Anschaffung sowie nutzungsabhängige und nutzungsunabhängige Betriebskosten differenziert und andererseits die Akzeptanzaspekte „Komplexität des Vertragsverhältnisses“, „Individuelle Mobilitätsfreiheit“ und „Batterieausfallrisiko“ berücksichtigt, lassen sich die Geschäftsmodelle aus Sicht des Kundennutzens wie folgt bewerten (++ = hoher Nutzen, + = geringer Nutzen, o = neutral, - = eher nachteilig):

	<b>Fahrzeug- kauf</b>	<b>Fahrzeug- leasing</b>	<b>Batterie- leasing</b>	<b>Car Sharing</b>	<b>Better Place</b>
<b>Anschaffungskosten - Fahrzeug - Batterie</b>	-	+	o	++	o
<b>Nutzungsabhängige Betriebskosten Reparaturkosten Servicekosten</b>	o	o	o	-	+
<b>Nutzungsunabhängige Betriebskosten Leasing-,Laufzeitverträge Wartungskosten</b>	+	-	-	++	o
<b>Komplexität der Vertragsverhältnisse beim Fahrzeugkauf</b>	+	o	-	+	-
<b>Individuelle Mobilitätsfreiheit</b>	++	+	+	-	o
<b>Träger des Batterieausfallrisikos</b>	Hersteller, Kunde	Leasing- geber	Leasing- geber	Anbieter	Anbieter

Die Leasingvarianten sind gut geeignet, die relativ hohen Anschaffungskosten eines Elektrofahrzeuges zu reduzieren und in nutzungsunabhängige Betriebskosten umzuwandeln. Dem gegenüber sind beim Carsharing die hohen nutzungsabhängigen Betriebskosten charakteristisch, denn diese müssen die gesamten Mobilitätskosten decken. Im Geschäftsmodell „Better Place“ liegen die Anschaffungskosten in ähnlicher Höhe wie beim Batterieleasing, während die Betriebskosten durch die unterschiedlichen Vertragstypen nutzungsabhängig oder -unabhängig gestaltet werden können. Allerdings ist anzunehmen, dass mit steigender Anzahl der beteiligten Vertragspartner die Gesamtkosten steigen, da jeder Partner seine Kosten decken und zusätzlich auch Gewinne erwirtschaften will.

Die Komplexität der Vertragsverhältnisse und die individuelle Mobilitätsfreiheit sind keine monetären, sondern weiche Akzeptanzfaktoren. Aus dieser Perspektive weisen der Fahrzeugkauf und das Carsharing relativ geringe Komplexitäten auf, während Better Place und die Leasingvarianten auf eine gewisse Komplexität der Vertragsverhältnisse angewiesen sind. Bezüglich der individuellen Mobilitätsfreiheit scheint der Fahrzeugkauf den höchsten Nutzengewinn für den Kunden darzustellen.

Das Batterieausfallrisiko stellt neben den direkten monetären Effekten aus Sicht des Endkunden einen zentralen Akzeptanzaspekt dar. Der Fahrzeugkauf ist damit das einzige Geschäftsmodell, bei dem dieses Risiko auf Seiten des Kunden liegt. In allen anderen Modellen wird das Risiko hingegen vom Leasinggeber bzw. Anbieter getragen, die es in Form von direkten oder indirekten Risikoprämien an den Kunden weitergeben.

Solange keine besonders erfolgsversprechenden Geschäftsmodelle sichtbar sind und entsprechenden Erfahrungen gesammelt werden, ist auch nicht mit Klarheit hinsichtlich der

wirtschaftlich wirksamen Rahmenbedingungen zu rechnen. Es erscheint daher plausibel, dass zunächst unterschiedliche Geschäftsmodelle zum Zuge kommen und die Rahmenbedingungen sukzessive dort vervollständig werden, wo sich erste Erfolge in Teilmärkten abzeichnen.

### **Schlüsselfaktoren von Vehicle-to-grid-Konzepten**

Zu den Schlüsselfaktoren für die Akzeptanz von Netzintegrationskonzepten zählt die Identifikation einer geeigneten Nutzertypologie für die Nutzung von V2G-Konzepten. Dabei ist es problematisch, dass die Netzintegration Schnittstellen zu bislang wenig miteinander verbundenen und unterschiedlich konnotierten Alltagsbereichen der Menschen aufweist: Dem Mobilitäts-, Energie-, Umwelt- und Technikverhalten. Bislang zählt die Netzintegration zu den so genannten „Low-Involvement“-Themen, mit denen sich Kunden im Alltag eigentlich nicht bzw. nur ungern befassen möchten.

Für die Netzintegration von Elektrofahrzeugen sind zudem die Standzeiten des Fahrzeugs von Belang, da diese das zeitliche Potenzial für gesteuertes Laden und Entladen bestimmen. Bei den Privatanutzern sind unter Aspekten der Netzintegration beispielsweise diejenigen interessant, die das Elektroauto lediglich als Zweitwagen nutzen möchten. Diese Personen lassen das Auto oft über längere Zeiträume in der eigenen Garage stehen und fahren tendenziell eher kurze Strecken. Aber auch Transportflotten mit Lieferfahrzeugen sind interessant, da die Fahrzeuge tagsüber weitgehend ausgelastet sind, abends aber auf dem Betriebsgelände stehen und potenziell gut an die betriebsinterne Ladestation angeschlossen werden könnten.

Ein weiterer Schlüsselfaktor für die Nutzung von Elektrofahrzeugen als mobile Speicher ist der Netzanschlusspunkt, d.h. der Parkplatz sowie die jeweilige Ladeoption (einfaches Laden bzw. uni- und bidirektionales Laden). Hierbei lassen sich grundsätzlich drei relevante Ladeorte unterscheiden: Öffentliche Ladestationen (z.B. öffentliche Parkplätze, Ladestationen an Krankenhäusern, Park-and-Ride-Garagen oder Bahnhöfen), halböffentliche Ladeparkplätze (z.B. Tankstellen, Supermarktparkplätze, Parkplätze auf einem Betriebsgelände, Parkhäuser) sowie private Ladestationen (Garage, Parkplatz auf dem privaten Grundstück). Ein wichtiger Akzeptanzfaktor, der für die Wahl der Ladeorte relevant ist, sind die Kosten für die jeweilige Ladung, denn diese werden sich je nach Ladeoption deutlich unterscheiden.

Für den Schlüsselfaktor der (Ent-) Ladekonzepte gilt, dass die Lade- und Entladevorgänge möglichst über das Auto bzw. den bordeigenen Computer gesteuert werden sollten, also die Präferenzen (Freigabe zum gesteuerten Laden oder Entladen, Zeittaktung etc.) nicht erst an der Ladestation eingegeben werden müssen. Wenn das Fahrzeug von lediglich einer Person genutzt wird, können die Einstellungen einmalig eingegeben werden. Demgegenüber können Nutzungsprofile bei wechselnden Fahrern (z.B. bei Flottenbetrieben oder e-Carsharing) auf einer „Mobilitätskarte“ gespeichert werden, die dann vom jeweiligen Auto eingelesen werden kann. Die Profile zum gesteuerten (Ent-)Laden werden damit personenabhängig festgelegt. Allerdings kann ein Flottenbetreiber über eine Voreinstellung im Fahrzeug, die vom Nutzer selbst nicht verändert werden kann, das Lade- und Entladeverhalten der Fahrzeuge prinzipiell auch für die gesamte Flotte festlegen. Die Einstellung bestimmter Lade- bzw. Entladeprofile macht jedoch nur Sinn, wenn sie mit bestimmten Vorzugstarifen gekoppelt sind. Zu den zentralen (Ent-) Ladekonzepten zählen: das kostenlose bzw. kostengünstige induktive Laden außerhalb von Spitzenlastzeiten, einfache Ladeboxen mit Option zum „verzögerten Laden“ sowie „intelligente“ Ladeboxen mit „Entlade-Option“.

## Fallbeispiele zum gesteuerten Laden und Entladen

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden acht fiktive Fallbeispiele zum gesteuerten Laden und Entladen von Elektrofahrzeugen entwickelt. Die Fallbeispiele skizzieren verschiedene Nutzertypen von Elektrofahrzeugen und jeweils spezifische Ansätze von Anreizsystemen und Geschäftsmodellen, welche die Motivation fördern sollen, das Fahrzeug als Speicher oder zum Lastmanagement zur Verfügung zu stellen. Dabei sollen die Fallbeispiele vor allem die gegenwärtige Diskussion stimulieren: Sie sollen „Systemlücken“, aber auch Synergien zwischen Nutzerverhalten, Netzanforderungen und Infrastrukturen veranschaulichen, die aus heutiger Sicht noch komplex erscheinen und oft im Detail eher schwer vorstellbar sind.

Fiktive Fallbeispiele zum gesteuerten Laden und Entladen sind:

- Das „e-Auto als Zweitwagen“, genutzt von der zweifachen Mutter Eva Stinger (44 Jahre) im Münchner Umland
- Das Elektrofahrzeug als integrierter Bestandteil eines Smart Home für „zeitgeplagte DINKS – Double Income No Kids“, genutzt von Uwe Pichler (54 Jahre) und seiner Frau Annegret (48 Jahre) in unmittelbarer Nähe von Bonn
- Das Elektrofahrzeug als Mobilitätsgarant für den „kostenbewussten Familien-Pendler“ Ingo Hartmann (45 Jahre) im Landkreis Regensburg
- „e-Transportdienste“ als Beispiel für den umweltfreundlichen Flottenbetrieb von Yilmaz Gözmen (38 Jahre) in Hamburg
- Der „e-Flotten-Firmenpool“ des innovationsorientierten Beratungsunternehmens Xenor mit Sitz in Düsseldorf und Standorten in großen Städten
- „Induktiv mit EE geladene e-Taxen“ des Berliner Unternehmens e-cab der Gründer Fabian Klose (29) und Stefan Götsche (30)
- Die „e-Carsharer“ in Form der am intermodalen Verkehr interessierten Familie Meyer aus Hamburg
- „Die elektrische Sonntagsfahrerin“ Else Büttner (69), wohnhaft in Hofheim am Taunus.

## Ansatzpunkte

Aus Sicht der Nutzer ist die Diskussion um Elektroautos in erster Linie ein Thema des Umwelt- und Klimaschutzes, das noch mit vielen Unsicherheiten behaftet ist (z. B. im Hinblick auf die Lebensdauer der Batterie oder die Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten). Neben einem Beitrag zum Umweltschutz werden seitens der Nutzer vor allem ökonomische Vorteile erwartet (z. B. Kostenersparnis bei den Energie-, Betriebs- und Ladekosten). Bestimmte Nutzergruppen besitzen gegenüber der Elektromobilität Vorbehalte, weil sie eine Einschränkung ihres bisherigen Mobilitätsverhaltens und eine Änderung ihrer Routinen befürchten.

Für V2G-Konzepte gelten all diese Aspekte umso mehr: Der Beitrag zum Klimaschutz und zur Kosteneinsparung wird verstärkt, aber auch die Risiken in Bezug auf die Technik oder die Einschränkung des Komforts erscheinen noch weitaus grösser als bei der Elektromobilität generell. Im Hinblick auf die Entwicklung von Anreizsystemen und Geschäftsmodellen zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen sind unterschiedliche Ansätze möglich:

- *Ansatzpunkt „grüne Mobilität“:* Um an das Umweltbewusstsein von Privatpersonen oder Unternehmen zu appellieren, müssen V2G-Geschäftsmodelle grundsätzlich die Zusammenhänge zwischen der vermehrten Nutzung erneuerbarer Energien und

dem Lastausgleich durch mobile Speicher verdeutlichen und erfolgreich kommunizieren.

- *Ansatzpunkt „Kostensenkung“*: Hier wären für Privatpersonen und Unternehmen Einsparungen im Bereich der Betriebskosten möglich, beispielsweise durch spezielle Ladetarife, durch die das „Tanken“ auf Dauer deutlich billiger wäre als für konventionelle Fahrzeuge. Es kann aber auch eine Kostenersparnis bei der Bereitstellung der Infrastruktur (z.B. das Ubitricity-Konzept oder Finanzierung durch Werbung), der Fahrzeuge (z.B. im Rahmen von Komplettpaketen inklusive Eigenheim, Stromanschluss o.Ä.) oder des Ladestroms (z.B. Entgeltverhandlungen zwischen EVUs und Zwischenhändlern, spezielle V2G-Tarife, kostenloses Laden an V2G-Stationen etc.) realisiert werden.
- *Ansatzpunkt „Technische Innovation“*: Die Netzintegration von Elektroautos kann Technikbegeisterten mit einem hohen Haushaltseinkommen z. B. über eine Einbindung in Smart Home-Anwendungen (z.B. Ladevorgänge als Teil eines integrierten Home&Car-Energiemanagements) oder aber über innovative Applikationen und Dienste im Zusammenhang mit der Mobilität vermittelt werden.

Die Nutzung der Potenziale von Netzintegrationskonzepten bedarf dabei nicht zuletzt einer erfolgreichen Marktkommunikation, die auch die bisherigen Akzeptanzhemmnisse gezielt anspricht (z. B. fehlendes Wissen, mangelnde Leistungsfähigkeit, defizitäre Ladeinfrastruktur). Aber auch die Stärkung der Möglichkeit, die Elektromobilität konkret und risikofrei zu testen, bietet sich an, die Abstraktion des Themas insgesamt zu überwinden. Dabei können potenzielle Nutzer durch die „Erfahrung der Elektromobilität“ im wörtlichen Sinne an Elektrofahrzeuge „gewöhnt“ werden, z.B. über Mietwagenangebote oder Road Shows.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Netzintegration weiterhin ein so genanntes „Low-Involvement“-Thema ist, mit dem die Kunden sich tendenziell im Alltag nicht befassen möchten. Hinsichtlich der aktiven Ansprache relevanter Zielgruppen ist damit zukünftig insbesondere die Frage maßgeblich, über welche Formen der Marktkommunikation oder Änderung der Entwicklungsbedingungen die Netzintegration zum High-Involvement-Thema gestaltet werden könnte.

# 1 Vorwort

Der geplante Atomausstieg bis 2022 erfordert einen starken Ausbau der Nutzung regenerativer Energiequellen. Die deutsche Stromversorgung komplett auf erneuerbare Energien umzustellen, verlangt jedoch einen Netzausbau sowie den Ausbau von Speicherkapazitäten, was erhebliche Investitionen mit sich bringt. Elektrofahrzeuge als „mobile Speicher“ bieten aus dieser Perspektive grundsätzlich die äußerst attraktive Möglichkeit, zum einen Netzausbaukosten sowie zum anderen Kraftwerkskapazitäten zu verringern. Für beide Optionen ist es maßgeblich, dass ausreichend viele Elektrofahrzeuge genutzt werden und diese über eine ausreichend lange Zeit ans Netz angeschlossen sind.

Für die optimale Dimensionierung der Netze ist es zunächst von großer Bedeutung, dass sie über den Tag verteilt möglichst gleichmäßig belastet werden. Mit dem Anstieg des Anteils erneuerbarer Energien werden dabei die Schwankungen im Netz zunehmen und somit wird es immer dringlicher, einen Lastausgleich zwischen Zeiten vorzunehmen, in denen viel und solchen, in denen wenig Strom zur Verfügung steht. Dieser Ausgleich wird in erster Linie über den Strompreis erfolgen, der bei Lastspitzen hoch und bei Lastüberschüssen niedrig ist. Für die Nutzer von Elektrofahrzeugen bedeutet dies, dass die Ladezeiten zu möglichst günstigen Tarifen erfolgen. Dafür ist es nötig, dass über eine uni-direktionale, über Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) gestützte Verbindung zwischen Auto und Netz nicht nur die Ladeleistung und -zeit gemessen werden, sondern auch der Ladezeitpunkt bestimmt und die Fahrzeuge für den Energieversorger zum Zweck des Lastmanagements gesteuert werden können. In diesem Fall können die Netze ggf. geringer dimensioniert werden und die dadurch entfallenden Netzausbaukosten für die Subventionierung der teuren Ladeinfrastruktur genutzt werden. Für den Nutzer ist in diesem Fall die gesteuerte Ladung zu günstigen Tarifen ein Anreiz, das Fahrzeug ans Netz anzuschließen, auch wenn es an sich gerade nicht geladen werden müsste. Darüber hinaus sind weitere Geschäftsmodelle denkbar, die die Motivation erhöhen, das Auto mit dem Netz zu verbinden, z.B. indem günstige Pauschalverträge mit der Auflage von „Bereitschaftsstunden“ verknüpft oder Induktionsparkplätze, die einen ständigen Zugriff auf das Fahrzeug erlauben, mitfinanziert werden.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien bringt jedoch ebenfalls mit sich, dass dezentrale Subnetze entstehen, die sich einen großen Teil der Zeit mit Wind- oder Solarkraft „selbst versorgen“. Dies könnte eigentlich dazu führen, dass der Kraftwerkspark insgesamt geringer dimensioniert wird – wenn es nicht gelegentlich wind- oder sonnenarme Zeiten gäbe, in denen diese Subnetze gleichzeitig auf das Gesamtnetz zugreifen müssen und in der Folge eine extreme Lastspitze entsteht. Elektrofahrzeuge können für diesen Fall als potenzielle Energiespeicher zur Verfügung gestellt werden und diese Lastspitze mildern. Sie würden damit zwar lediglich optional für den „Notfall“ bereit stehen, diese Option hat aber eine so immense Bedeutung für die Auslegung des gesamten Kraftwerksparks, dass die dadurch eingesparten Kosten ebenfalls für die Subventionierung der Batterien oder der Ladeinfrastruktur genutzt werden könnten. Um das Fahrzeug optional als Speicher nutzen zu können, ist eine bi-direktionale, IKT-gestützte Kommunikation zwischen Netz und Auto nötig, über die zusätzlich zu den Funktionen der uni-direktionalen Verbindung auch eine gesteuerte Entladung der Batterie sowie die entsprechende Abrechnung der Leistung möglich ist. Für den Nutzer bedeutet die Bereitstellung seines Fahrzeugs zum Entladen einen deutlichen Eingriff in seine Nutzungsroutinen und -autonomie, so dass er nur bei sehr starken Anreizen,

äußerst attraktiven Geschäftsmodellen und einem möglichst geringen Eingriff in seine Alltagsroutinen dazu bereit wäre.

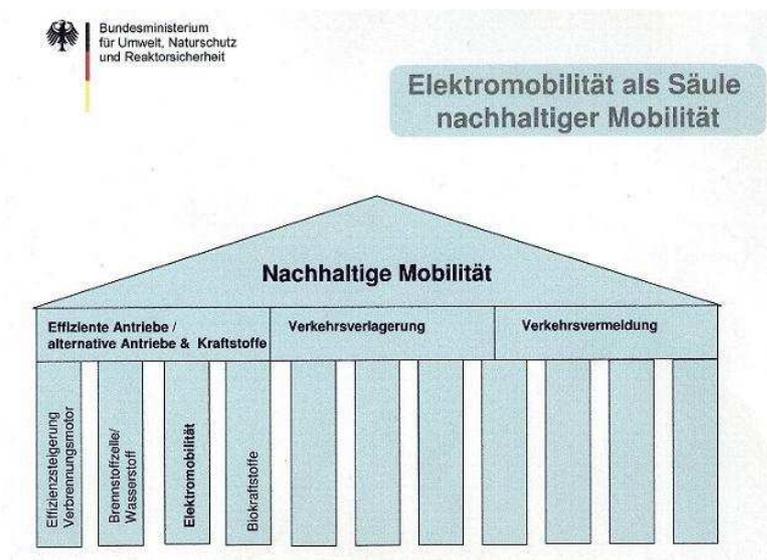
Insgesamt ist also die Diskussion um die Netzintegration von Elektrofahrzeugen deutlich von den Interessen der Energieversorger geprägt, deren Ideal lange Standzeiten der „mobilen Speicher“, d.h. der Elektrofahrzeuge, mit einer bi-direktionalen Verbindung zum Netz sind. Dem gegenüber stehen die Nutzer, die den Zusatzaufwand, das Auto an das Netz anzuschließen, auch wenn es aus ihrer individuellen Sicht und Bedarfslage gar nicht nötig ist, in der Regel nur aufbringen, wenn es sich „auszahlt“, z.B. indem der Ladestrom die Batterie oder die Ladeinfrastruktur günstiger werden oder ein ideeller Wert hinzukommt wie die Garantie von „grünem Strom“. Neben Anreizen und Geschäftsmodellen, die diese Benefits bereitstellen, gibt es weitere, die dazu dienen, den Zusatzaufwand für eine „ständige Netzbereitschaft“, beispielsweise über induktive Ladung oder eine Ausrichtung des (Ent-)Ladeprofiles an ohnehin bestehende Standzeiten, möglichst gering zu halten.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Perspektive der Nutzer in die Diskussion um die Netzintegration von Elektrofahrzeugen einzubringen. Hierfür werden zunächst in Kapitel 2 einige soziologische Grundlagen erläutert, die für das Verständnis des Nutzerverhaltens angesichts technologischer Innovationen hilfreich sind. Daraufhin werden in Kapitel 3 aus aktuellen Studien die derzeitigen Erkenntnisse zur Akzeptanz der Elektromobilität im Allgemeinen, Mobilitätsroutinen zentraler Nutzergruppen sowie bestehenden Geschäftsmodellen zusammengetragen. Diese konzentrieren sich auf die Elektromobilität im Allgemeinen, da derzeit so gut wie keine aussagekräftigen Ergebnisse zum Nutzerverhalten und der Nutzerakzeptanz von Netzintegrationskonzepten vorhanden sind. Sozialwissenschaftliche oder psychologische Ergebnisse aus Modellprojekten zu Elektromobilität, die nur bedingt übertragbar sind, sind ebenfalls in diesem Kapitel aufgeführt.

Um die Diskussion um zukünftige zielgruppenspezifische Anreize und Geschäftsmodelle anzuregen, wurden in Kapitel 5 Fallbeispiele zum gesteuerten Laden und Entladen erstellt. Diese wurden auf Basis der Literaturanalyse zu derzeitigen Akzeptanzstrukturen, Nutzungsroutinen und Geschäftsmodellen sowie einer Analyse zentraler Schlüsselfaktoren für Netzintegrationskonzepte in Kapitel 4 zusammengestellt. In Kapitel 6 werden die Fallbeispiele bewertet und ein Fazit zu den Anreizen und Geschäftsmodellen zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen aus Nutzersicht gezogen.

## 2 Einleitung

Elektromobilität wurde schon vor über hundert Jahren als Antriebsalternative für Autos gehandelt, aber „die überlegene und eine kostengünstige und scheinbar unendliche Verfügbarkeit des Energieträgers Öl“ führte letztlich doch zu einer Dominanz des benzinbetriebenen Autos (Spath/ Pitschesrieder 2010, S. 11). Heute findet aufgrund der Verknappung des Öls, verschärft durch den ansteigenden Individualverkehr in Asien, und aufgrund umweltpolitischer Ziele, die v.a. den Ausstoß von CO<sub>2</sub> Emissionen begrenzen sollen, erneut ein Paradigmenwechsel hin zum Elektrofahrzeug statt, da Elektromobilität grundsätzlich das Potenzial hat, CO<sub>2</sub>-neutral zu sein. Gleichzeitig werden Lösungen gesucht, um insbesondere in Großstädten und Megacities dem Stauaufkommen und den Emissionen durch den motorisierten Individualverkehr (MIV) entgegen zu treten. Die Elektromobilität stellt in diesem Zusammenhang eine Säule der nachhaltigen Mobilität und somit ein zentrales politisches Handlungsfeld dar (Becker 2010):



**Abbildung1: Elektromobilität als Säule nachhaltiger Mobilität**

Das Interesse an der für Elektromobilität ist dabei nicht nur im Verkehrssektor gestiegen. Auch für den Energiesektor findet die gesteuerte Ladung von Elektrofahrzeugenzunehmend Beachtung, um die Netzintegration der steigenden Nutzung Erneuerbarer Energieträger zukünftig zu optimieren. Da die Einspeisung von Wind- und Solarenergie im Tages- und Wochenverlauf fluktuiert, können Elektrofahrzeuge, die über Smart Meter mit Lastgangzähler geladen werden zum einen zeitlich versetzt geladen und dazu genutzt werden, Lastspitzen zu vermeiden (DSM - Demand Side Management). Zum anderen können die Fahrzeuge auch gesteuert geladen werden und auf Abruf wieder ihre Energie an das Netz abgeben.

Der Energiefluss zwischen Netz und Elektrofahrzeug kann bei der Nutzung des Fahrzeugs als mobilem Speicher in zwei Richtungen erfolgen: In Zeiten eines Energieüberschusses können die Fahrzeugbatterien in der Richtung Grid-to-Vehicle (G2V) als Speicher genutzt werden, während in Zeiten einer hohen Energienachfrage die Energie wieder in Richtung Vehicle-to-Grid (V2G) an das Netz abgegeben werden kann. Für Konzepte, die das Fahrzeug für das Netz und dessen Stabilität nutzbar machen sollen und dafür sowohl das gesteuerte Be- als auch das Entladen umfassen, kann der Begriff V4G, also Vehicle-for-Grid genutzt werden (vgl. z.B. Forum IKT für Elektromobilität auf dem VDE-Kongress am 8./9.11.10 in Leipzig).

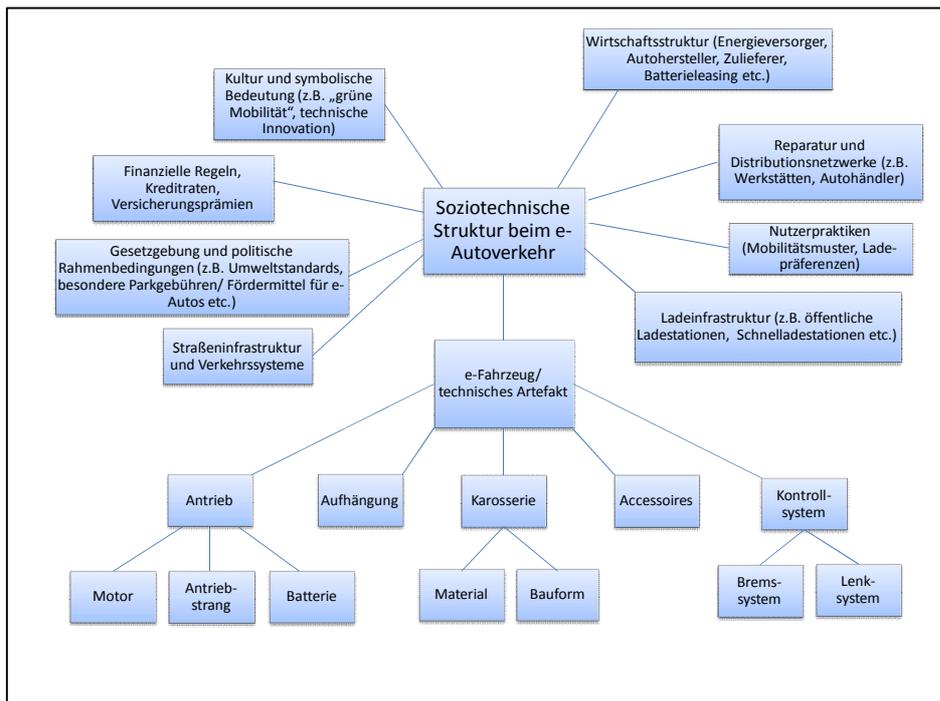
Einige Autoren wie z.B. Janner et al. (2011) nutzen allerdings für das gesteuerte Entladen ebenfalls den Begriff V4G. Zudem hat sich als übergeordnetes Konzept der Netzintegration von Elektrofahrzeugen, das die beiden Flussrichtungen vom Netz zum Fahrzeug und zurück integriert, vor allem international weitgehend der Begriff Vehicle-to-grid (V2G) durchgesetzt (vgl. u.a. Lund/ Kempton 2008, Sovacool/ Hirsh 2009, Chakraborty et al. 2011). Auch Richter und Steiner (2011) bezeichnen G2V im Sinne des gesteuerten Beladens von Elektrofahrzeugen „als Unterform des V2G“ (ebda, S. 2).

Da für die vorliegende Studie zudem eher ganzheitliche Netzintegrationskonzepte und weniger die Stromflussrichtung von Belang sind und zudem der Begriff vor allem international stark verbreitet, werden wir ebenfalls durchgängig den Begriff V2G bzw. Vehicle-to-grid nutzen. Vehicle-to-Grid-Konzepte sind dabei so definiert, dass sie generell die Integration von Elektroautos in das Stromnetz über gesteuertes Laden oder Entladen ermöglichen. Welche Anreize und Geschäftsmodelle nötig sind, um bestimmte Nutzergruppen dazu zu bewegen, ihr Fahrzeug für V2G zur Verfügung zu stellen, ist dabei die zentrale Forschungsfrage der vorliegenden Studie.

Die Voraussetzung für den Erfolg von V2G-Konzepten ist allerdings, dass es überhaupt genügend Elektrofahrzeuge gibt, die für die Netzintegration in Frage kommen. Ob sich die Elektromobilität generell durchsetzen wird, hängt dabei zu einem großen Teil von der „Akzeptanzspanne“ der potenziellen Nutzer ab, denn sie werden zum einen in der Einführungsphase mit vielfältigen Beeinträchtigungen wie hohen Anschaffungskosten, niedrigen Batterielebensdauern oder langen Ladezeiten leben müssen. Zum anderen werden sie aber auch von neuen Möglichkeiten profitieren: Hierzu zählt das „Auftanken“ zuhause, aber auch der lärm- und emissionsfreie Verkehr. Um die Hindernisse der Elektromobilität im Allgemeinen und der Netzintegration im Speziellen zu überwinden, werden Nutzer einen stärkeren und einfacheren Zugang zu Informationen, eine breite Verteilung der Ladeinfrastruktur, auch über nationale und europäische Grenzen hinweg, finanzielle oder steuerliche Anreize sowie nutzerfreundlichere Dienstleistungen verlangen. Damit werden nicht nur Anforderungen an das Fahrzeug, sondern an das gesamte soziotechnische System „Mobilität“ gestellt.

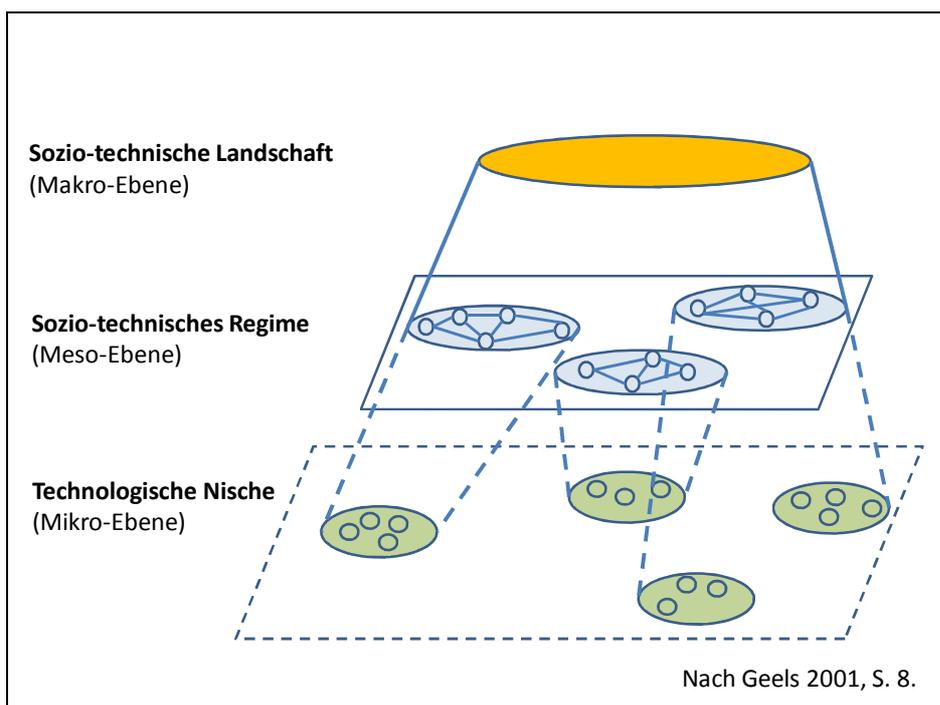
## **2.1 Wandel des soziotechnischen Systems „Mobilität“**

Die Veränderungen, die durch die derzeit massive Förderung der Elektromobilität vorangetrieben werden, bedeuten einen tiefgreifenden Einschnitt in das soziotechnische System „Mobilität“. Dabei entstehen vielfältige Wechselwirkungen zwischen den sozialen, technologischen und wirtschaftlichen Faktoren, die das komplexe Beziehungsgefüge des motorisierten Individualverkehrs (MIV) bestimmen (nach Geels 2001, S. 3):



**Abbildung2: Elemente der soziotechnischen Struktur beim e-Autoverkehr**

Ein verstärkter Anteil der Elektromobilität geht demnach weit über Veränderungen in der Antriebstechnik hinaus und hat ebenfalls einen Einfluss auf alltägliche Routinen, Infrastrukturen, Regeln oder Gesetzgebungen. Ein solcher tiefgreifender Wandel wird als Technologische Transformation (technological transition) bezeichnet. Nach Geels (2001) beinhalten Technologische Transformationen „nicht nur Veränderungen der Technologie, sondern auch Änderungen der Nutzerpraktiken, der Regulationen, der wirtschaftlichen Netzwerke (Beschaffung, Produktion, Distribution), der Infrastrukturen und der symbolischen Bedeutung oder Kultur“ (Geels 2001, S. 2, eigene Übersetzung).



### **Abbildung3: Mehrebenen-Modell Technologischer Transformationen**

Der technologische Wandel entwickelt sich dabei im Zusammenspiel der Mikro-, Meso- und Makro-Ebene: Innovative soziale oder technologische Praktiken entstehen oft im „geschützten Raum“ der Nische, entwickeln sich durch Institutionen oder Infrastrukturen zur allgemeinen Praxis im soziotechnischen Regime und werden durch die übergeordnete gesellschaftliche oder politische Landschaft mitbestimmt. Im Laufe der Etablierung von Innovationen bilden sich dabei bestimmte Pfadabhängigkeiten aus, die die weitere Entwicklung mitprägen und auch dazu beitragen, dass bestimmte Akteure, Technologien oder Praktiken dominieren (vgl. Schreyögg/ Sydow/ Koch 2003).

Auf technologischer Seite zeichnen sich derzeit schon viele Pfade der Technologischen Transformation ab, die das Angebot von Elektrofahrzeugen, aber auch der entsprechenden Infrastruktur zum Laden bzw. Entladen prägen werden. So konzentrieren sich beispielsweise Automobilhersteller und Zulieferer auf die Lithium-Ionen-Batterie als Speicher und in verschiedenen Modellprojekten wird die Marktreife von Stromtankstellen, Steckverbindern oder Smart Cards zur Abrechnung vorangetrieben. Die damit zusammenhängenden Lade- und Entladeprozesse, Abrechnungssysteme und Wirkungen auf Netzsysteme sind ebenfalls Thema unterschiedlicher Studien zu technischen Parametern der Elektromobilität (z.B. IAO et al 2010, Hüttl et al 2010).

IKT-Lösungen werden in diesem Kontext eine wesentliche Rolle bei der Akzeptanz elektromobiler Mobilitätskonzepte spielen. Schon konventionelle verbrennungsmotorbasierte Fahrzeuge sind bei wachsenden Kundenanforderungen an Fahrsicherheit und effizienten Kraftstoffverbrauch stark abhängig von der Entwicklung der Fahrzeugtelematik. Intelligente, anpassungsfähige und kontextbewusste Informations- und Kommunikationstechnologien werden als ein Schlüssel zur Erfüllung dieser Ansprüche gesehen (Meyer/ Valldorf 2010). Es ist zu erwarten, dass diese Anforderungen bei Elektroautos mindestens genauso hoch sind und dass angesichts der noch begrenzten Erfahrungen mit diesen Fahrzeugen neue Herausforderungen eintreten werden. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass IKT-Lösungen idealerweise die Grundlage für eine möglichst reibungslose Verknüpfung zwischen Fahrzeug, Nutzer und Ladeinfrastruktur darstellen. Auch in diesem Bereich existieren bereits technisch bis zur Marktreife entwickelte Produkte (Schnittstellen, Abrechnungssysteme etc.).

Demgegenüber befinden sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Elektromobilität noch in einer ergebnisoffenen Entwicklungsphase, in der sich zwar erste Linien abzeichnen, aber grundlegende Pfade erst gering festgelegt sind. Dabei ist anzunehmen, dass sich der Vertrieb von Elektrofahrzeugen nicht maßgeblich von den derzeitigen Vertriebsstrukturen unterscheiden wird. Allerdings sind insbesondere im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen und -infrastrukturen noch viele Fragen hinsichtlich der elektromobilitätsbezogenen Marktstrukturen offen. Die Mitglieder des europäischen Verbands der Elektrizitätswirtschaft EURELECTRIC heben in diesem Kontext vier grundlegende Marktmodelle für Ladeinfrastrukturen hervor, die derzeit zur Diskussion stehen (EURELECTRIC 2010, S. 13 ff., vgl. auch Kapitel 3.3):

1. *Das integrierte Infrastruktur-Modell:* Hierbei gehört dem Netzbetreiber die gesamte Ladeinfrastruktur. Investitionen in den Netzausbau werden über den Marktpreis refinanziert und der Kunde schließt wie bei Stromverträgen einen Elektromobilitätsvertrag mit dem jeweiligen Stromanbieter.
2. *Das getrennte Infrastruktur-Modell:* Bei diesem Modell gibt es einen eigenständigen „Ladeinfrastruktur-Betreiber“ als neuen, unabhängigen Teil der Wertschöpfungskette

zwischen Kunde und Stromanbieter. Der „Ladeinfrastruktur-Betreiber“ erhebt eine Gebühr, über die zum einen das Netzwerkmanagement (zur Koordination des Zahlungs- und Datenverkehrs zwischen Anbieter, Netzbetreiber etc.) und zum anderen der Betrieb- und die Wartung der Ladestationen finanziert werden.

3. *Das unabhängige Elektromobilitätsmarkt-Modell:* In diesem Modell gibt es einen unabhängigen Elektromobilitätsanbieter, der das Ladestationen-Netzwerk errichtet und den Strombezug mit weiteren Dienstleistungen bündelt, über die die Infrastruktur refinanziert wird. Die Verträge mit den Nutzern können, ähnlich wie bei Handy-Flatrates, pauschalisiert werden. Die Autoren gehen davon aus, dass ein solcher Markt zumindest zu Beginn national oder regional monopolisiert ist und der Elektromobilitätsanbieter ein öffentliches oder öffentlich reguliertes Unternehmen oder ein national lizenziertes privates Unternehmen ist.
4. *Das Standortbesitzer-Ladestationen-Modell:* Bei diesem Modell wird die Ladestation vom Grundstücksbesitzer bzw. einem Pächter betrieben. Im öffentlichen Raum kann die Kommune Lizenzen an neue Elektromobilitätshändler verkaufen, die dann auch die Ladeinfrastruktur bereitstellen. Beim Standortbesitzer-Modell konkurrieren die Anbieter mit Ladeoptionen zuhause oder am Arbeitsplatz, sowie mit Anbietern, die durch kostenloses Laden (z.B. in Shoppingcentern am Stadtrand) Kunden anziehen möchten.

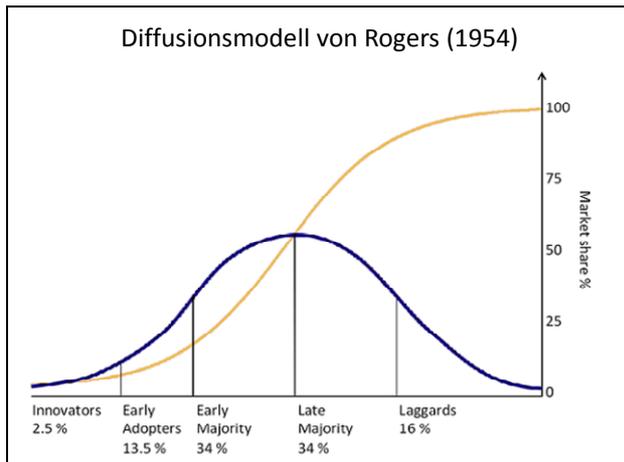
Je nach Marktmodell werden andere Wege zur Verbreitung von Ladeinfrastrukturen und entsprechender Mobilitätsdienstleistungen, insbesondere auch im Hinblick auf die Netzintegration von Elektrofahrzeugen verfolgt. Die Entwicklungspfade schließen sich dabei nicht zwingend gegenseitig aus: Es können auch innerhalb eines nationalen Marktes verschiedene Optionen nebeneinander vorliegen.

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stehen dabei in einem engen Wechselspiel mit der Nutzerakzeptanz der Technologien, aber auch der Anreize und Geschäftsmodelle, die zu einer weiteren Verbreitung der Elektromobilität beitragen sollen. Akzeptanzfaktoren, Innovations- und Diffusionsbedingungen sind in diesem Zusammenhang jedoch bisher nur ansatzweise untersucht worden.

## **2.2 Akzeptanz von Innovationen**

Der Gedanke der Netzintegration von Elektroautos, Lasten im Netz auszugleichen und damit generell einen Beitrag zur weiteren Verbreitung erneuerbarer Energien zu leisten, ist für die Allgemeinheit nur schwer nachvollziehbar. Das liegt zum einen an den komplexen Wechselwirkungen und Unsicherheiten, die selbst für Experten noch viele offene Fragen bereithalten. Zum anderen sind auch die Technologien vom e-Fahrzeug über die Ladeinfrastruktur bis hin zu integrierten Smart Home-Energiemanagementsystemen für viele Nutzer unbekannt und daher eher mit Unsicherheiten und mit unbegründeten Erwartungen und Vorbehalten behaftet.

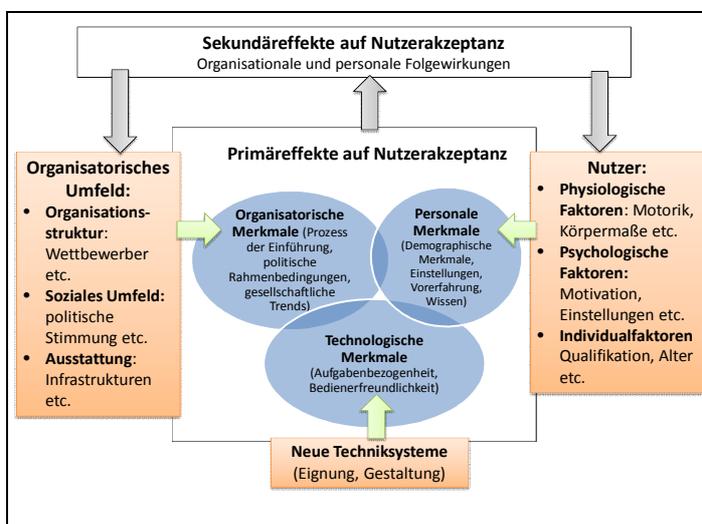
Die Akzeptanz von technologischen Innovationen wird im Kontext von Diffusionsmodellen diskutiert, die dazu beitragen sollen, die zukünftige Verbreitung einer Innovation einschätzen zu können. Rogers (1954) hat hierzu ein Modell entwickelt, das auch heute noch für viele Marktstudien und gesellschaftliche Analysen als theoretische Grundlage genutzt wird:



**Abbildung4: Diffusionsmodell von Rogers (1954)**

Die wichtigste Botschaft dieses Diffusionsmodells ist, dass die Marktdurchdringung von der Akzeptanz verschiedener Bevölkerungsgruppen abhängig ist und soziale, technologische oder auch politische Innovationen daher Zeit brauchen, um einen breiten Anteil der Bevölkerung zu erreichen. So interessieren sich lediglich 16 % (Innovatoren und Early Adopters) der anvisierten Zielgruppe für neue Technologien oder Praktiken, während etwa die Hälfte der Zielgruppe erst nach der Etablierung einer Innovation diese ebenfalls annehmen wird. Demnach ist für die Abschätzung der Akzeptanz von Geschäftsmodellen zur Netzintegration zu beachten, dass ein Großteil der Nutzer von Elektroautos, die an sich schon eine technologische Innovation bedeuten, erst nach einer Etablierung von V2G-Konzepten diese auch in Anspruch nehmen werden.

Während sich Diffusionsmodelle im Kern auf die Makroebene beziehen, befassen sich Akzeptanzstudien vielmehr mit dem direktem Einfluss auf das und vom Individuum. Um also die persönliche Bereitschaft zur Nutzung von V2G-Konzepten einschätzen zu können, bieten Akzeptanzstudien generelle Hinweise auf mögliche Chancen oder auch Barrieren, die aus individuellen Einstellungen der potenziellen Nutzergruppen resultieren. Innerhalb der Akzeptanzforschung gibt es eine Vielzahl an Definitionen und Modellen, die jedoch drei grundsätzlichen Varianten zugeordnet werden können: Input-Modelle, Input-Output-Modelle und Rückkopplungsmodelle (Schnell 2009, S. 5). Die vorliegende Studie bezieht sich dabei auf das Rückkopplungsmodell nach Reichwald (1978, nach Schnell 2009, S. 6):



**Abbildung5: Rückkopplungsmodell nach Reichwald (1978)**

Hierbei stehen als primäre Einflussfaktoren auf die Nutzerakzeptanz organisatorische, personale und technologische Merkmale im Vordergrund. Eine Rückkopplung besteht insofern mit den organisatorischen, personalen und technologischen Rahmenbedingungen, als diese einerseits Einfluss auf die Nutzerakzeptanz haben, aber auch durch diese mitgeprägt werden.

Bei der Einführung neuer bzw. noch nicht marktreifer Technologien und der Einschätzung der entsprechenden Nutzerakzeptanz sind typischerweise eine Reihe von grundsätzlichen Problemen zu berücksichtigen (Wilde/ Hess/ Hilbers 2008):

- *Problem der internen Validität:* Die untersuchten Technologien, hier die Technologien der Elektromobilität, sind für Probanden nur schwer vorstellbar. Die in der Regel bevorzugten Erhebungsinstrumente „Fragebogen“ und „Interview“ können hieran nur wenig ändern.
- *Problem der Theoriebasis:* Viele Akzeptanzmodelle sind sehr generell formuliert und werden dem Untersuchungsgegenstand nur ungenügend angepasst, so dass beispielsweise hedonistische oder emotionale Faktoren unterschätzt und entscheidende Technologiecharakteristika nicht ausreichend berücksichtigt werden.
- *Problem der Stichprobe:* Um die Technologiecharakteristika einfacher vermitteln zu können, wird häufig mit innovationsfreudigen und technisch versierten Probanden („Early Adopters“) gearbeitet, wobei insbesondere innerhalb psychologischer Studien oft Studentengruppen befragt werden („Convenience Samples“). Dies führt zu deutlichen Einbußen bei der Generalisierbarkeit der Ergebnisse.

Tatsächliche Nutzererfahrungen, die die valideste Basis für Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen darstellen würden, können auch im Kontext der Elektromobilität nur beschränkt als Grundlage für die Akzeptanzforschung herangezogen werden. Befragungen potenzieller Nutzerinnen und Nutzer dazu, ob bzw. unter welchen Umständen sie bereit wären, ein Elektroauto zu kaufen und dieses ggf. als „Puffer“ dem Netz zur Verfügung zu stellen, haben das Problem, dass Einschätzungen zu dem neuen, noch wenig bekannten System der Elektromobilität für einen großen Teil der Bevölkerung schwierig sind. Sie beruhen in der Regel auf einem Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen auf der Basis bisheriger Mobilitätsmuster und bieten daher nur generelle Hinweise auf eine mögliche, aber keine tatsächliche Akzeptanz.

Dennoch lassen sich aus den bisherigen Studien für eine Abschätzung der zukünftigen Verbreitung der Elektromobilität hilfreiche Erkenntnisse zur Akzeptanz von Elektrofahrzeugen im Allgemeinen und damit zu möglichen Nutzergruppen für Netzintegrationsangebote im Speziellen gewinnen. Diese werden im Folgenden dargelegt.

### 3 Literaturlauswertung zur Akzeptanz der Elektromobilität als Stellglied im Stromnetz

Ob und wie Elektrofahrzeuge als mobile Speicher genutzt werden, hängt maßgeblich von drei Faktoren ab:

1. **Bereitschaft zur Nutzung von Elektrofahrzeugen:** Die Anzahl der in Nutzung befindlichen Elektroautos bestimmt grundsätzlich die potenzielle maximal verfügbare Masse an mobilen Speichern. Wird die Elektromobilität von der Bevölkerung nicht akzeptiert, so eröffnen sich auch für die Netzintegration keine ertragreichen Entwicklungsperspektiven. Viele Akzeptanzfaktoren betreffen daher die Elektromobilität im Allgemeinen.
2. **Nutzungsmuster:** Die Nutzungsroutinen der unterschiedlichen Nutzergruppen geben an, wann und wie lange ein Elektrofahrzeug dem Netz zur Verfügung gestellt werden kann.
3. **Anreize und Geschäftsmodelle:** Wenn eine generelle Bereitschaft zur Nutzung von Elektrofahrzeugen besteht und die Nutzungsroutinen nicht stark beeinträchtigt werden, kann die Bereitschaft, das Elektrofahrzeug als mobilen Speicher dem Stromnetz zur Verfügung zu stellen durch entsprechende Anreize und Geschäftsmodelle deutlich erhöht werden. Ungeeignete Geschäftsmodelle können entsprechend akzeptanzhemmend wirken.

Im Folgenden wird der derzeitige Wissensstand aus Literatur und Studien zu diesen drei Faktoren zusammengetragen, um die Potenziale der Netzintegration von Elektrofahrzeugen im Kontext der gesellschaftlichen und sozialen Rahmenbedingungen einschätzen zu können.

#### 3.1 *Bereitschaft zur Nutzung von Elektrofahrzeugen*

Um die Bedeutung von Elektrofahrzeugen als „Puffer“ für das Netz einschätzen zu können haben, ist zunächst eine Abschätzung sinnvoll, welche Nutzergruppen sich möglicherweise generell ein Elektrofahrzeug anschaffen werden und wie sie dieses dann voraussichtlich nutzen werden. Daraus lässt sich ableiten, welche Anreize und Geschäftsmodelle besonders geeignet sind, um diese Nutzergruppen dazu zu bringen, ihr Fahrzeug dem Netz zur Verfügung zu stellen. Daher werden im Folgenden zunächst relevante Erkenntnisse aus der Literatur zur Akzeptanz der Elektromobilität im Allgemeinen zusammengetragen und daraus Schlussfolgerungen für potenzielle Nutzergruppen von Elektrofahrzeugen gezogen.

##### 3.1.1 **Studien und Literatur zur Akzeptanz und Nutzung von Elektrofahrzeugen**

Die Entwicklung der Elektromobilität wird in Deutschland mit großem Interesse und einer hohen Erwartungshaltung verfolgt und politisch aktiv betrieben. Die umfassende Einführung von Elektrofahrzeugen setzt dabei die Akzeptanz der Elektromobilität sowohl in gesamtgesellschaftlicher als auch individueller Perspektive voraus. Die Bereitschaft, das Elektrofahrzeug temporär dem Stromnetz als Speicher zur Verfügung zu stellen, um dessen Stabilität mit Blick auf zunehmende dezentrale und fluktuierende Energieerzeuger zu gewährleisten, ist eng mit dem Besitz des Elektroautos oder –fahrrads gekoppelt. Grundsätzlich gilt dabei: Je mehr Elektrofahrzeuge potenziell dem Netz zur Verfügung stehen, desto größer wird ihr Beitrag zum Ausgleich von Lastschwankungen sein.

Im Folgenden wird ein Überblick über die Akzeptanzstudien zur Elektromobilität gegeben. Die Literatur- und Quellenanalyse berücksichtigt dabei primär Erkenntnisse aktueller *Elektromobilitätsstudien mit Bezügen zur Akzeptanzforschung*: Hierbei geht es in erster Linie

um generelle Studien zur Marktdurchdringung (z.B. Ernst & Young 2010) von Elektrofahrzeugen. Daneben werden – soweit verfügbar - auch Erkenntnisse aus den laufenden Pilotversuchen der Bundesregierung berücksichtigt (z.B. Sächsische Energieagentur 2010). Ergänzend werden *Ergebnisse aus der Begleitforschung zu Elektrofahrzeugen der 1990er Jahre herangezogen*: Von 1992 bis 1996 wurden auf der Insel Rügen 60 Elektroautos verschiedener Hersteller getestet. Die Elektroautos, vom 3er BMW über Mercedes 190 und VW Caravelle bis zum Neoplan-Bus absolvierten rund 1,3 Millionen Testkilometer. Die Ergebnisse dieser Studien sind von Schlager (2010), aber auch der öffentlichen Presseberichterstattung aufbereitet worden. Punktuell ergänzen *Nutzerstudien in den USA zur Einführung von Hybrid-Elektrofahrzeugen* die genutzten Quellen (u.a. Heffner et al 2006).

Die Erkenntnisse aus Literatur- und Quellenanalyse zur Akzeptanz und Nutzung von Elektrofahrzeugen werden auf Grundlage der folgenden Determinanten aus der Akzeptanzforschung (vgl. Kapitel 2.2) strukturiert:

- **Personale Determinanten:** Hierzu zählen demografische Faktoren (Alter, Geschlecht etc.), aber auch Einstellungen, Vorwissen bzw. Vorerfahrungen einer Person sowie Symbolik der Innovation für die Person.
- **Technologische Determinanten:** In dieser Gruppe werden Determinanten der Aufgabenbezogenheit und Bedienerfreundlichkeit zusammengefasst.
- **Organisatorische Determinanten:** In diese Gruppe fallen Determinanten der politischen Rahmenbedingungen, des gesellschaftlichen Wandels, aber auch der Prozesseinführung.

Im Anschluss an die Darlegung der zentralen Erkenntnisse werden Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Identifikation relevanter Nutzergruppen und die Netzintegration vorgenommen.

### **Personale Determinanten**

Die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen unterscheidet sich je nach **Altersklasse**. So vertrauen nach einer Befragung von ARIS (2010) jüngere Menschen stärker darauf, dass Elektrofahrzeugen die Zukunft gehört, als ältere Menschen. 66 % der Jüngeren sind laut Studie davon überzeugt, dass Elektroautos herkömmliche Autos mit Verbrennungsmotoren ablösen werden.

Auch eine repräsentative deutschlandweite Studie des TÜV Rheinland (2010) zur Akzeptanz von Elektroautos verweist auf eine Differenzierung nach Altersklassen. So zeigen die Befragten in der Altersklasse von 18 bis 31 Jahren mit 62,1 % im Sinne der Kaufbereitschaft die höchste Affinität für die neue Technologie. Die Kaufbereitschaft sinkt in den weiteren Altersklassen um jeweils rund 2 % ab. Insgesamt wird in dieser Studie eine auffallend positive Kaufbereitschaft ermittelt, nach der mehr als die Hälfte der Befragten (54 %) in den nächsten fünf Jahren den Kauf eines Elektroautos planen würden.

Untersuchungsergebnisse der Akzeptanzforschung aus den 1990er Jahren verweisen im Hinblick auf die Differenzierung der **Geschlechter** darauf, dass überwiegend Männer zwischen 35 und 55 Jahren, die Familienväter sind, über einen höheren Bildungsabschluss und ein höheres Einkommen verfügen, in Besitz eines Eigenheims sind sowie einen überdurchschnittlich hohen Motorisierungsgrad aufweisen, das höchste Interesse an Elektrofahrzeugen zeigen (Schlager 2010).

Neben den demografischen Faktoren sind **individuelle Einstellungen** für die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen wesentlich. Zum einen spielt das Umweltbewusstsein im Zusammenhang mit der Akzeptanz von Elektromobilität eine wichtige Rolle. Der elektrische Antrieb wird als umweltschonend erachtet und die Befragten sehen in der Elektromobilität vor allem einen Beitrag zur Verminderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Als positiv werden auch ein geringer Verbrauch sowie Lärminderung hervorgehoben (TÜV Rheinland 2010). Eine Untersuchung vom Fraunhofer IAO und PWC - PriceWaterhouseCoopers (2010) ergänzt: Wegen der möglichen Reduzierung der Emissionen sehen 73 % der Befragten im Elektroauto das Fahrzeug der Zukunft. Die Hälfte der Befragten ist sich aber auch darüber im Klaren, dass Elektroautos die Umwelt nur dann tatsächlich (und nicht nur lokal) schonen, wenn der verwendete Strom ebenfalls umweltfreundlich produziert wird. Elektromobilität kann demnach – in Verbindung mit intelligenten Konzepten – die Chance bieten, Bewusstsein und Werte in Einklang mit dem tatsächlichen Verhalten zu bringen, ohne auf motorisierte individuelle Mobilität zu verzichten. Dies ist insofern relevant, als dass das Umweltbewusstsein und die Intentionen der Verbraucher, sich umweltfreundlich zu verhalten, im Konsumbereich Mobilität positiv ausgeprägt sind. Dem Verbrauchermonitor von Prognos (2010) zufolge verfügen die Verbraucher über ein hohes Problembewusstsein für den Zusammenhang von Klimaschutz und individueller Mobilität. Neben dem Umweltbewusstsein spielt zum anderen die Innovations- und Technikfreude eine große Rolle bei der Akzeptanz von Elektrofahrzeugen. Demnach lassen sich Menschen vor allem von der Technologie der Elektrofahrzeuge und ihrem innovativen technologischem Image begeistern. (Peters/ Dütschke 2010)

Neben den demografischen und einstellungsbezogenen Faktoren zählen auch die Determinanten der **Vorerfahrung oder des Vorwissens** über Elektromobilität zu den Akzeptanzfaktoren. So wird das „Wagnis Elektroauto“ eher eingegangen, wenn es zunächst auch praktisch „erfahren“ werden kann. Das Vertrauen in die Technik wachse dabei allerdings erst im Laufe der Zeit, im Zuge gesteigerter Erfahrung und des gesteigerten Wissens (Schlager 2010).

Vor diesem Hintergrund ist es durchaus problematisch, dass die Autofahrer von heute eher wenig über Elektroautos wissen. Der Studie von IAO und PWC zufolge glauben nur 9%, relativ viel darüber zu wissen, 61 % sind der Meinung, dass sie weniger wissen als der Durchschnitt (IAO /PWC 2010). Eine Studie der Technomar GmbH (2009) kommt im Rahmen einer bundesweiten Befragung von Konsumenten an TÜV-Prüfstellen und via Internet zu ähnlichen Ergebnissen, schlüsselt zudem aber auf, dass der Wissensstand beim weiblichen Teil der Bevölkerung signifikant geringer ausgebildet ist als beim männlichen Teil. Der Studie zufolge wissen 6 % der Frauen gar nichts über elektrische Fahrzeuge, 61 % verfügen über ein geringes Wissen, 20% über ein mittleres Wissen (Technomar 2009). Bei beiden Studien besitzen mehr als die Hälfte der Befragten eher wenig Wissen und nur wenige meinen, sich im Hinblick auf Elektromobilität genügend auszukennen.

Dies wird auch im internationalen Kontext bestätigt: Eine Studie des Beratungsunternehmens Ernst & Young zur Zukunft der Elektromobilität, in deren Rahmen 4.000 Menschen in den USA, Europa, China und Japan befragt wurden, bestätigt, dass 62 % der Befragten bislang nichts von der PHEV-Technologie (plug-in hybrid electric vehicle) gehört haben oder aber von ihr gehört haben, aber nicht wissen, was darunter verstanden wird. 40 % der Befragten haben zudem noch nie etwas von EV (electric vehicle) gehört bzw. wissen nicht, was hierunter zu verstehen ist (Ernst & Young 2010).

Anders sehen die Vorkenntnisse in der Gruppe der Flottenbetreiber aus: Hier kann der Informationsstand zum Thema Elektromobilität überwiegend als gut bezeichnet werden.

Einer in Sachsen durchgeführten Studie zufolge beschäftigen sich immerhin 57 % von insgesamt 376 befragten Organisationen (Energieversorgungsunternehmen, Kreisstädte und private Flottenbetreiber) derzeit mit dem Thema Elektromobilität (Sächsische Energieagentur et al 2011).

Für die Akzeptanz bei der Aneignung einer neuen Technologie weist zudem vor allem die **symbolische und emotionale Ebene** eine hohe Relevanz auf. Die Erfahrungen aus den USA zeigen, dass Hybrid-Autos als Zukunftstechnologie bewertet werden, die für die Gesellschaft und Welt insgesamt gut sind. Entsprechend fühlen sich die Nutzerinnen und Nutzer von Hybridfahrzeugen eher als integer bzw. als guter Mensch. Die Geländewagen der US-amerikanischen Automarke Hummer hingegen werden als traditionelle Technologie gewertet, die lediglich gut für den Besitzer ist (Schlager 2010). In der Folge ist es auch wesentlich, welches Image der Elektromobilität zugesprochen wird. Elektroautos tragen dabei oft das Image, dass sie „grün“ bzw. ökologisch verträglich sind. Dieses Image kann durch die Garantie von „grünem Strom“ verstärkt werden, wie es beispielsweise beim Projekt Harz.EE-mobility erprobt wurde:

#### **Harz.EE-mobility - Elektromobilität und erneuerbare Energie verbunden über das Smart Grid**

In dem Projekt wurde untersucht wie mit möglichst viel an heimischen regenerativen Energien, die schon heute im Harz einen Anteil von bis zu 60 % haben, auch Mobilitätswünsche der Menschen realisiert werden können und dabei gleichzeitig die Stabilität der Energienetze zu gewährleisten sowie Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Klimaschutz zu optimieren. Dabei standen sowohl die öffentliche Akzeptanz der Elektromobilität sowie die Nutzung der Elektromobilität zur Verbesserung der Integration regenerativer Energien im Netzbetrieb, als Beitrag zu Netzdienstleistungen, im Vordergrund.

Auf Basis von IKT wurden Ladestationen im Landkreis Harz so integriert, dass die rund 20 im Feldtest eingesetzten Elektrofahrzeuge CO<sub>2</sub>-neutralen Strom laden konnten und gleichzeitig eine hohe Reichweite der Fahrzeuge gewährleistet war.

Dazu wurde ein verteiltes Lastmanagement für die Elektromobile in bestehenden elektrischen Energiesystemen realisiert, um unter Ausnutzung von Rückspeisefähigkeit einen stabileren und zuverlässigeren Netzbetrieb zu ermöglichen. Dabei werden nicht nur die zu einem bestimmten Zeitpunkt am Netz angeschlossenen Elektromobile betrachtet, sondern auch das kurz- bis mittelfristig zur Verfügung stehende Speicherpotenzial, das durch die in der Region gerade bewegten Elektromobile und deren momentane Ladezustände gegeben ist, mittels moderner IKT und Prognoseverfahren ermittelt.

Zur Koordination der Elektrofahrzeuge sowie der elektrischen und logistischen Netze entwickelten die Projektbeteiligten eine Mobilitätsleitwarte als Web-Anwendung. Diese ermöglichte die Betrachtung unterschiedlicher Migrationsszenarien: Repräsentative Verkehrs- und Stromnetzinfrastrukturen und Nutzerprofile wurden spezifiziert und mit der Test-Fahrzeugflotte untersucht. In den Szenarien „typisch ländlich“ (Regenerative Modellregion Harz), „typisch urban“ (Stadt Magdeburg) und „typisch innerbetrieblich“ (Regionale Industrie) konnten vor allem die Anwendbarkeit, Nutzerakzeptanz und Nachhaltigkeit der Modelle sowie die entwickelten Informations- und Kommunikationskomponenten überprüft und optimiert werden.

Das Projekt zeigt damit, dass Sicherheit in Bezug auf emotionale Faktoren, die für die Akzeptanz der Elektromobilität wesentlich sind, hergestellt werden kann: Es wird die Garantie gegeben, dass das Fahrzeug CO<sub>2</sub>-neutral, und zwar auf Basis von der in der Region erzeugten regenerativen Energie, fährt, dass man mit dem Wagen nicht liegen bleiben wird und die Befürchtung ausgeräumt, dass die Netzstabilität gefährdet ist. Zudem kann damit ein „grünes“ Image der Region noch verbessert werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass personale Determinanten in erster Linie für Privatnutzer relevant sind, die sowohl aus rationalen als auch aus emotionalen Gründen ihre Kaufentscheidung für oder gegen ein Elektroauto fällen. Darüber hinaus ist für Unternehmensflotten oder Car-Sharing-Unternehmen das „grüne Image“ von Elektrofahrzeugen relevant.

### ***Technologische Determinanten***

Im Zusammenhang mit technologischen Determinanten ergeben sich zunächst Fragen der Aufgabenbezogenheit, d.h. der zweckgebundenen, technischen Eignung des PKWs. Im Hinblick auf die allgemeine **Leistungsstärke** von Elektrofahrzeugen ist erkennbar, dass Elektroautos leistungsschwächer als herkömmliche Fahrzeuge sind. Für den Großteil der Autofahrer der Welt, die durch ihre verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeuge faktisch uneingeschränkte Mobilität gewohnt sind, reichen die aktuellen Leistungsdaten wie Reichweite oder „Tankdauer“ nicht aus, um sie vom Kauf eines Elektromobils zu überzeugen (Fraunhofer IAO/ PWC 2010).

Insbesondere die geringe Reichweite der Elektrofahrzeuge schreckt die potenziellen Nutzer ab (Schlager 2010, IAO/ PWC 2010). Allerdings liegt ein großer Teil der Fahrleistung der Bevölkerung in Deutschland für Fahrten zur Arbeit, Einkauf und Freizeitaktivitäten einer Untersuchung des TÜV Rheinland (2010) zufolge bei maximal 150 Kilometern täglich. Die gegenwärtig wirtschaftlich und technisch mögliche Reichweite von Elektrofahrzeugen reicht damit in der Regel für den alltäglichen Bedarf an Fahrten aus: Herkömmliche Elektrofahrzeug besitzen eine Reichweite von 150 km und könnten über Nacht wieder voll aufgeladen werden (TÜV Rheinland 2010).

Kritischer Punkt bei Elektrofahrzeugen ist die Batterieleistung. Entsprechend kommt der Weiterentwicklung der Batterietechnologie im Hinblick auf den Erfolg oder Misserfolg der Elektromobilität in Deutschland eine große Bedeutung zu. Ihre Speicherkapazität und Ladedauer bestimmen das Nutzungskonzept, ihre Energiedichte und geometrischen Ausmaße legen das Design und das Fahrzeugkonzept fest und ihre hohen Material- und Fertigungskosten bestimmen den Preis bzw. das zugehörige Geschäftsmodell (IAO /PWC 2010).

Unter Akzeptanzaspekten ist hierbei auffällig, dass die Leistungsfähigkeit von Elektrofahrzeugen im Vergleich mit herkömmlichen Automobilen gezogen wird, nicht aber unter Aspekten ggf. neu eruiertes grundsätzlicher Mobilitätsanforderungen oder grundsätzlich veränderter, intermodaler Mobilitätsstrukturen. Dies entspricht der Feststellung, dass „kognitive Dissonanzen [...] unter Autofahrern weit verbreitet“ sind (Canzler 2011).

Neben den Determinanten der Aufgabenbezogenheit sind Determinanten der **Bedienerfreundlichkeit** wesentlich. Eine wichtige Determinante sind hierbei die Ladeoptionen der Batterie. Für die absolute Mehrheit der Autofahrer (95 %) wird Elektromobilität positiv mit der Möglichkeit assoziiert, die Batterie zu Hause zu laden (IAO/

PWC 2010). Fast genauso viele sagen, dass auch ausreichend öffentliche Ladestationen zur Verfügung stehen müssen. Zur Bedienerfreundlichkeit gehört dabei zwar auch die Möglichkeit der Schnellladung, aber die meisten Befragten stufen die Verfügbarkeit einer Ladeinfrastruktur wichtiger ein als eine kurze Ladedauer unter sechs Stunden (IAO/ PWC 2010). Beim Projekt Future Fleet wurde außerdem deutlich, dass die Interfaces bzw. die Software, in diesem Fall zur Buchung eines Flottenfahrzeugs, nutzerfreundlich gestaltet werden muss (Deffner et al 2011, S. 57).

Bezüglich der Festlegung auf eine einheitliche Ladeinfrastruktur, die einen wesentlichen Einfluss auf die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen haben wird, besteht jedoch nach Auffassung der NPE - Nationalen Plattform Elektromobilität aktuell großer Handlungsbedarf. Es bedürfe dringend einer Harmonisierung von nationalen Regulierungen zugunsten von gesamteuropäischen bzw. internationalen Lösungen (NPE 2011). Die Akzeptanz der Ladeinfrastruktur wird dabei auch wesentlich von einem effizienten Störungsmanagement abhängen.

Eine zentrale Aussage im Zusammenhang mit dem Lademanagement ist, dass der Einsatz als mobiler Speicher vor allem dann akzeptiert wird, wenn die Nutzerinnen und Nutzer mit diesem Thema möglichst wenig konfrontiert werden und keinen Zusatzaufwand oder Nachteile wahrnehmen. Dies beginnt bei der konkreten Handhabung wie zusätzlicher Dateneingaben zum (Ent-)Ladeprozess und reicht bis zur Problematik der vorzeitigen Batteriealterung durch eine höhere Anzahl von Ladezyklen (Fraunhofer IAO/ PWC 2010).

Neben Kriterien der Bedienerfreundlichkeit zählt auch eine **positive Einschätzung der Fahreigenschaft** von Elektrofahrzeugen zu den wesentlichen Akzeptanzfaktoren. Aktuelle Studien, die Ergebnisse aus den Feldtests der Modellprojekte, aber auch bereits die Erkenntnisse aus den Pilotversuchen in den 1990er Jahren (vgl. Schlager 2010) verweisen immer wieder auf eine positive Einschätzung der Fahreigenschaften: Elektrofahrzeugen wird eine einfache Handhabung, Wendigkeit, ein angenehmes Fahrgefühl und entspanntes Fahren zugesprochen. Insbesondere das hohe Anfahrtdrehmoment und das Beschleunigungsverhalten werden positiv wahrgenommen.

Insgesamt sind die technologischen Akzeptanzdeterminanten vor allem für Flottenbetriebe oder Verkehrsunternehmen von Belang, da hier zum einen derzeitige Schwächen hinsichtlich der Leistungsstärke von Elektrofahrzeugen innerhalb des gesamten Fuhrparks ausgeglichen, aber zum anderen auch technische Vorteile der Elektromobilität wie die Ladung der Batterie über die eigene Infrastruktur genutzt werden können. Für Privatanutzer stellen die derzeitigen technischen Determinanten der Elektromobilität hingegen eher ein Akzeptanzhemmnis dar. Dies wurde beispielsweise auch in dem Modellprojekt eE-Tour Allgäu (vgl. Kapitel 3.2.2) deutlich: Neben den verschiedenen technischen Problemen einiger Fahrzeugmodelle und der Software ist sogar ein Fahrzeugbrand entstanden (Lucke/ Fiedeldey 2011). Um insbesondere Privatpersonen zu erreichen, ist es eine notwendige Bedingung, dass zunächst die technischen Probleme der ersten Generation der Elektrofahrzeuge gelöst werden.

### **Organisatorische Determinanten**

Bei den organisatorischen Determinanten spielt zunächst der **Prozess der Einführung von Elektrofahrzeugen** eine bedeutende Rolle. In diesem Zusammenhang wird ein „langsameres „Herantasten“ als wichtig erachtet, bei dem größere finanzielle Investitionen oder ein volle Verantwortung für die neue Technik vermieden werden (z.B. durch Batterieleasing). Die meisten Befragten schrecken dabei zunächst die hohen Anschaffungskosten eines

Elektrofahrzeugs ab. Wenn diese zukünftig sinken, können sich 89 % der Befragten überhaupt erst vorstellen, ein solches zu kaufen (IAO/ PWC 2010).

Entsprechend präferieren im Zusammenhang mit politischen Rahmenbedingungen zwei Drittel der Deutschen generelle **Subventionen** für Elektromobilität. 34 % aller Befragten wünschen dabei Zuschüsse beim Kauf von Elektroautos und jeweils knapp ein Fünftel möchte staatliche Forschungsprogramme und Subventionen für die Industrie. Bei den unter 30-Jährigen ist die Zustimmung zu staatlichen Kaufanreizen mit 43 % dabei überdurchschnittlich groß (Bitkom 2010). Subventionen vom Staat sollen damit aus Nutzersicht die Mehrkosten von Elektrofahrzeugen decken (IAO/ PWC 2010).

Neben den Subventionen sind auch **gesetzliche Vorgaben** relevant. So gab beispielsweise das kalifornische Umweltministerium 1990 mit dem Clean Air Act einen starken Motivationsschub für intensivere Forschung und Entwicklung. Nach dieser Verordnung zur Luftreinhaltung müssen ab dem Jahre 2003 ein Zehntel der dort zugelassenen Fahrzeuge aller Hersteller emissionsfrei sein. Die amerikanischen Unternehmen General Motors, Ford und Chrysler sowie die japanischen Firmen Toyota, Honda, Mazda und Nissan haben in diesem Kontext eine Selbstverpflichtung für die freiwillige Markteinführung von Elektroautos abgegeben.

Auch im Hinblick auf sich aktuell abzeichnende **gesellschaftliche Trends** werden förderliche Faktoren für Elektromobilität sichtbar. So wird ein Trend zu intermodaler Mobilität wahrgenommen, d. h. zu einer verstärkten Kombination verschiedener Verkehrsmittel (vgl. Kapitel 3.1.2). In diesem Zusammenhang erweisen sich reine Elektroautos für kürzere Strecken in der Stadt oder den täglichen Arbeitsweg als besonders attraktiv und nützlich, während für längere Strecken andere Verkehrsmittel (z.B. Brennstoffzellenautos) eingesetzt werden könnten. Aufgrund der im Vergleich zu konventionellen Automobilen geringen Reichweite sehen 61 % das Elektroauto demnach auch als typisches Stadtfahrzeug (IAO / PWC 2010).

Fast 30 % der städtischen Autofahrer können sich zudem vorstellen, auf ein eigenes Auto ganz zu verzichten (IAO / PWC 2010). Intermodale Verkehrssysteme, die bei Bedarf auch MIV ermöglichen, sind für solche potenziellen „Auto-Aussteiger“ besonders interessant. Dabei ist schon heute erkennbar, dass auch das Elektrofahrrad als Teil eines intermodalen Verkehrssystems, zum Teil auch bei dieser Gruppe, zunehmend Bedeutung erlangen wird.

Insgesamt ist die Entwicklung des Marktangebotes wie auch der Nachfrage durch die Konsumenten hin zu attraktiven kleineren Fahrzeugen erkennbar, also hin zu Fahrzeugkonzepten, für welche den Elektroantrieb günstiger sind. Diese Mobilitätstrends gehen aus Expertensicht einher mit steigendem Bewusstsein für Klimawandel und Nachhaltigkeit auf gesellschaftlicher wie individueller Ebene. Dem damit verbundenen wachsenden Bedürfnis nach einer umweltverträglicheren Mobilität kommen Elektroautos – vor allem in Kombination mit regenerativen Energien entgegen (Peters/ Dütschke 2010).

Auch die Endlichkeit der Ölvorkommen forciert die Suche nach Alternativen zu fossilen Brennstoffen wie Biokraftstoffen, Wasserstoff oder Strom. Hinzu kommt, dass die voranschreitende Verstädterung zunehmend integrierte Mobilitätskonzepte erfordert. Megastädte werden mehr und größer und es fehlt ihnen an Raum für den motorisierten Individualverkehr (Acatech-Studie 2010). Somit werden insbesondere in Megacities elektrische Mobilitätsalternativen vom Elektrobuss über das Elektroauto bis hin zum Elektrofahrrad zukünftig eine wichtige Rolle spielen. Der gesamtgesellschaftliche

Wertewandel erscheint insgesamt also geeignet, die Einführung der Elektromobilität insbesondere als Teil intermodaler Verkehrssysteme zu fördern.

Auch der demografische Wandel kann positive Anreize in Richtung Elektromobilität setzen, da mit einer alternden Bevölkerung die Mobilitätsstrukturen verändert werden. Nach einer empirischen Erhebung in Deutschland beeinflusst die Möglichkeit, auch im Alter mobil und aktiv sein zu können, wesentlich die Lebensqualität (Mollenkopf/ Flaschenträger 1997). Die Abnahme der außerhäuslichen Mobilität mit zunehmendem Alter ist dabei kein freiwilliger Rückzug, sondern eher eine Folge gesundheitlicher Einschränkungen und ungünstiger äußerer Rahmenbedingungen. Für Senioren sind sowohl intermodale Verkehrskonzepte aber auch Elektro-Scooter für kurze Strecken interessant.

Hinsichtlich der organisatorischen Akzeptanzdeterminanten fällt auf, dass hierbei der Blick auf das gesamte Mobilitätssystem gelenkt und eine längerfristige, prozessbezogene Perspektive eingenommen wird. Für die Einführung der Elektromobilität ist dabei der grundsätzliche Wandel des soziotechnischen Systems der Mobilität insbesondere mit dem Fokus auf intermodale Verkehrssysteme, die ÖPNV, Fahrrad- und motorisierten Individualverkehr relevant (vgl. Kapitel 2.1). Subventionen oder staatliche Förderungen sind hingegen v.a. für Privatnutzer und Flottenbetreiber von Belang.

### **3.1.2 Erkenntnisstand zu den Nutzergruppen**

Den Ergebnissen der Literatur- und Quellenanalyse zufolge können drei zentrale Zielgruppen der Elektromobilität ins Auge gefasst werden: Elektroautoaffine Privatnutzer, Flottenbetreiber sowie intermodale Verkehrsteilnehmerinnen und –Teilnehmer. Diese werden im Folgenden näher charakterisiert.

#### ***Flottenbetreiber***

Die grundlegende Aufgabe des Flottenbetreibers ist es, einem bestimmten Nutzerkreis Mobilität zur Verfügung zu stellen. Zu diesem Zweck müssen Fahrzeuge angeschafft, mit entsprechender Zugriffs- und Abrechnungsmöglichkeiten nachgerüstet und an verteilten Standorten zugänglich gemacht werden. Um den Kunden verfügbare Fahrzeuge anzeigen zu können, benötigt der Flottenbetreiber aktuelle Informationen über Status- und Bewegungsdaten der Flotte. Flottenbetreiber organisieren dabei sowohl Personen-, als auch Gütertransporte. Zu den Flottenbetreibern zählen Transportunternehmen und Lieferdienste für „die letzte Meile“, Dienstwagen, Taxiunternehmen, Rettungs- und Notfalldienste, private Mietservices, Flughafen-Shuttles etc. (IAO et al 2010, S. 39). Gerade bei Flottenbetreibern werden heute bereits viele IKT-Anwendungen genutzt (Tracking, Ortung, Fuhrparkverwaltung, Reservierung, Ferndiagnose, Tourenplanung etc.).

Die ausgewerteten Studien legen nahe, dass sich die Netzintegration von Elektroautos vor allem im Flottenbereich durchsetzen könnte, denn der Einsatz von Flotten ist in der Regel planbarer und wenn ein Fahrzeug durch diese Prozesse nicht zur Verfügung steht, kann es durch andere Flottenfahrzeuge eher kompensiert werden. Gleichzeitig scheinen hier Geschäftsmodelle, die z. B. ein günstiges Batterieleasing in Verbindung mit Lademanagement beinhalten, realistischer und attraktiver als für den individuellen Nutzer (Peters/ Dütschke 2010).

#### ***„Elektroautoaffine Privatnutzer“***

Die Gruppe der „Elektroautoaffinen Privatnutzer“ können zum einen auf der Grundlage ihrer individuellen Einstellungen, aber auch aufgrund ihrer individuellen Anforderungen an die

Leistungsstärke der Elektrofahrzeuge charakterisiert werden. Dabei werden in den Studien Verweise auf fünf Typen möglicher Promotoren gefunden: Öko-, Technik-, Spaß- und Urbane Promotoren.

Als größte private Zielgruppe für Elektrofahrzeuge werden die sogenannten „**Öko-Promotoren**“ (auch: Umweltengagierte, Greenovatoren) identifiziert, die aus den eher gehobenen Milieus stammen und ökologisch eine Vorreiterrolle einnehmen möchten. Für diese Gruppe spielen insbesondere die Umweltaspekte von Elektrofahrzeugen eine ausschlaggebende Rolle für den Kauf bzw. die Nutzung und das Elektroauto wird als umweltverträglichere Alternative zum konventionellen Auto gesehen. Für diese Gruppe sind daher Nachweise zur Verwendung von Ökostrom von großer Bedeutung sowie der Nachweis einer überzeugenden Umweltbilanz der Elektrofahrzeuge (Verbrauch an Fahrenergie, Wirkungsgrad der Batterie, Wirkungsgrad des Ladungsgerätes, Bedarf für die Fahrzeug-Innenraumheizung etc.). In aller Regel sind die Mitglieder dieser Zielgruppe älter als 25 Jahre und über das Thema Elektromobilität gut informiert (Kortus-Schultes 2010).

In einigen Studien wird darauf verwiesen, dass viele aus der Generation der Wirtschaftswunderkinder und derjenigen, die in den Nachkriegsjahren geboren wurden, mit ihrem guten, vitalen Lebensgefühl zukunftsorientierte Lösungen, wie etwa eine nachhaltig saubere Umwelt „vererben“ wollen und entsprechend als Subgruppe der „Silver Driver“ zu den Öko-Promotoren gehören. Diese Generation möchte darin durchaus eine Vorbildfunktion einnehmen und mit ihrer Haltung darauf aufmerksam machen, dass es keineswegs allein die materiellen Güter sind, die nachhaltig zu schützen sind. Attraktiv macht die Gruppe, dass sie oftmals nicht nur zahlungsstark, sondern auch in ihrem Anteil an der Bevölkerung zahlreich ist. Personen dieser Gruppe kommen eher aus der Altersgruppe über 60 Jahre und verfügen über ein überdurchschnittliches Einkommen bzw. Vermögen. Ein Elektrofahrzeug würde von dieser Gruppe ggf. eher als Zweitwagen genutzt.

Die Gruppe der Öko-Promotoren stellen ein knappes Drittel der potenziellen privaten Halter von Elektrofahrzeugen (Kortus-Schultes 2010). Attraktive Angebote für diese Gruppe könnten die Verbindung von Elektromobilität mit erneuerbaren Energien oder Carsharing sein (Peters/ Dütschke 2010).

Für die Gruppe der **Technik-Promotoren** repräsentiert die Elektromobilität eine innovative Technologie und ein entsprechend positives Image. Von den Elektrofahrzeugen verspricht sich diese Gruppe den Status als Innovationsführer. Die Mitglieder dieser Gruppe sind eher männlich und haben Interesse an der Nutzung eines Elektrofahrzeugs mit besonderen technischen Eigenschaften. (Peters/ Dütschke 2010). Der Preis spielt oft nur eine Nebenrolle, wichtiger ist den Technik-Promotoren, mit dem neuen Produkt als Vorreiter eines innovativen Lifestyles wahrgenommen zu werden. Untersuchungen von Kortus-Schultes (2010) zufolge soll etwa jeder fünfte potenzielle Käufer von Elektrofahrzeugen etwa diesem Segment zugerechnet werden können.

Die Gruppe der **Spaß-Promotoren** (auch „Boost-Seeker“) zählt zum Kreis der oftmals zahlungsbereiten „Gernfahrer“ und schätzt ihr Auto als emotionalen Erlebnisgegenstand. Sie verbinden Autos und Autofahren unmittelbar mit Genuss, Fahrspaß, Individualität und Sportlichkeit. Pluspunkte sind das hohe Anfahrtdrehmoment des Elektromotors einhergehend mit der sehr guten schaltfreien Beschleunigung des Fahrzeugs auf den ersten Metern. Vor allem hochpreisige Sportwagenmodelle, wie beispielsweise der Tesla Roadster, kommen den Bedürfnissen und dem Anspruch dieser Zielgruppe entgegen.

Bei den **Urbanen Promotoren** handelt es sich um Personen, die in der Stadt oder stadtnah leben und hohe, oft berufliche Mobilitätsanforderungen haben. Bei der Wahl von Verkehrsmitteln legen sie Wert auf Lebensqualität, Modernität sowie Flexibilität und zugleich auf eine umweltverträgliche Mobilität. Elektromobilität kann bei ihnen eine Ergänzung zu anderen Verkehrsmitteln darstellen. Nutzungsformen könnten im Carsharing, aber auch in individueller Nutzung bestehen. Als bedeutsam wird angenommen, dass der Zugang zu und die Nutzung von Elektromobilität unkompliziert gestaltet sein muss, z. B. durch IKT, um in dieser Gruppe auf Akzeptanz zu stoßen.

Elektrofahrzeuge werden ebenso wie Autos mit Verbrennungsmotor dazu dienen, dass Fahrer und Fahrerinnen sich und ihre Lebenswelten präsentieren. Private Halter bzw. Nutzer von Elektrofahrzeugen werden dabei allerdings nicht zuletzt aufgrund der vergleichsweise hohen Preise bzw. Leasingraten zunächst vor allem aus der Mittel- und der Oberschicht stammen.

### ***Intermodale Verkehrsteilnehmer***

Die geringe Reichweite und die hohen Batteriekosten führen dazu, dass Elektroautos insbesondere dann interessant werden, wenn kurze Strecken gefahren werden und Alternativen zum PKW bestehen. Dies ist vor allem in verdichteten, urbanen Räumen der Fall, wo das Auto oft nur als eine Variante zum Fahrrad oder ÖPNV genutzt wird.

Das Elektroauto kann hierbei als ein Element in einem intermodalen Verkehrsangebot integriert werden, in dem die Stärken der verschiedenen Verkehrsmittel kombiniert und ihre Schwächen kompensiert werden. So kann es z.B. den öffentlichen Nahverkehr gerade dort ergänzen, wo Busse und Bahnen nicht fahren. Dabei sollte es spontan verfügbar sein und das Konzept ein hohes Grad an Flexibilität aufweisen, um für die Nutzerinnen und Nutzer interessant zu sein. Für den schnellen Wechsel zwischen den Mobilitätsformen können die Fahrzeuge und Ladestationen auf öffentlichen Parkplätzen und an den Knotenpunkten des öffentlichen Nahverkehrs bereit stehen. An stark frequentierten Punkten der Innenstadt sollten mehrere Ladestationen zur Verfügung stehen.

Dabei sind Elektroautos durchaus auch für weitere Fahrten vom oder ins Umland interessant, wenn sie Teil eines gut vernetzten, intermodalen Verkehrssystems sind. In diese Lücke stoßen neue Mobilitätsdienste Car2Go (Daimler) oder Flinkster (Deutsche Bahn) und bieten flexibles Carsharing zum Minutentarif an. Bei Car2Go kann das Auto sogar an jedem beliebigen Standort im Stadtgebiet wieder abgestellt werden. Im Prinzip sind die Betreiber solcher Dienstleistungen wie konventionelle Carsharing-Anbieter Flottenbetreiber. Dennoch unterscheiden sich sowohl die Nutzungsstrukturen als auch die Netzintegrationsmöglichkeiten der Fahrzeuge bei dieser besonders flexiblen Variante des Carsharing.

Für eine breite Akzeptanz intermodaler Transportkonzepte im Personentransport müssen intermodale Mobilitätslösungen für die Nutzer jedoch so einfach und attraktiv wie möglich gestaltet werden. Dies bedeutet eine weitgehend IKT-basierte intermodale Reiseplanung unter Berücksichtigung aller möglichen Mobilitätsangebote, eine umfassende, aktuelle und zuverlässige Information vor Ort sowie universelle Zugangs- und Abrechnungssysteme für eine einfache und schnelle Nutzung aller verfügbaren Verkehrsmittel. Der Ablauf einer intermodal durchgeführten Reise darf nach Möglichkeit nicht komplizierter sein als die Fahrt mit nur einem einzigen Verkehrsmittel (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg et al 2010).

### **3.1.3 Zwischenfazit zur Bereitschaft zur Nutzung von Elektrofahrzeugen**

Den Erwartungen und den Verhaltensweisen der zukünftigen Nutzer kommt hinsichtlich der breiten Durchsetzung der Elektromobilität eine entscheidende Rolle zu. Von den derzeit 42,3 Mio. PKW, die in Deutschland zugelassen sind, werden allerdings nur wenige mit alternativen Technologien angetrieben: Bisher sind nur knapp 47.642 PKW sind mit Hybrid- und etwa 4.541 mit reinem Elektro-Antrieb unterwegs (KBA 2011). Die genauen Anforderungen der potenziellen Nutzerinnen und Nutzer an Elektrofahrzeuge sind daher bislang nur ansatzweise bekannt und auch angesichts dieser geringen Menge nur schwierig zu bestimmen.

Die vergleichende Durchsicht der Arbeiten zeigt insgesamt ein eher uneinheitliches und vages Bild. So ist im Hinblick auf die Ermittlung der Kaufbereitschaft auffällig, dass die Studien in der Regel ein hypothetisches Design verwenden. Die Erkenntnisse aus Preis- und Kaufforschung zeigen jedoch, dass konkrete Preisabfragen und ein kompetitives Design zur Ermittlung von Preisresponsefunktionen von Vorteil sind (Müller/ Voigt/ Erichson 2009).

Verfolgt man die aktuelle Diskussion, so stehen vor allem die technischen Herausforderungen im Vordergrund. Die Frage nach der Akzeptanz, auf die Elektroautos bei den Nutzerinnen und Nutzern stoßen, wird eher nebenbei abgehandelt. Defizitär sind dabei auch empirische Erkenntnisse zur symbolischen oder emotionalen Ebene. Insbesondere für die Netzintegration von Elektrofahrzeugen sind dabei nicht nur die generelle Akzeptanz, sondern auch die zeitlichen und räumlichen Nutzungsstrukturen der benannten Zielgruppen relevant. Diese werden im Folgenden dargestellt.

### **3.2 Nutzungsmuster im Hinblick auf Netzintegration der Elektromobilität**

Das Elektroauto „wird auf absehbare Zeit ‚weniger können‘, aber trotzdem teurer sein als das Auto mit Verbrennungsmotor“ (Canzler 2011, S. 3). Damit „erzwingt“ das Elektroauto eine Nutzung auf kurzen Strecken mit ausreichend langen Parkzeiten, um die Batterie wieder zu laden. Dies schränkt damit tendenziell die Autofahrer in ihren Fahrgewohnheiten ein. Wird allerdings die entgegengesetzte Perspektive eingenommen und das passende Auto für die ohnehin vorhandenen Nutzungsroutinen gesucht, erscheinen benzinbetriebene Autos überdimensioniert, da sie nur selten für längere Fahrten von über 200 km eingesetzt werden. Elektroautos sind hingegen für genau für jene Nutzungsstrukturen günstig, die ohnehin von kurzen Strecken und längeren Parkzeiten geprägt sind. Für diese Nutzergruppen bedeutet die Elektromobilität demnach auch keine Einschränkung im Alltag. Das vorliegende Kapitel dient demnach dazu, die Nutzungsmuster potenzielle Zielgruppen für Elektromobilität darzustellen.

Den drei im vorherigen Abschnitt benannten Zielgruppen „Flottenbetreiber“, „Elektroautoaffine Privatnutzer“ und „intermodale Verkehrsteilnehmer“ sind dabei unterschiedliche Verkehrsarten zuzuordnen:



**Abbildung6: Verkehrsarten der Elektromobilität**

Je nach Verkehrsart stehen andere Routinen und Motivationen im Vordergrund, Elektrofahrzeuge dem Stromnetz als „Puffer“ zur Verfügung zu stellen. So sind für den privaten Besitzer in erster Linie die Anschaffungskosten eines Elektroautos von Belang, während Anbieter im Kontext intermodaler Verkehrssysteme sowie Flottenbetreiber auch die mittel- bis langfristigen Wirtschaftlichkeit des Betriebs im Blick haben, inklusive potenzieller Erlöse für die Bereitstellung des Fahrzeugs als mobile Speicheroption. Welche Nutzungsmuster bei den jeweiligen Verkehrsarten vorherrschen und welche Schlussfolgerungen hierbei für die Netzintegration der Elektromobilität gezogen werden können, wird im Folgenden dargestellt.

### 3.2.1 Studien und Literatur zu Nutzungsmustern von Elektrofahrzeugen

Die Nationale Plattform Elektromobilität hebt in diesem Zusammenhang hervor, dass „bei höheren lokalen Durchdringungsgraden (Anteil Elektrofahrzeuge >10 %) (...) die Möglichkeit des zeit- / lastgesteuerten Ladens von Fahrzeuggruppen über Fernsteuerung eine Alternative zum möglicherweise notwendigen Netzausbau [ist]“ (NPE 2010a, S. 8). Hinsichtlich des gesteuerten Entladens stellt die NPE fest: „Der jeweilige potenzielle Nutzen wird durch die Bidirektionalität verstärkt (...) Hinzu kommen zusätzliche Dienstleistungen, wie Spannungshaltung oder Blindleistungsregelung, die nur durch bidirektionales Laden zum Tragen kommen (ebda, S. 18). Für alle Ausbaustufen vom Nutzergesteuerten über das Netzgesteuerte und Erzeugungsgesteuerte bis zum Bidirektionalen Laden sind Informationen zum Nutzerverhalten (Zeitpunkt der nächsten Nutzung, Fahrtstrecke bzw. Energiebedarf, Batteriezustand, Energieinhalt, Ladeleistung, Ladekurve, Alterungszustand, Fahrzeugdaten und Fahrleistung) notwendig (ebda, S. 16).

Um Aussagen zum Potenzial von Elektrofahrzeugen zur Netzstabilität zu machen, sind somit nicht nur die reine Anzahl der Elektrofahrzeuge von Belang, sondern auch die Nutzungsstrukturen, da diese die Verfügbarkeit der mobilen Speicher bestimmt. Aufgrund der derzeit noch geringen Verbreitung der Elektromobilität gibt es bisher nur wenige empirische Studien zu Nutzungsmustern von Elektrofahrzeugfahrern. Daher werden im Folgenden als Grundlage zum einen Studien zu Nutzungsabsichten erfasst und zum

anderen generelle Studien zu Mobilitätsmustern, aus denen zentrale Parameter für die jeweilige Nutzergruppe abgeleitet werden können.

Hinsichtlich der Nutzungsstrukturen von Flottenbetreibern hat insbesondere das CVO - Corporate Vehicle Observatory des Leasing-Unternehmens Arval Deutschland GmbH ([www.arval.de](http://www.arval.de)) Befragungen bei Flottenbetreibern in Deutschland und Europa durchgeführt und auch mit dem Fokus auf Elektromobilität praxisnahe Erkenntnisse zu Akzeptanzstrukturen erarbeitet. Ebenso wurde bei unterschiedlichen Beratungsunternehmen (z.B. Dataforce) Potenziale der Elektromobilität bei Flottenbetreibern untersucht. Darüber hinaus werden derzeit in unterschiedlichen Modellprojekten (u.a. SaxMobility oder im Hamburger Modellprojekt zur Elektromobilität) empirische Daten zur Nutzung von Elektrofahrzeugen in Fuhrparks erhoben. Konkrete Fragen (z.B. zum Flottenmanagement von Elektrofahrzeugen im Projekt „eFlottenmanagement“ des Fraunhofer IAO) werden ebenfalls in verschiedenen Forschungsprojekten analysiert. Bis auf Hinweise zur generellen Akzeptanz der Elektromobilität bei Flottenentscheidern sind jedoch bisher noch keine vertieften Erkenntnisse zu den Nutzungsstrukturen von Elektrofahrzeugen bei Flottenbetreibern veröffentlicht worden. Als Grundlage wurden im Rahmen der vorliegenden Studie daher generelle Daten zu Flottenbetrieben ausgewertet.

Um die private Elektrofahrzeugnutzung zu untersuchen, können einerseits Studien zum PKW-Besitz sowie andererseits Studien zu generellen Nutzungsstrukturen beim MIV grundlegende Erkenntnisse liefern, um die Gruppen herauszufiltern, die aufgrund ihrer Nutzungsmuster potenziell besonders am Kauf von Elektrofahrzeugen interessiert sind. Zur Kaufbereitschaft von Elektroautos wurde dabei insbesondere von Unternehmensberatungen (z.B. Bain & Company, Frost & Sullivan etc.) eine Vielzahl an Befragungen durchgeführt, um das generelle Marktpotenzial einschätzen zu können. Darüber hinaus wurden in verschiedenen Modellprojekten (z.B. beim Projekt „Mini E Berlin“) die Nutzer zu ihrem Fahrverhalten und zu ihrem Interesse an Elektrofahrzeugen befragt. Schließlich können aus generellen Mobilitätsstudien Erkenntnisse zum Nutzerverhalten beim MIV als Grundlage für die Einschätzung des Nutzerverhaltens von Elektrofahrzeughaltern abgeleitet werden.

Hinsichtlich der intermodalen Verkehrskonzepte können zwar grundsätzliche Erkenntnisse aus Studien zum Modal Split oder bestehenden intermodalen Mobilitätsmustern gewonnen werden. In diesem Bereich herrschen aber gerade hinsichtlich der Integration der Elektromobilität in intermodale Verkehrssysteme noch große Unsicherheiten, die lediglich in groben Abschätzungen münden können.

Dennoch geben die vorhandenen Studien tendenziellen Aufschluss über generelle Nutzerstrukturen, die sich im Hinblick auf die drei Nutzergruppen „Flottenbetreiber“, „Elektroautoaffine Privatnutzer“ und „Intermodale Verkehrsteilnehmer“ ergeben. Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den Mobilitätsmustern der jeweiligen Zielgruppen mit Blick auf die Netzintegration von Elektrofahrzeugen zusammengetragen.

### **3.2.2 Erkenntnisstand zu Nutzungsroutinen der „Flottenbetreiber“, „Elektroautoaffinen Privatnutzer“ und „Intermodalen Verkehrsteilnehmer“**

#### ***Flottenbetreiber***

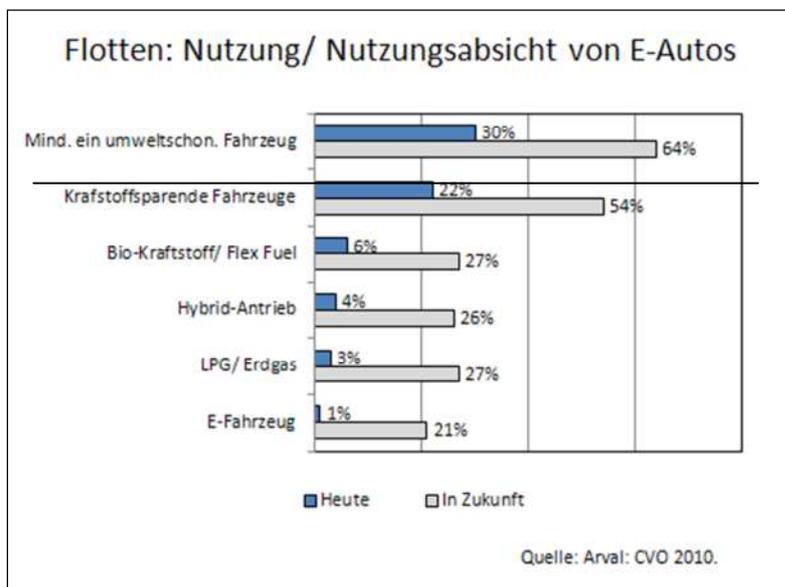
Fuhrpark- oder Flottenbetreiber sind typische „Early Adopters“ für Innovationen auf dem Automobilmarkt, da die Flotten professionell gemanagt werden und die Betreiber häufiger als Privatbesitzer neue Autos anschaffen. Außerdem werden bei Flottenbetrieben die Bedürfnisse, Einstellungen und Erfahrungen der Firmenwagenfahrer geprägt, was auch

Auswirkungen auf private Kaufentscheidungen haben kann. Zudem repräsentieren Firmenwagen mit einem Anteil von fast einem Zehntel an allen PKWs und etwa 4,1 Mio. Fahrzeugen ein relevantes Marktsegment (KBA Statistik 2011).

Flottenfahrzeuge werden durchschnittlich etwa 4,5 Jahre genutzt (CVO 2011, S. 19), während das Durchschnittsalter aller PKWs bei 8,3 Jahren liegt (KBA 2011). Zu Elektrofahrzeugen gibt es hierzu noch keine Erfahrungswerte, aber es ist zu erwarten, dass die Nutzungsdauer sich nicht wesentlich von der konventionell betriebener Flottenfahrzeuge unterscheidet. Zudem entspricht die durchschnittliche Nutzungsdauer von 4 bis 5 Jahren der Zeit, in welcher der Leistungsrückgang der Batterien von etwa 20 % noch tragbar ist (vgl. Viehmann 2012).

Firmenwagen werden außerdem zu 55 % geleast. Allerdings ist der Anteil der gekauften Fahrzeuge mit 63 % bei den kleinen Unternehmen mit weniger als 10 Mitarbeitern doppelt so hoch wie bei den Unternehmen mit mehr als 1.000 Mitarbeitern (33 %, ebd.). Ebenso wird in kleinen Unternehmen mit weniger als 10 Mitarbeitern die Entscheidung zum Kauf von Dienstwagen zu 88 % von der Geschäftsführung gefällt, während mit steigender Unternehmensgröße die Entscheidung vielmehr von der Fuhrparkleitung abhängt, die drei Viertel der Unternehmen mit 1.000 Mitarbeitern über die Anschaffung eines Dienstwagen entscheidet (COV 2011, S. 27). Bei mehr als der Hälfte aller Unternehmen gibt es ein konkretes Ziel, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, bei Unternehmen mit mehr als 1000 Mitarbeitern sind dies sogar mehr als 80 % (COV 2011, S.41).

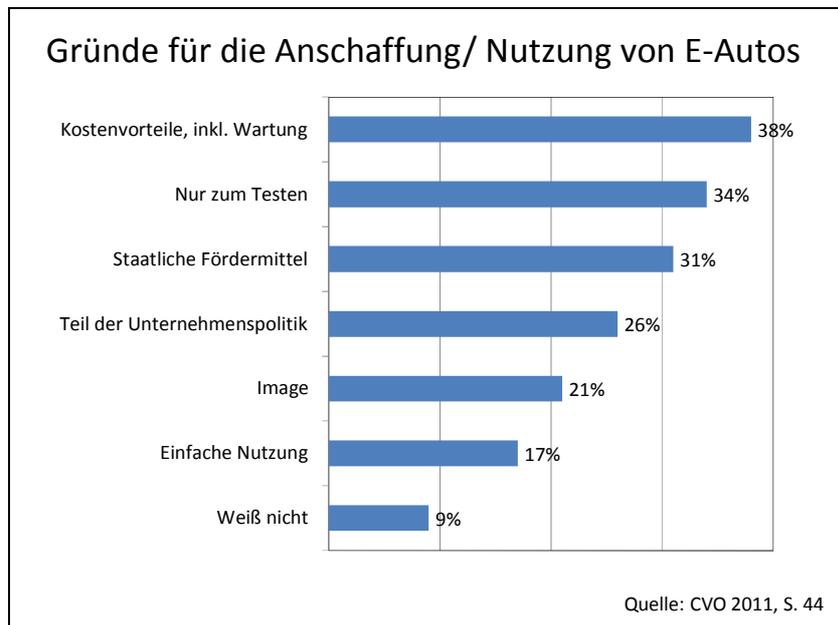
Zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission setzen die Unternehmen bzw. Flottenbetreiber vor allem auf den Einsatz umweltschonender Fahrzeuge bzw. planen dies zukünftig zu tun.



**Abbildung7: Nutzungsabsichten von E-Fahrzeugen bei Flottenbetreibern**

Vier von fünf Flottenbetreibern werden demnach voraussichtlich in Zukunft Elektrofahrzeuge einsetzen. Das Interesse an Elektrofahrzeugen ist bei den kleinen (< 10 Mitarbeiter) und den großen Unternehmen (> 1.000 MA) am größten: Hier haben 24 % bzw. 28 % schon konkret geeignete Unternehmensbereiche für Elektrofahrzeuge identifiziert (16 % bei Unternehmen mit 10-99 Mitarbeitern, 20 % bei Unternehmen mit 100-999 Mitarbeitern, COV 2011, S. 43). Falls bei den an Elektromobilität interessierten Unternehmen die Hälfte der Fahrzeugflotte durch Elektrofahrzeuge ersetzt wird, werden in naher Zukunft demnach etwa 10% der Firmenwagen elektrisch angetrieben.

Die folgenden Gründe für die Anschaffung von Elektroautos werden von Flottenbetreibern angegeben:



**Abbildung8: Gründe für die Anschaffung und Nutzung von Elektrofahrzeugen bei Flottenbetreibern**

Elektrofahrzeuge werden von Flottenbetreibern also vor allem wegen der erwarteten Kostenvorteile, aus Neugier sowie zur Verbesserung des Unternehmensimages nachgefragt.

Die im Modellprojekt e-mobility durchgeführte Befragung der beteiligten Flottenbetreiber bestätigt die Rolle der Neugier auf persönlicher sowie die Rolle des Unternehmensimages auf betrieblicher Seite:

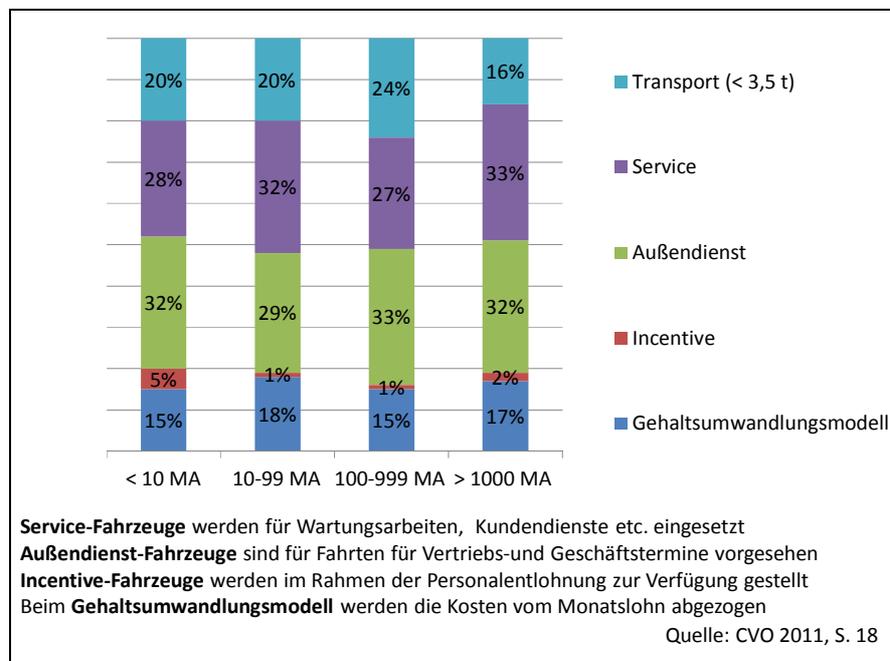
### **e-mobility - IKT-basierte Integration der Elektromobilität in die Netzsysteme der Zukunft**

Ziel des Projekts „e-mobility“ war die Entwicklung einer in das bestehende Elektrizitätsnetz integrierbaren Lade-, Steuerungs- und Abrechnungsinfrastruktur für Elektromobilität im Individualverkehr sowie die Schaffung einer flächendeckenden Infrastruktur und einheitlicher Standards in Deutschland und der EU. Das Vorhaben steht in enger Kooperation mit der E-Energy-Modellregion „E-DeMa“, dem technischen Testmodul „Smart City Mülheim“, dem Flottenversuch in Berlin und dem EU-Projekt „Grid-for-Vehicle“.

Ein Arbeitspaket widmet sich der Modellierung von Geschäftsprozessen im B2C- und B2B-Bereich. Dafür sollen Geschäftsmodelle entwickelt, getestet und validiert werden, deren volkswirtschaftlichen Nutzen überprüft sowie die Anforderungen an die IKT-Plattform analysiert werden. Wesentlich dabei ist es, Lösungen für die veränderten „Tankprozesse“ zu finden. Das Projekt geht dabei davon aus, dass die bisherige anonyme und bargeldbasierte Betankung durch einen vertragsgebundenen Betankungsprozess abgelöst wird. Dies stellt insbesondere hinsichtlich des Datenschutzes neue Anforderungen an die Abrechnungsprozesse und die genutzte IKT.

In einem von der TU Berlin betreuten Teilprojekt wurde darüber hinaus auch die Nutzerperspektive auf Elektromobilität seitens Flottenbetreibern analysiert. Da die Pilotnutzung der Elektrofahrzeuge im Modellprojekt überwiegend im gewerblichen Bereich erfolgte, lag der Fokus der Untersuchung auf einer überwiegend männlichen Zielgruppe im mittleren Alter zwischen 46 und 55 Jahren (31 der 36 Befragten). Hierbei wiesen die Flottenbetreiber sowie die Testfahrer trotz aller Unterschiede (unterschiedliche Branchen und Einsatzzwecke etc.) ähnliche Nutzungsmuster auf. So setzten die Betriebe die Fahrzeuge v.a. für bekannte und standardisierte Wegstrecken und geringe Lasten ein und trotz der expliziten Erlaubnis wurden die Fahrzeuge von den Testfahrern kaum privat genutzt (Ahrend 2011, S. 56 f.). Bei den Befragten zählten zu den persönlichen Motiven eine gewisse Technikbegeisterung sowie die „Pionierrolle“ als Pilotnutzer, während auf betrieblicher Ebene eher der Marketingeffekt durch die innovative Technik sowie durch die potenziellen Umweltschutz- und Klimaeffekte der Elektromobilität im Vordergrund stand (ebda, S. 60).

Wie auch bei dem Modellprojekt deutlich wurde, werden Flottenfahrzeuge generell für unterschiedliche Zwecke genutzt (CVO 2011, S. 18):



**Abbildung 9: Nutzung von Flottenfahrzeugen**

Somit werden insgesamt der 31,5 % der Firmenfahrzeuge für den Außendienst eingesetzt, 30 % für Service-Fahrten und 20% für Transportfahrten, während 18,5 % wie Privatfahrzeuge genutzt werden. Dementsprechend sind mehr als 3 Mio. PKWs als Firmenwagen für berufliche, tägliche Fahrten vorgesehen, die wegen der kurzen Fahrtstrecken grundsätzlich für den Einsatz von Elektrofahrzeugen geeignet sind. Das Projekt Future Fleet hat den Einsatz von Elektrofahrzeugen im Fuhrpark der Unternehmen SAP und MVV Energie erprobt:

## **Future Fleet - Einsatz von Elektrofahrzeugen in betriebliche Fahrzeugflotten**

Das Projekt Future Fleet integrierte 27 Elektrofahrzeuge der Marke Stromos in die Dienstwagenflotten der Unternehmen SAP und MVV Energie. Im Wesentlichen sollte dabei die Alltagstauglichkeit der Elektromobilität für den Flottenbetrieb untersucht werden. Im Rahmen des Projekts wurde dazu eine eigene Ladeinfrastruktur aufgebaut sowie Flottenmanagementsysteme entwickelt, die den spezifischen Anforderungen von Elektromobilitätskonzepten Rechnung tragen.

Insgesamt sind 36 Ladestationen an den SAP-Standorten Walldorf, St. Leon-Rot, Bensheim und Karlsruhe sowie bei MVV Energie in Mannheim entstanden. In der Zeit vom Februar bis September 2011 haben 500 SAP Mitarbeiter an dem Feldversuch teilgenommen, 6.000 Ladevorgänge durchgeführt und 100.000 km zurückgelegt.

Die Fahrzeugflotte wurde von SAP beschafft und für den Betrieb vorbereitet. SAP hat zudem ein geeignetes Flottenmanagementsystem entwickelt. Das Flottenmanagementsystem ist mit einem Buchungssystem ausgestattet, erlaubt die Zuordnung eines Elektrofahrzeugs zu einer Mobilitätsanfrage eines Mitarbeiters, ermöglicht die Reservierung eines Stellplatzes an einer Ladesäule sowie deren autorisierte Nutzung und dient der Steuerung des Ladevorgangs. Die MVV Energie AG hat die Ladeinfrastruktur installiert sowie datentechnisch vernetzt. Die Erprobung erfolgte im Rahmen zweier Nutzungsvarianten: Die „Wochenweise Überlassung“ und die „Dienstliche Nutzung“. Bei der „Wochenweisen Überlassung“ konnte das Fahrzeug von Montag bis Montag sowohl für dienstliche als auch für private Fahrten genutzt werden. Bei der Nutzungsvariante „Dienstliche Nutzung“ konnten die Fahrzeuge für dienstliche Zwecke innerhalb eines Tages für die Fahrt zu einem anderen SAP-Standort oder Einsatzort in Reichweite eingesetzt werden. Bei der Buchung bekommen die Nutzer dann auf Grundlage von Entfernung und Dauer der Fahrthanfrage ein passendes Fahrzeug zugeteilt. Die Elektrofahrzeuge sollten ursprünglich auch bei MVV Energie für sogenannte „Meisterfahrten“ eingesetzt werden, d.h. für die Nutzung durch einen Mitarbeiter über einen ganzen Monat. Für diese Nutzung besaß allerdings das Stromos-Fahrzeug zu geringe Transportkapazitäten.

Die empirische Analyse des Nutzungsverhaltens, der Akzeptanz und der emotionalen Aspekte wurde in dem Projekt deutlich, dass E-Fahrzeuge für den Flottenbetrieb gut geeignet sind.

Die Buchung der Ladesäulen bei der „Wochenweisen Nutzung“ war unproblematisch, während der Buchungsvorgang für die „Dienstliche Nutzung“ der Fahrzeuge den Befragten wenig nutzerfreundlich und anfangs sogar stark fehlerhaft erschien (Deffner et al. 2011, S. 57). Die Testnutzer lobten insgesamt das Fahrgefühl und die Ruhe beim elektrischen Fahren und stellten reges Interesse im sozialen Umfeld fest, fanden aber wiederum das Starten des Ladevorgangs zu umständlich bzw. kompliziert und die Reichweite zu gering (Deffner et al. 2011, S. 52 ff.).

Auf Basis der Analyse der Nutzergewohnheiten konnten zudem die Rückspeisepotenziale errechnet werden.

Für die Akzeptanz der Elektromobilität bei Fuhrparkbetreibern ist wesentlich, dass größere Flotten schon heute intelligente Flottenmanagementsysteme insbesondere für die

Fuhrparkverwaltung oder die Auftragsallokation nutzen, in die sich eine dynamische Reichweitenplanung für Elektrofahrzeuge integrieren lässt (vgl. IAO et al 2011, S. 39 ff.). Damit können Lade- und Entladezeiten so gesteuert werden, dass keine Engpässe innerhalb der Flotte entstehen und genügend Ersatzfahrzeuge verfügbar sind, wenn Elektrofahrzeuge als mobile Speicher für den Ausgleich von Lastspitzen genutzt werden.

Bei 4,2 Mio. Firmenfahrzeugen und einem geschätzten Anteil an Elektrofahrzeugen von etwa 10 % stehen demnach etwa 400.000 Fahrzeuge mittelfristig als mobile Speicher bereit. In der Modellregion Elektromobilität Sachsen wurden 266 Unternehmen mit Fuhrpark zu ihrer Einstellung zur Elektromobilität befragt (HTW Dresden 2011). Demnach stellen Flottenbetreiber ihre Fahrzeuge zu fast 80 % auf dem firmeneigenen Parkplatz ab sowie zu 29 % bei Mitarbeitern zu Hause und zu einem Viertel im öffentlichen Raum (ebda, S. 4). Zudem stehen die Fahrzeuge bis auf wenige Ausnahmen einmal am Tag für mindestens 10 Stunden und sind je nach Branche zum größten Teil lediglich zwischen 9 und 14 Uhr im Einsatz, während sich immer wieder zwischendurch Standzeiten ergeben (ebda, S. 5). Die geringen täglichen Fahrtstrecken, die bei zwei Drittel der Fahrzeuge unter 60 km liegen, sowie die immer wieder auftretenden Standzeiten von mindestens einer Stunde machen Flottenfahrzeuge somit besonders geeignet für V2G-Konzepte, da sie potenziell nach jeder Fahrt auf dem firmeneigenen Parkplatz zum Aufladen an das Netz angebunden werden können. Zudem ist hier ein Pooling mehrerer Autos zu größeren „Speichereinheiten“ eher möglich und erst ein Pooling ermöglicht den Besitzern von Elektrofahrzeugen eine substantielle Teilnahme am Energiemarkt (Richter/ Steiner 2011, S. 22 f.).

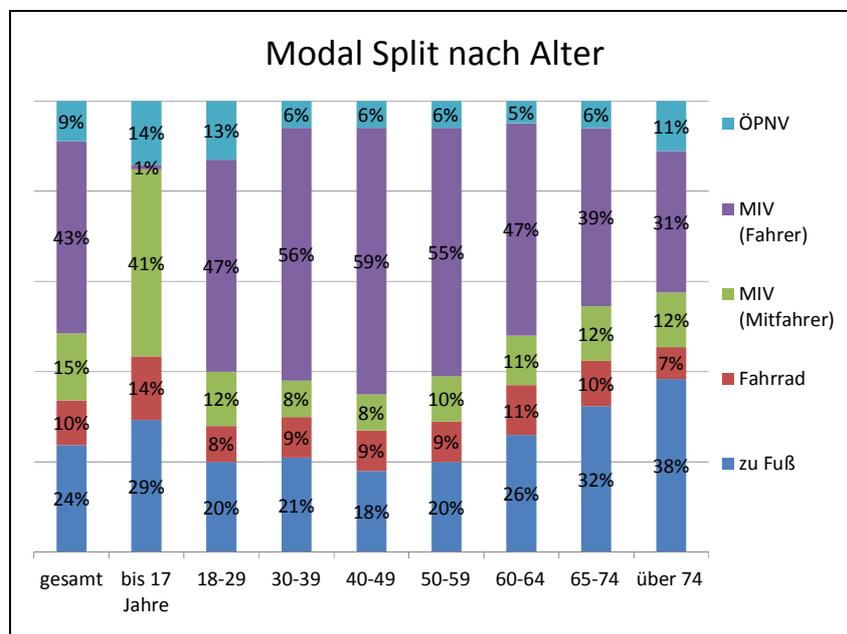
Tendenziell sollen gerade Fuhrparks zwar möglichst hoch ausgelastet sein. Je nach Branche unterscheiden sich allerdings die Standzeiten der Flottenbetriebe erheblich: So wird bei einem Pizzabringdienst ein Großteil der Fahrzeugflotte vor allem tagsüber verfügbar sein, während Lebensmittellieferungen an Restaurants insbesondere am Vormittag erfolgen. Bei Firmenflotten kann es zudem vorkommen, dass einige Fahrzeuge auch wochenweise zur Verfügung stehen. Insgesamt herrscht also weiterer Forschungsbedarf im Hinblick auf eine räumlich und zeitlich differenzierte Analyse der Stand- und Fahrzeiten unterschiedlicher Flottenbetriebe sowie der Zusammenstellung eines „Portfolios“, das den lokalen Anforderungen an die Netzstabilität entspricht.

### **„Elektroautoaffine“ Privatnutzer**

„Elektroautoaffine Privatnutzer“ sind die Personen, die nicht auf ein Auto verzichten möchten, aber tendenziell offen für den Kauf eines Elektroautos sind. Es ist zu erwarten, dass diese Zielgruppe eine Teilgruppe der derzeitigen privaten PKW-Besitzer sein wird. Sollten tatsächlich etwa die Hälfte der Autobesitzer sich in den nächsten 5 Jahren ein Elektroauto kaufen (vgl. TÜV Rheinland 2010), würde die private Elektrofahrzeugflotte, die prinzipiell für die Netzintegration zur Verfügung stünde, etwa 1,9 Mio. Elektroautos umfassen. Hinzu kämen noch elektrisch betriebene Zweiräder. Zudem werden 18,5 % der Firmenwagen, d.h. etwa 800.000 Fahrzeuge ebenfalls wie Privatfahrzeuge genutzt. Hierbei ist vorstellbar, dass zumindest ein Teil der Unternehmen ihren Mitarbeitern bevorzugt Elektrofahrzeuge zur Verfügung stellen wird, da diese über die Unternehmensinfrastruktur aufgeladen werden können und so ein Beitrag zu einem „grünen“ Unternehmensimage geleistet werden könnte. Insgesamt würden auf Basis dieser Zahlen allein durch die privaten Nutzer die, auch schon als zu hoch kritisierten Erwartungen der Bundesregierung von 1 Mio. Elektrofahrzeugen auf Deutschlands Straßen in 2020 deutlich übertroffen werden. Letztlich ist die tatsächliche Anzahl an elektrisch betriebenen privaten PKWs auf Basis der erfragten Kaufabsichten derzeit noch nicht einzuschätzen, zumal der private PKW-Besitz generell an Bedeutung

verliert. Allerdings sind die deutlich geringeren „Tankkosten“ von etwa 2-3 € pro 100 km deutlich im Vergleich zu etwa 6 € (bei einem Verbrauch von 4 l/100 km) ein sehr schlagkräftiges Argument für Elektroautos, die durch schon bestehende Angebote z.B. von der Firma Parkpod zum kostenlosen Laden in Einkaufszentren noch weiter an ökonomischer Attraktivität gewinnen.

Der Automobilbesitz hat in den letzten Jahrzehnten zwar insgesamt von 31,3 Mio. in 1994 auf 42,3 Mio. Fahrzeuge in 2011 noch zugenommen (destatis 2011, S. 103). Bei den Jüngeren ist jedoch ein deutlicher Trend zum Verzicht auf motorisierte Verkehrsmittel zu bemerken: Besaßen 2001 die 15-24-Jährigen noch etwa 2 Mio. Kraftfahrzeuge und die 25-34-Jährigen mehr als 7 Mio., hat sich die Zahl der Kraftfahrzeuge bis 2009 auf nur noch etwas mehr als 1 Mio. bzw. 4,2 Mio. fast halbiert (IAO et al. 2010, S. 54). Dennoch spielt das Auto im Modal Split (nach Verkehrsaufkommen) noch immer eine bedeutende Rolle – allerdings nicht für jede Altersgruppe gleichermaßen:



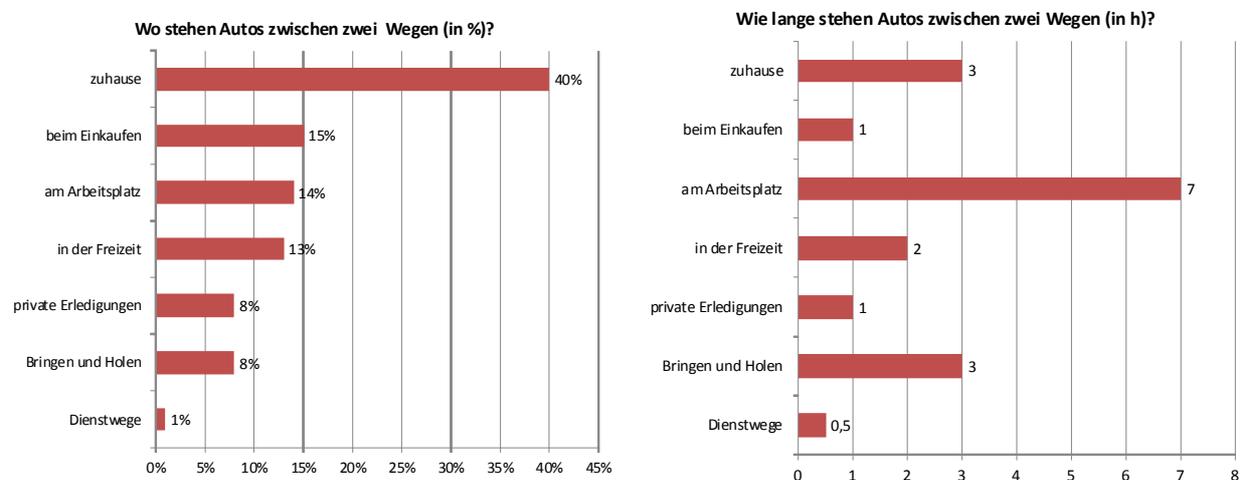
**Abbildung10: Modal Split nach Altersklassen**

Über mehr als 60 % der Wege werden bei den 30-59-Jährigen mit dem Auto zurückgelegt, davon etwa 15 % als Mitfahrer. Einen besonders hohen Anteil haben hierbei die Berufstätigen, die in der Altersklasse zwischen 30 bis 49 Jahren zu knapp 70 % das Auto fast täglich benutzen (infas et al. 2010, S. 92) und mit 61 km (Vollzeit) bzw. 65 km (Teilzeit) die größte tägliche Strecke zurücklegen (ebd., S. 82). Diese Streckenlänge lässt sich prinzipiell mit einem Elektroauto problemlos bewältigen, so dass das nächtliche Laden zuhause reicht.

Die Konzentration auf den MIV steigt dabei mit der Anzahl der Autos je Haushalt: Werden bei einem PKW im Haushalt mehr als die Hälfte der Wege mit dem ÖPNV, dem Fahrrad oder zu Fuß bewältigt, sind es bei drei oder mehr PKWs im Haushalt nur noch 27 % (vgl. infas et al. 2010, S. 68). Dementsprechend sind einkommensschwächere Haushalte viel stärker auf den ÖPNV ausgerichtet, da vor allem Haushalte mit einem monatlichen Haushaltsnettoeinkommen von über 2.000 € ein eigenes Fahrzeug besitzen und bei einem monatlichen Haushaltsnettoeinkommen von unter 900 € nur ein Drittel der Fahrten mit dem Auto zurückgelegt wird (infas et al 2010, S. 67). Bei einkommensstarken Haushalten mit

mehreren PKWs ist es daher auch wahrscheinlicher, dass ein Elektroauto als zusätzliches Fahrzeug angeschafft wird.

Das gesteuerte Laden dieser Fahrzeuge wird von Privatpersonen grundsätzlich kein großes Akzeptanzhemmnis darstellen. Für die Netzintegration sind dabei insbesondere die Stand- und Fahrzeiten der Privatfahrzeuge von Belang ist. Hierbei lassen sich zwar über Stoßzeiten am Morgen und am Nachmittag erkennen, dass es Zeitfenster gibt, in denen sich die Fahrten mit dem PKW häufen. Zunehmend flexible Arbeitszeiten lassen dabei jedoch einen Spielraum für die tatsächliche Fahrzeit, der beispielsweise bei Gleitarbeitszeiten bis zu zwei Stunden betragen kann. Generell ist festzuhalten, dass Privatfahrzeuge generell gut für die Netzintegration geeignet sein können, denn sie werden in der Regel nur für kurze Wege genutzt und stehen vergleichsweise viel. So fahren nach der Continental-Mobilitätsstudie (Sommer 2011) 9 von 10 der deutschen Privatfahrzeuge täglich weniger als 100 km und 40 % stehen tagsüber durchschnittlich 3 Stunden zuhause sowie 14 % der Fahrzeuge im Schnitt 7 Stunden am Arbeitsplatz (Sommer 2011, S. 13):



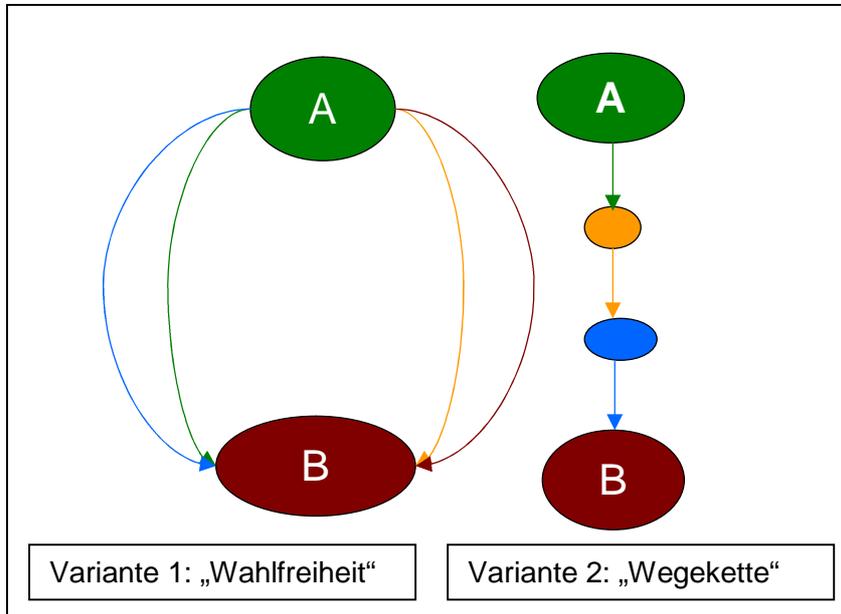
**Abbildung 11: Standorte und -zeiten von Privatfahrzeugen**

V2G-Konzepte können demnach also vor allem auf die Zeit fokussieren, in der das Fahrzeug zuhause oder am Arbeitsplatz geparkt ist, da hier die Fahrzeuge länger stehen als für den Ladevorgang von durchschnittlich ein bis zwei Stunden für 100 km (bei Drehstromanschluss) benötigt wird. Insgesamt herrscht jedoch noch Forschungsbedarf in Bezug auf die Frage, inwiefern im Detail Stoß- und Standzeiten mit Lastspitzen und -senken korrelieren, denn zum Teil können schon wenige Minuten Ladeverzögerung einen erheblichen Beitrag zur Netzstabilität leisten (vgl. u.a. BDEW 2011).

Zudem ist angesichts der derzeit noch geringen Anzahl von Pilotnutzern noch nicht erkennbar, inwieweit welche Zielgruppen generell sowie bei bestimmten Incentives bereit wären, ihre Fahrten zeitlich an Versorgungsengpässe oder Überproduktionen anzupassen sowie ggf. sogar auf eine Autofahrt zu verzichten, wenn das Fahrzeug gerade für das Demand-Side-Management des Energieversorgers benötigt wird. Einige Studien (u.a. Ecofys 2009) geben allerdings Hinweise darauf, dass die Akzeptanz mit entsprechenden Incentives wie beispielsweise zeitvariablen Tarifen deutlich steigen wird. Auch Lieberman und Tholin (2004) festgestellt, dass Verbraucher auf Preiswarnungen schnell reagieren und den Energieverbrauch senken. Diese Bereitschaft hängt dabei auch davon ab, ob entsprechende Mobilitätsalternativen, beispielsweise über intermodale Verkehrssysteme zur Verfügung stehen.

### **Intermodale Verkehrsteilnehmer**

Intermodale Mobilität bedeutet generell, dass für Wegstrecken unterschiedliche Verkehrsmittel genutzt werden. Dies umfasst nicht nur die Kombination verschiedener Verkehrsmittel auf einer Wegstrecke zu einer „Wegekette“, sondern auch die Möglichkeit, unter verschiedenen Verkehrsmittelalternativen wählen zu können:



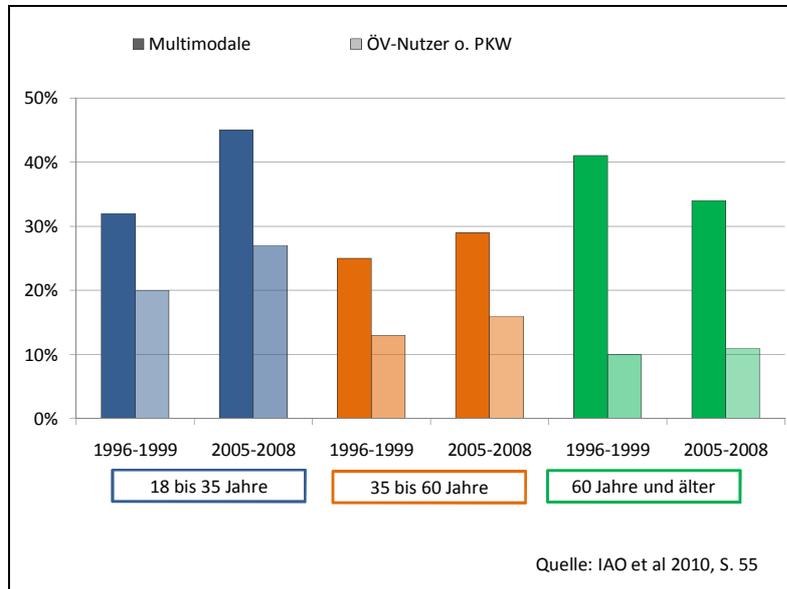
**Abbildung12: Varianten intermodaler Verkehrswege**

So kann beispielsweise bei der ersten Variante „Wahlfreiheit“ ein Fahrrad mit in die Bahn genommen werden, um auf dem Rückweg die komplette Strecke per Rad zurückzufahren oder es wird bei der Hinfahrt eine Fahrgemeinschaft genutzt und bei der Rückfahrt der ÖPNV. Diese Variante ist insbesondere in verdichteten Räumen mit einem breiten Mobilitätsangebot gegeben, das eine flexible Verkehrsmittelwahl für jede Strecke ermöglicht. Bei der zweiten Variante besteht die Möglichkeit der flexiblen Kombination verschiedener Verkehrsträger, beispielsweise über Park & Ride-Systeme oder auch über das Angebot von Leihfahrzeugen an ÖPNV-Haltestellen. Die Variante „Wegkette“ ist vielmehr für Rand- oder ländliche Gebiete geeignet, in denen das eigene Fahrzeug für die „letzte Meile“ zu oder von einer Anbindung an den ÖPNV genutzt wird. Intermodale Wegketten sind ferner für längere Strecken relevant, z.B. wenn Carsharing-Angebote, Mietfahrzeuge oder ÖPNV-Anschlüsse mit Bahnfahrten oder Flügen kombiniert werden können.

Zwar gibt es derzeit schon für beide Varianten Angebote, so dass schon heute intermodale Mobilität möglich ist. Angesichts der vielfältigen neuen Angebote zur Kombination verschiedener Verkehrsmittel (wie beim Pariser „Navigo“-Pass) und zur Gestaltung nahtloser Übergänge zwischen Verkehrsmitteln (v.a. über mobile Informationsdienste) zeichnet sich jedoch ab, dass zukünftig die weitere Konvergenz unterschiedlicher Verkehrsmittelarten, insbesondere des ÖPNV und des MIV, zu einem nahtlosen Netz eine gänzlich neue Dimension intermodaler Mobilität ermöglichen wird. Tatsächliche Nutzungsstrukturen lassen sich jedoch bisher nur grob aus den derzeit verfügbaren Daten ableiten.

So sind die derzeitigen Nutzer des ÖPNV ohne eigenen PKW voraussichtlich eine besonders relevante Zielgruppe für intermodale Verkehrsangebote, da sie vom Ausbau der Mobilitätsvarianten besonders profitieren. Darüber hinaus ist jedoch auch bei „multimodalen“ Personen, die sowohl ein eigenes Auto als auch weitere Verkehrsmittel wie Fahrrad oder den ÖPNV nutzen, ein verstärktes Interesse an intermodalen Mobilitätsangeboten

anzunehmen, über das die derzeitigen Fahrmöglichkeiten ergänzt werden können. Letztere könnten dabei sogar besonders an Angeboten interessiert sein, bei denen über Elektroautos oder –fahrräder Teilstrecken als MIV zurück gelegt werden können. Beide Gruppen, d.h. die „reinen“ ÖPNV-Nutzer und die „Multimodalen“, sind je nach Altersklasse unterschiedlich vertreten:



**Abbildung13: Intermodale Mobilitätsteilnehmer nach Alter**

So ist beispielsweise der Anteil der „Multimodalen“ bei den über 60-Jährigen sehr hoch, während nur wenige (etwa 10 %) ausschließlich den ÖPNV nutzen. Der Anteil der ausschließlichen ÖPNV-Nutzer ist hingegen gerade bei den Jüngeren unter 35 Jahren besonders hoch. An der Grafik ist zudem erkennbar, dass die ÖPNV-Nutzung in allen Altersklassen in den letzten Jahrzehnten gestiegen ist, während der Anteil der „Multimodalen“ besonders bei den unter-35-Jährigen, aber auch bei den 35- bis 60-Jährigen gewachsen ist. Bei den jungen Menschen zwischen 14 und 29 Jahren kann sich mittlerweile ein Drittel ein Leben ohne Automobil vorstellen (IAO et al. 2010, S. 54).

Die Älteren interessieren sich jedoch aus anderen Gründen für intermodale Verkehrskonzepte als die Jüngeren. Die Altersklassen bis 35 Jahre leben vermehrt in Städten, in denen ein gutes ÖPNV-Netz vorhanden ist. Der eigene PKW wird vorwiegend für längere Strecken genutzt und sonstige Wege werden vorwiegend mit dem Fahrrad, zu Fuß oder mit dem ÖPNV zurück gelegt. Bei den Senioren nutzen hingegen nur etwa 10 % den ÖPNV, während mit zunehmendem Alter Laufen und Fahrradfahren an Bedeutung gewinnt (vgl. Abbildung10). In den letzten Jahren ist dabei der Anteil der Multimodalen bei den Senioren sogar gesunken, d.h. das Auto verliert auch hier an Bedeutung. Die berufstätigen Altersklassen zwischen 35 und 60 Jahren erscheinen im Vergleich zwar eine weniger relevante Zielgruppe für intermodale Verkehrskonzepte zu sein. Dennoch nutzt hier mehr als jeder Sechste allein den ÖPNV und fast 30 % nutzen den ÖPNV in Kombination mit dem eigenen Auto.

Neben elektrisch betriebenen Bussen leisten die Anbieter traditioneller sowie flexibler Carsharing-Angebote einen wichtigen Beitrag zur weiteren Verbreitung intermodaler Mobilität unter Einbezug von Elektrofahrzeugen. Die derzeitigen Aktivitäten der Anbieter lassen darauf schließen, dass sie als Innovatoren eine zentrale Bedeutung für die Verbreitung und die Akzeptanz der Elektromobilität haben werden. So soll die Amsterdamer car2go-Flotte soll

Ende 2011 komplett elektrisch betrieben werden und bis Ende 2012 können die Ulmer car2go-Fahrzeuge an den Ladestationen der Ulmer Stadtwerke (SWU) kostenlos mit Naturstrom geladen werden. Die Nutzer intermodaler Mobilitätsdienste können so Erfahrungen mit Elektroautos sammeln, die ggf. auch Einfluss auf ihr Kaufverhalten haben können. Hierzu hat das Projekt eE-Tour Allgäu Erfahrungen sammeln können:

### **eE-Tour Allgäu - Elektromobilität und Tourismus im Allgäu**

Das Projekt „eTour Allgäu“ widmet sich der Einführung der Elektromobilität in der Tourismusregion Allgäu. Es soll aufzeigen, wie sich die Elektromobilität in den Alltag einer ländlichen Tourismusregion integrieren lässt und wie Einheimische und Touristen gleichermaßen eine Flotte von E-Fahrzeugen nutzen können. Während der Projektlaufzeit stand eine Fahrzeugflotte bestehend aus elektrisch angetriebenen PKW unterschiedlicher Leistungsklassen, Rollern und so genannten Segways bereit, die an Vermietstationen gegen ein Entgelt ausgeliehen werden können. Diese Vermietstationen wurden von ausgewählten regionalen touristischen Einrichtungen der Region wie Hotels, Campingplätzen aber auch Carsharingunternehmen und konventionellen Mietwagenunternehmen betrieben. Die 16 beteiligten Hotels stellten jeweils 4 bis 5 Fahrzeuge zur Verfügung, die über ein Web-Portal gebucht werden können. Die Vermietung von Elektrofahrzeugen durch Hotels kann zukünftig in Tourismusregionen ein erfolgreiches Geschäftsmodell sein, bei der die Gäste zusätzlich erfahren, wie es ist, sich sowohl geräuscharm und CO2-frei fortzubewegen als auch durch einen Mix an Verkehrsmitteln auf ein eigenes Auto verzichten zu können.

Das eE-Tour Konsortium errichtete insgesamt 11 Ladestationen an denen sowohl Elektromobile der Fahrzeugflotte als auch eigene Elektrofahrzeuge aufgeladen werden konnten. Der Strom, der an den Ladesäulen für die E-Fahrzeuge bereitgestellt wurde, stammte ausschließlich aus regenerativen Quellen und wurde während der Projektlaufzeit kostenlos zur Verfügung gestellt. Der Ladevorgang erfolgte durch eine Authentifizierung mittels einer mit einem RFID Chip ausgestatteten ID-Karte oder mittels Handy. In dem Modellprojekt kamen 50 Fahrzeuge verschiedener Hersteller zum Einsatz, so dass viele Erfahrungen zu den unterschiedlichen Modellen, aber auch zu den IKT-Schnittstellen gesammelt werden konnten. Probleme blieben dabei jedoch nicht aus. Der Projektleiter Andreas Rupp von der Hochschule Kempten fasst die Hemmnisse, die derzeit noch einer breiten Akzeptanz entgegenstehen, zusammen: „Vieles ist neu, fast noch nichts serienreif, die Lieferzeiten sind lang und die Produkte leiden unter Kinderkrankheiten“ (Ilg 2010). Auch die Software, z.B. zur Steuerung des Ladens über Nacht, bereitete bei dem Pilotprojekt Problem. Doch konnten auf dieser Erfahrungsbasis viele Optimierungspotenziale identifiziert werden. Es wird aber auch deutlich, dass eine Erhöhung der Akzeptanz der Elektromobilität darauf angewiesen ist, dass die Probleme bei den Fahrzeugen in Bezug auf die Zuverlässigkeit überwunden werden.

Insgesamt aber können solche Car-Sharing-Angebote im Tourismus wie die des eE-Tour-Projekts zur Akzeptanz der Elektromobilität positiv beitragen. Die Nutzer können Elektromobilität unverbindlich kennenlernen und beziehen Elektromobilität und weitere intermodale Mobilitätsangebote im Idealfall auch vermehrt in ihrem Alltag ein.

Carsharing-Betreiber haben ebenso wie andere Flottenbetreiber generell ein großes Interesse daran, dass der Fuhrpark so stark wie möglich ausgelastet ist. Allerdings treten auch hier Zeiten auf, in denen die Fahrzeuge als mobile Speicher bzw. zur Lastverlagerung genutzt werden können, denn für Carsharing-Angebote ist wesentlich, dass für die

„Stoßzeiten“ eine ausreichende Anzahl von Fahrzeugen bereitstehen. Carsharing-Fahrzeuge werden in erster Linie in der Freizeit, für den Urlaub und den Transport, d.h. v.a. im Sommer bzw. zu Ferienzeiten, abends und am Wochenende sowie insbesondere in der Zeit zwischen 12 und 22 Uhr genutzt (vgl. z.B. Bilharz 1999, S. 54). Die Auslastung beträgt während der Woche 40 – 45 % sowie am Wochenende 60 % (vgl. Petersen 1995). Demnach stehen elektrisch betriebene Carsharing-Fahrzeuge für die Netzintegration potenziell während der Woche und zumindest zu den vormittäglichen Lastspitzen zur Verfügung. Allerdings sind hierbei noch keine zukünftigen Entwicklungen berücksichtigt, wie der Wandel der Nutzungsmuster durch neue, intermodale Verkehrsteilnehmergruppen oder die konkreten Mobilitätsroutinen von e-Carsharing-Nutzern.

Zum derzeitigen Zeitpunkt ist also erkennbar, dass e-Carsharing-Flotten durchaus ein interessantes Potenzial für die Nutzung als mobile Speicher bieten, da sie neben den Vorteilen, die auch Flottenbetreiber bieten (wie z.B. das Pooling mehrerer Fahrzeuge) als Anbieter einer Mobilitätsalternative zum eigenen Auto ein besonders hohes Interesse an Maßnahmen zur Umwelt- und Klimaverträglichkeit haben. Zudem müssen Carsharing-Anbieter einen weitaus größeren Fahrzeugpool „für alle Fälle“ vorhalten, was betriebswirtschaftlich zwar eher ungünstig, aber notwendig für die Kundenbindung ist. Somit haben gerade Carsharing-Anbieter ein besonderes Interesse, Investitionen in eine e-Fahrzeugflotte z.B. über Kooperationen mit Energieanbietern im Bereich der Netzintegration auszugleichen.

### 3.2.3 Zwischenfazit zu Nutzungsmustern bezüglich der Netzintegration

Derzeit ist der Bestand an rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen mit 4.541 Fahrzeugen (KBA 2011) so gering, dass sich kaum Hochrechnungen zu Nutzergruppen und Nutzungsroutinen und deren Wirkungen auf die Gewährleistung der Netzsicherheit machen lassen. Tendenziell eignen sich aufgrund der Nutzungsmuster bei Flottenbetrieben jedoch Elektrofahrzeuge besonders gut für den Einsatz in Fuhrparks. Tatsächlich entfallen bisher auch fast die Hälfte der Neuzulassungen auf den Flottenmarkt:

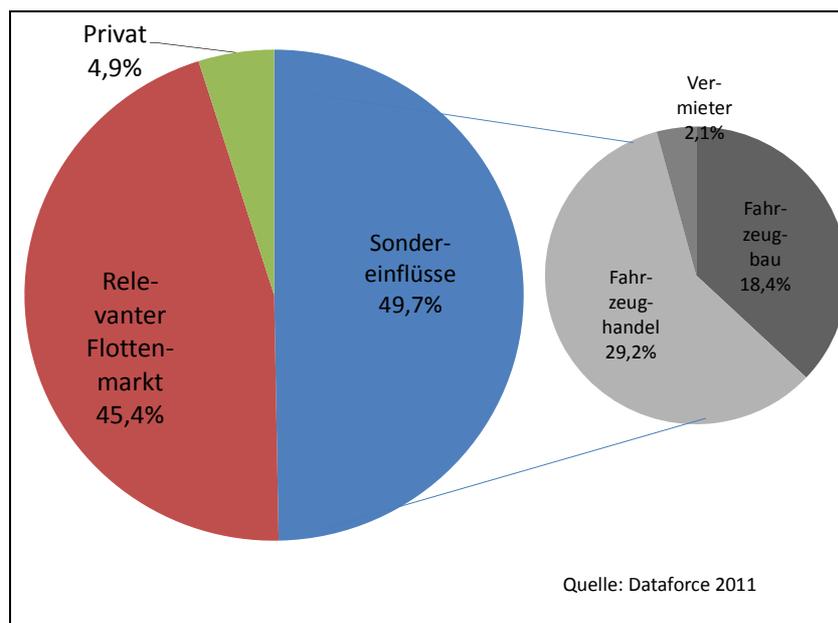


Abbildung14: Marktsegmente bei Neuzulassung von Elektrofahrzeugen in 2011

Aufgrund des geringen Gesamtbestands lassen sich zwar keine validen Schlussfolgerungen für die zukünftige Verteilung der Marktanteile ziehen. Dennoch ist es sehr wahrscheinlich, dass Flottenbetriebe auch weiterhin eine hervorragende Bedeutung für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen haben werden. Fuhrparks sind zudem die wichtigste Zielgruppe für Angebote zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen, da sie in der Regel über eine Fahrzeugreserve verfügen, die im Falle einer Rückspeisung zum Lastausgleich die entladenen Elektroautos kompensieren kann.

Die konkrete Anzahl der Elektrofahrzeuge innerhalb intermodaler Verkehrssysteme ist ebenfalls spekulativ. Anbieter wie Daimler (car2go) oder die Deutsche Bahn (Flinkster) setzen allerdings zunehmend auf Elektrofahrzeuge. Für die Netzintegration sind flexible Carsharing-Flotten jedoch nur bedingt einsetzbar, da sie prinzipiell stets einsetzbar sein müssen. Allerdings gibt es über die Ladestationen für die im intermodalen System genutzten Elektro-Zweiräder oder -PKWs durchaus das Potenzial, auch auf diese Flotten zuzugreifen. Gerade im innerstädtischen Bereich können je nach Netztopologie e-Carsharingflotten daher durchaus einen relevanten Beitrag zur Netzstabilität leisten.

Die Anzahl der privaten Elektrofahrzeuge kann ebenfalls nur schwer eingeschätzt werden, da hier private Risiken hinsichtlich der Kosten und der Technologie eingegangen werden müssen und daher bisher viele PKW-Fahrer Elektroautos noch skeptisch gegenüber stehen. Dennoch lassen sich hier auch Tendenzen erkennen, dass insbesondere jüngere Bevölkerungsgruppen eine Affinität zu Elektroautos, aber auch zu elektrisch angetriebenen Zweirädern haben. Gerade bei den Privatanutzern ist die tatsächliche Bereitschaft, das eigene Auto temporär als Speicher für das Stromnetz zur Verfügung zu stellen, jedoch deutlich von entsprechenden Anreizen und Geschäftsmodellen abhängig, die im folgenden Kapitel näher erläutert werden.

### **3.3 Anreize und Geschäftsmodelle zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen**

Aus den bisher beschriebenen Nutzungsroutinen der drei zentralen Nutzergruppen „Flottenbetreiber“, „Elektroautoaffine Privatanutzer“ und „Intermodalen Verkehrsteilnehmer“ können zwar grundlegende Annahmen zu Standzeiten und -orten der „mobilen Speicher“ gemacht werden. Diese Annahmen basieren jedoch in erster Linie auf dem Status quo und beziehen nicht mit ein, dass spezielle Anreize und Geschäftsmodelle maßgeblich das Nutzerverhalten beeinflussen können. Bisher liegen zwar nur wenige Erkenntnisse zur Akzeptanz von Geschäftsmodellen vor, die konkret das gesteuerte Laden und Entladen fördern. Aus der Vielzahl an Studien zu Anreizen und Geschäftsmodellen zur Förderung der Elektromobilität im Allgemeinen lassen sich jedoch prinzipiell abschätzen, welche Instrumente tendenziell die Akzeptanz der Elektromobilität und der damit verknüpften Lade- und Entladevorgänge erhöhen können und wo generelle Akzeptanzhürden bestehen.

#### **3.3.1 Überblick über Studien und Literatur zu Anreizen und Geschäftsmodellen**

Studien und Literatur zum Thema Anreize und Geschäftsmodelle im System Elektromobilität lassen sich je nach Autorenschaft den folgenden Kategorien zuordnen:

- *Consulting bzw. Beratungsunternehmen:* Beispiel dafür sind Veröffentlichungen von Roland Berger (Kainer/ Sturm 2009), Arthur D. Little (Lippautz/ Winterhoff 2011), Boston Consulting (Dinger et al 2010) oder Oliver Wymann (Wymann 2009). Der Fokus dieser Ausarbeitungen liegt im Bereich der Marktentwicklung und der Wertschöpfung. Sie wollen Auskunft über zukünftige Marktentwicklungen und Geschäftsfelder geben und so den beteiligten Akteuren insbesondere des

ökonomischen Sektors, ökonomisch erfolgsversprechende strategische Organisationsentwicklungen und Marktchancen aufzeigen.

- *Forschung und Entwicklung*: Beispiele dafür sind die Studien vom KIT - Karlsruher Institut für Technologie (Wallentowitz et al. 2010), IKEM (IKEM 2011) oder Fraunhofer IAO (2010). Derartige Veröffentlichungen erheben den Anspruch wissenschaftlich fundierter Studien. Entsprechend folgen sie einer systematischen Aufarbeitung des Themas, bedienen sich einer anerkannten Methodik und basieren auf empirisch abgesicherte Datengrundlagen. Der Schwerpunkt liegt im Bereich der Technologieentwicklung
- *Anbieter von Produkten oder Dienstleistungen im Bereich Elektromobilität*: Beispiele für solche besonders praxisnahe Studien sind Piepenbrink (2009), Chantelau (2011) oder Hinrichs (2011). Veröffentlichungen dieses Segments setzen ihre Schwerpunkte auf die Bedingungen für eine erfolgreiche Vermarktung von Produkten oder Dienstleistungen und heben deutlich auf die ökonomischen Erfolgsbedingungen für die angebotenen Produkte und Dienstleistungen ab.
- *Energiewirtschaft*: Ein Beispiel für eine energiewirtschaftliche Veröffentlichung ist die Publikation der Union of the Electricity Industry (EURELECTRIC 2010). Veröffentlichungen aus diesem Bereich legen ihren Schwerpunkt auf Anforderungen und Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Integration der Elektromobilität in das bestehende Energiesystem. Im Bereich der kommunalen Unternehmen stehen entsprechend kommunale Dienstleistung und die Integration der Elektromobilität in lokale und regionale Energiesysteme insbesondere in die Verteilnetze sowie in das bisherige Produkt und Dienstleistungsportfolio im Vordergrund.
- Eine weitere wesentliche Kategorie stellen *politische Veröffentlichungen* dar. Hier sind insbesondere die *Veröffentlichungen der Bundesregierung* (RPE 2011) und der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE 2010b und 2011) aktuell maßgeblich. Veröffentlichungen aus diesem Segment sind insbesondere geprägt durch die Maßgabe der politischen Zielsetzungen und ihre Perspektive wie diese politische Zielsetzung erreicht werden kann.
- Quer dazu liegt eine Kategorie von Veröffentlichungen bei denen *Wissenschaft, Consultingunternehmen und Verbände* kooperiert haben. Beispiele dafür sind die Studie der Fraunhofer-Gesellschaft in Kooperation mit dem Beratungsunternehmen PriceWaterHouse Coopers (IAO/ PWC 2010), die gemeinsame Veröffentlichung vom Verband Innovativer Unternehmen und vom Deutsche Verband für Technologietransfer und Innovation (Fuchs/ Groth 2009) sowie das Gutachten der deutschen Akademie der Technikwissenschaften (Acatech 2010).

Geschäftsmodelle und Anreize im Bereich der Elektromobilität werden zwar in all diesen Veröffentlichungen thematisiert, allerdings mit unterschiedlicher Akzentuierung: Während der ökonomische Bereich in Gestalt von Consultingunternehmen und kommerziellen Anbietern aufgrund seiner engeren Marktnähe auf Geschäftsmodelle und Anreize mit hoher Praxisrelevanz verweist, wird insbesondere bei wissenschaftlichen Studien stärker auf das Gesamtsystem „Elektromobilität“ abgehoben und die tatsächlichen Marktchancen nur bedingt als Entscheidungskriterium angewandt. Im Gegensatz dazu ist bei den Anbietern der konkrete ökonomische Erfolg erkenntnisleitend und entsprechend optimistisch werden die

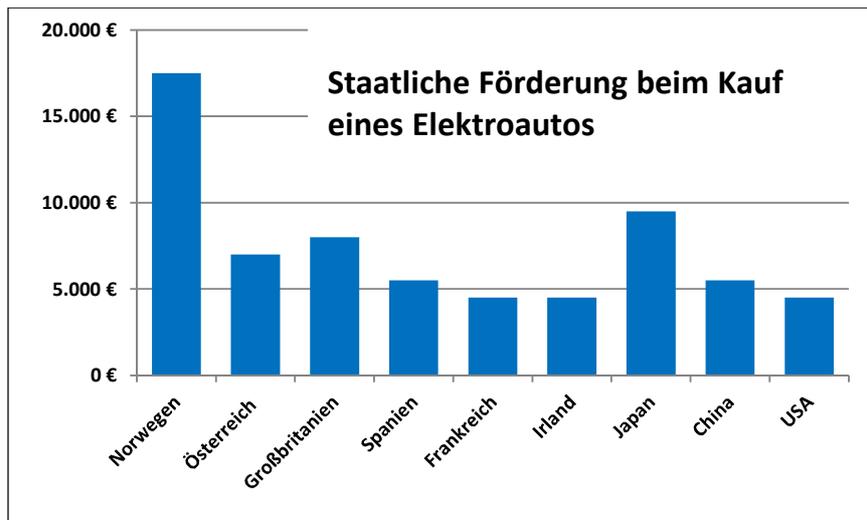
Marktchancen für konkrete Produkte und Dienstleistungen aus dem eigenen Angebotsportfolio eingeschätzt.

Gemeinsam ist den Akteursgruppen die Auffassung, dass die Anschaffung von Elektrofahrzeugen noch deutlich kostenintensiver ist als bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren. Die Betriebskosten hingegen, sind aufgrund der geringeren „Tankkosten“ deutlich günstiger sind. Ob daraus eine direkte Förderung der Anschaffung zu fordern ist, wird unterschiedlich beurteilt. Hohe Übereinstimmung besteht darin, dass Deutschland weniger zum nachfrageorientierten Leitmarkt streben, sondern sich eher zum Leitanbieter der Elektromobilität entwickeln sollte (Acatech 2010). Für die Frage der Förderung rückt damit der Fokus fort von einer Konsumförderung und hin zu einer FuE-Förderung, weil diese eher in der Lage sei, zu einem dauerhaften Wirtschaftswachstum beizutragen. In dieser Logik fügt sich auch die Forderung nach einer steuerlichen FuE-Förderung, welche insbesondere KMU eher in die Lage versetzt, ihre Forschungsaktivitäten zu erhöhen und von der zudem stärkere Investitionsanreize für Wagniskapital erhofft werden (Fuchs/ Groth 2009).

Insbesondere bei der Infrastruktur der Elektromobilität ist die Total Cost of Ownership (TCO) zur Quantifizierung aller anfallenden Kosten der Investitionsgüter sowohl in der Anschaffung als auch im Betrieb inklusive etwaiger indirekter Kosten, notwendig. Eine Betrachtung der TCO bildet damit die essenzielle Grundlage für jedes Geschäftsmodell (IAO/ PWC 2010).

Bezüglich der Finanzierung der Ladeinfrastruktur unterscheiden sich jedoch die Auffassungen erheblich. Die Bundesregierung hält den Aufbau und die Finanzierung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur grundsätzlich für eine Aufgabe der Wirtschaft (RPE 2011). Demgegenüber sieht die nationale Plattform Elektromobilität sehr wohl eine gemeinsame Aufbaufinanzierung von privaten Investoren und öffentlicher Hand. Mit dem vorgeschlagenen siedlungsorientierten Modell für den nachhaltigen Aufbau und die Förderung der Ladeinfrastruktur (SIMONE) soll sowohl eine Sicherung des Gesamtbedarfs als auch eine sinnvolle regionale Verteilung gestaltet werden sowie die absehbar bestehende Kostendeckungslücke geschlossen werden. Dabei wird in Abhängigkeit von der Nutzungsdichte (Ladesäule pro Einwohner) die Finanzierung durch öffentliche oder private Mittel vorgeschlagen. Demzufolge wird im städtischen Bereich (Fußgängerzonen, City und Stadtring) eher eine private Finanzierung und im außerstädtischen Bereich (Stadttrand und Umland) eine öffentliche Finanzierung der Ladeinfrastruktur empfohlen. Die letzte Entscheidung darüber soll dabei den Gebietskörperschaften obliegen (NPE 2011).

Mit der Entscheidung der Bundesregierung im Sinne eines monetären Anreizes für Endkunden PKWs und Nutzfahrzeuge mit einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von unter 50g pro km für 10 Jahre von der Kfz-Steuer zu befreien und die Fahrzeuganschaffung hingegen nicht zu fördern, folgt Deutschland einer Förderlogik, die sich deutlich von anderen Ländern unterscheidet (RPE 2011). Die folgende Abbildung illustriert die internationale Förderung der Fahrzeuganschaffung (IAO/ PWC 2010), eigene Darstellung):



**Abbildung15: Staatliche Förderung beim Kauf eines Elektrofahrzeugs im internationalen Vergleich**

Hinsichtlich wirtschaftlich tragfähiger Geschäftsmodelle geben die Veröffentlichungen ein heterogenes Bild ab. Relativ übereinstimmend wird festgestellt, dass die Entwicklung von dauerhaftprofitablen Geschäftsmodellen aus den Pilotprojekten der zentrale Erfolgsfaktor für die Durchsetzung der Elektromobilität darstellt (Kainer/ Sturm 2009). Gleichzeitig wird aber bemängelt, dass der Entwicklung von adäquaten Geschäftsmodellen noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird (Lippautz/ Winterhoff 2011). Als allgemeine Anforderungen an erfolgreiche Geschäftsmodelle wird die Beachtung der veränderten Wertschöpfungsketten angemahnt, da sich der Wettbewerb bei der Elektromobilität auf einem größeren Marktplatz abspielt und über die herkömmliche Wertschöpfungskette der Automobilbranche hinausgeht (Lippautz/ Winterhoff 2011). In diesem Zusammenhang werden zusätzliche Marktakteure wie Versorgungs-, Infrastruktur- und Leasingunternehmen sowie Dienstleister genannt, welche ebenfalls mit ursächlich sind, für die derzeitige Unübersichtlichkeit des Marktes. Trotz dieser Unsicherheit bezüglich Marktstruktur und Marktteilnehmer wird relativ übereinstimmend postuliert, dass einzelne Geschäftsmodelle nur schwerlich den gesamten Markt erfolgreich bedienen können. Stattdessen gelte es maßgeschneiderte Mobilitätsprodukte anzubieten, welche sich auf bestimmte Kundengruppen konzentrieren und so Alleinstellungsmerkmale für kleine Zielgruppen darstellen (Lippautz/ Winterhoff2011).

### 3.3.2 Anreize und Förderinstrumente

Bezüglich derzeit bestehender Anreiz- und Förderinstrumente gibt die folgende Tabelle einen zusammenfassenden Überblick (IAO/ PWC 2010):

Instrument	Beispiel	Einsatz	
		Deutschland	Ausland
Zuwendungen und Zuschüsse	Forschung und Entwicklung: Aufbau von Kompetenznetzwerken und Forschungszentren, Entwicklung von Produktionstechnologien, Verkehrsforschung, Feld- und Flottenversuche	+	+
	Marktvorbereitung: Modellregionen, Testzentren, Pilotanlagen und -projekte	+	+
	Kaufzuschüsse	- (bei vereinzelt Pilotprojekten)	+
Kapitalbereitstellung	vergünstigte Zinskonditionen bei Krediten, Haftungsfreistellungen, Flexible Laufzeiten, Kapitalbereitstellung aus speziellen Fonds, etc.	+	+
Steuerprivilegien	Vergünstigung bei der CO <sub>2</sub> -Steuer	+	+
	Befreiung von der Umsatzsteuer beim Kauf	-	+
Nutzungsprivilegien	Kostenlose Innenstadtparkplätze Nutzung von Busspuren	-	+
Beschaffung durch öffentliche Hand	Flottenbeschaffung durch Gebietskörperschaften und öffentliche Unternehmen	- (bei vereinzelt Pilotprojekten)	+

**Tabelle 1: Förderinstrumente im Bereich elektrifizierter Antriebstechnologien**

Neben den in der obigen Tabelle skizzierten Instrumenten, konkretisiert und differenziert die Bundesregierung weitere Maßnahmen zur Förderung. Sie unterscheidet dabei zwischen monetären und nicht-monetären Maßnahmen. Dabei wird davon ausgegangen, dass Elektrofahrzeuge zumindest in den ersten Jahren der Markteinführung deutlich teurer sein und im Hinblick auf Reichweite und „Tankdauer“ nicht die Leistungsfähigkeit konventionell angetriebener Fahrzeuge bieten werden. Die Abmilderung der Gesamtkostenlücke wird in erster Linie als Aufgabe der anbietenden Industrie verstanden, welche die Mehrkosten in der Startphase durch Querfinanzierungen aufzufangen habe. Dem Anspruch schon die ersten Serien kostendeckend zu verkaufen wird dabei eine Absage erteilt (RPE 2011). Gleichwohl wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, auf allen Ebenen Anreize zu schaffen sowie die Attraktivität der Nutzung von Elektrofahrzeugen durch Änderungen der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen zu steigern.

Folgende Maßnahmen werden von der Bundesregierung in Aussicht gestellt (RPE 2011):

- *Straßenverkehrsrecht:* Sonderparkplätze, Aufhebung von Zufahrtverbot für Elektrofahrzeuge, Freigabe von Busspuren und Sonderfahrspuren.
- *Steuerliche Anreizmechanismen:* Befreiung von der Kfz-Steuer und Anpassung der Dienstwagenbesteuerung
- *Emissions- und Umweltrecht:* Kennzeichnung der Fahrzeuge gemäß 40.BImSchV als Voraussetzung für die Privilegierung im Straßenverkehr und im öffentlichen Raum
- *Weitere Anreizmechanismen:* Beschaffung im Rahmen der öffentlichen Fahrzeugflotten, Förderung bei der Anschaffung in privaten Fahrzeugflotten, Bildung von Einkaufsverbänden, Implementierung einer zentralen netzbasierten Informationsplattform für nachhaltige Beschaffung.

- *Sonstige Maßnahmen:* Einführung von Wechselkennzeichen, Anpassung der Ausbildungsprofile, Erleichterung bei der Zulassung von Kleinserien und Sondermodellen sowie bei Typgenehmigungen, Förderung der Batterieladung durch elektromagnetische Induktion sowie die Verkehrstelematik.

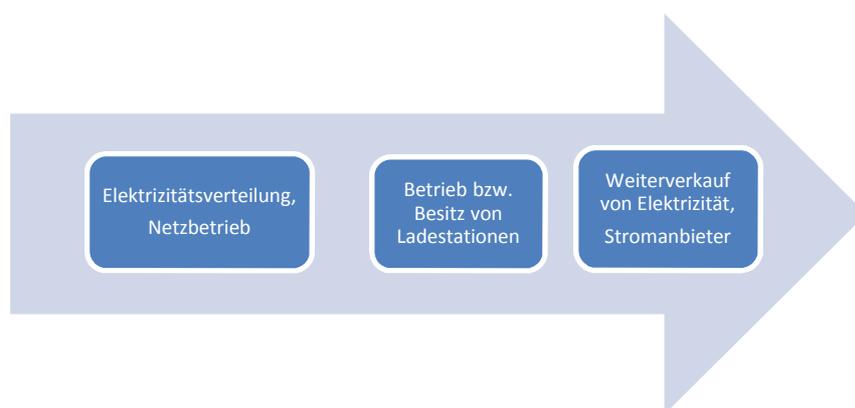
Damit wird deutlich, dass der Schwerpunkt der Förderinstrumente und Anreizmechanismen für die Einführung der Elektromobilität in Deutschland im nicht-monetären Bereich liegt um so Nutzungsanreize zu schaffen. Direkte monetäre Anreize für den Endnutzer sind lediglich in Form von zeitlich befristeten Steuerbefreiungen vorgesehen. Zu den indirekten monetären Anreizen ist allerdings die Förderung von Forschung, von Modellregionen sowie von Leuchtturmprojekten und Schaufenstern der Elektromobilität zu zählen (RPE 2011).

### 3.3.3 Marktmodelle und Akteure

Für die Entwicklung von Geschäftsmodellen werden je nach Stakeholder und deren Verortung in den Wertschöpfungsketten und den Marktsegmenten unterschiedliche Modelle favorisiert. Während bei den Herstellern von Fahrzeugen und Fahrzeugkomponenten eher technologische und produktionsspezifische Modelle besonders hervorgehoben werden (vgl. Lippautz/ Winterhoff 2011), überwiegen bei den Unternehmen der Energieversorgung Geschäftsmodelle mit energiebezogenen Produkten und Dienstleistungen während kommunale Unternehmen den Schwerpunkt eher im Bereich lokaler infrastruktureller Geschäftsmodelle setzen.

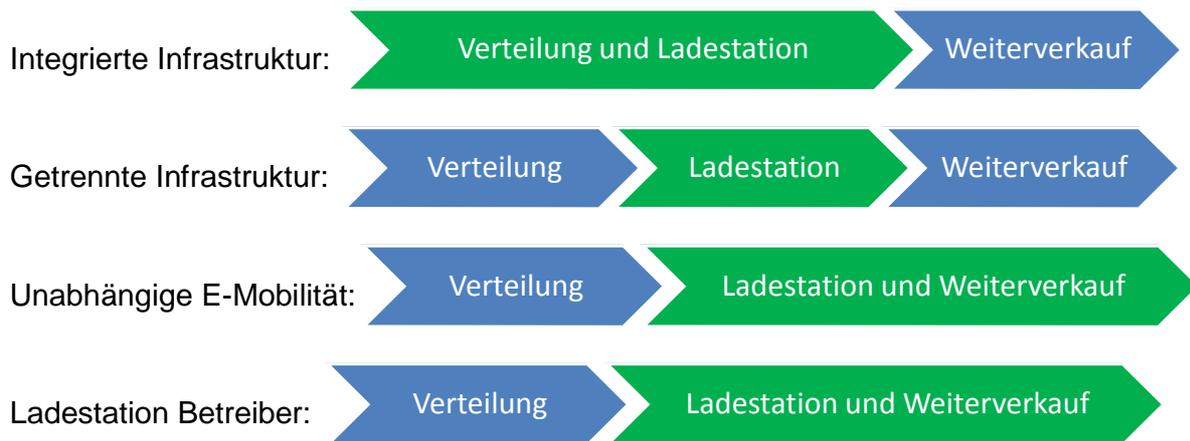
#### Marktmodelle nach EURELECTRIC

Eine relativ umfassende Systematisierung mit Bezug auf die veränderten Wertschöpfungsketten sowie einen Schwerpunkt auf die Ladeinfrastruktur liefert die Studie der Union of the Electricity Industry, die sich an einer dreigliedrigen Wertschöpfungskette orientiert (nach EURELECTRIC 2010):



**Abbildung16: Wertschöpfungskette Elektromobilität**

Entlang dieser Wertschöpfungskette werden den einzelnen Abschnitten unterschiedliche Marktteilnehmer zugeordnet. Dies dient als Basis um vier unterschiedliche Marktmodelle zu beschreiben. Die folgende Abbildung illustriert den Zuschnitt dieser vier Marktmodelle im Überblick und markiert dabei die Integration bzw. die Trennung der Akteursgruppen je Wertschöpfungsbereich (nach EURELECTRIC 2010):



**Abbildung17: Überblick über die Marktmodelle.**

Allen Marktmodellen liegen Annahmen bezüglich der staatlichen Marktregulierung sowie hinsichtlich der unterschiedlichen Örtlichkeiten und Besitzsituationen der Ladeinfrastruktur zu Grunde. Bei der Marktregulierung werden fünf Regulationstypen unterschieden:

1. In einem **unregulierten Markt** entwickelt die Industrie unterschiedliche Standards und Dienstleistungen simultan. Das Ergebnis ist rein marktwirtschaftlich und der Erfolg wird durch ökonomische Faktoren bestimmt. Der unregulierte Markt findet vorzugsweise bei funktionierenden Märkten Anwendung.
2. In einem **selbstregulierten Markt** entwickelt die Industrie in Gestalt von Industrieverbänden selbst einheitliche Regeln, Standards und Praxisvorschriften. Diese Regulierungsart setzt handlungsfähige industrielle Interessenverbände voraus und basiert auf Freiwilligkeit. Allerdings wird unterstellt, dass es im ökonomischen Interesse einzelner Unternehmen ist, sich an die Regulierung zu halten, um den Kundenkreis für ihre Produkte und Dienstleistung nicht einzuschränken. Der selbstregulierte Markt findet sich bevorzugt in Situationen, in denen ein funktionierender Markt zwar existiert, aber die Notwendigkeit einer Zusammenarbeit zwischen den Marktteilnehmer groß ist, um das Marktpotential in Gänze zu erschließen.
3. Bei einer **Rahmenregulation** wird davon ausgegangen, dass ein Mindestmaß an regulatorischen Rahmenbedingungen notwendig ist, um effiziente Resultate zu erzielen. Dabei wird davon ausgegangen, dass rein ökonomische Interessenlagen nicht ausreichen, um einen funktionierenden Markt sicherzustellen.
4. Bei einer **Vollregulation** werden rechtlich bindende Regeln und Standards durch die öffentlichen Hand oder einen Beauftragten festgelegt. Dieser Regulationstyp kommt überwiegend in Situationen zur Anwendung, in denen kein funktionierender Markt existiert, z.B. in Märkten, die stark von natürlichen Monopolen oder Oligopolen geprägt werden. Ebenfalls eingesetzt wird dieses Regulationstyp, wenn hohe und schwer kontrollierbare Risiken bestehen, z.B. aufgrund der Freisetzung gefährlicher Substanzen.
5. Eine **Regulation durch die öffentliche Beschaffung** zählt in dieser Logik übrigens zu den interventionistischen Regulationstypen. Es sieht für die Beschaffung einen bestimmten Versorger oder Anbieter und eine Privilegierung durch öffentliche Finanzierung vor. Dieser Regulationstyp findet überwiegend in Situationen

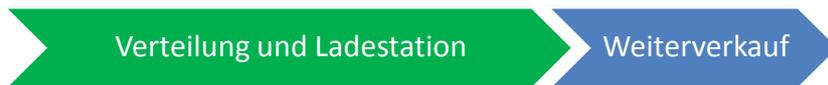
Anwendung, in denen durch die Privilegierung einzelner Unternehmen spezifische ökonomische Vorteile erhofft werden oder mit sehr erheblichen politischen Interessen verbunden sind.

Neben diesen Regulationstypen werden auch Annahmen zur Charakterisierung der Örtlichkeiten der Ladeinfrastruktur getroffen. Dazu werden vier unterschiedliche Situationen charakterisiert:

1. Bei **öffentlichen Bereichen auf öffentlichen Liegenschaften** obliegen der Ausbau und die Gestaltung der Ladeinfrastruktur der öffentlichen Hand. In der Regel sind es die kommunalen Gebietskörperschaften mit spezifischen Regularien und Anforderungen an die Ladeinfrastruktur. Meist hängen diese wiederum vom konkreten örtlichen und baulichen Kontext wie Straßentyp, Bürgersteig, öffentliche Parkhäuser etc. ab.
2. Bei **öffentlichen Bereichen auf privaten Liegenschaften** wird angenommen, dass ein öffentlicher Zugang zum privaten Grundbesitz vorliegt. Daraus folgt, dass die verfügbare elektrische Infrastruktur in der Hand des Privatbesitzers liegt und dieser entsprechend verantwortlich ist für das Management und die Sicherheit der Installation. Üblicherweise ist der Privatbesitzer an einen Energieversorger oder Zwischenhändler für elektrischen Stromvertraglich gebunden. Durch den privaten Besitz können eine Vielzahl von unterschiedlichen Infrastrukturtechnologien und Ladestationen vorliegen. Da die Investition aufgrund der Besitzverhältnisse ebenfalls überwiegend in privater Hand liegt, ist die Investitionsbereitschaft rein ökonomisch getrieben und hängt von wirtschaftlich attraktiven Geschäftsmodellen ab.
3. Die Kategorie **private Bereiche auf privaten Liegenschaften** umschreibt die typische „Garagensituation“. Die elektrische Infrastruktur wird durch den Privatbesitzer gestellt, der sich dafür eines Installationsbetriebs bedient, der die Verbindung zum Verteilungsnetz des Energieversorgers herstellt.
4. **Schnell-Ladestationen** sind weniger eine Kategorie des Standorts der Ladestationen sondern eher eine technologische Kategorie der Ladeinfrastruktur. Allerdings ist noch nicht vollständig geklärt, ab wann von Schnell-Ladung zu sprechen ist. Üblicherweise wird ab 32A bei 230V Wechselspannung von Schnellladung gesprochen. Möglich ist aber auch eine Drehstromversorgung mit bis zu 43 kW oder eine Schnellladung mit Gleichstrom von 20 bis zu mehreren Hundert kW. Die Relevanz dieser Ladekategorie liegt zum einen darin begründet, dass mit einer Schnellladung für den Kunden ein erhöhter Nutzen in Form vermiedener Wartezeit für Aufladung verbunden ist. Zum anderen ist aufgrund der Notwendigkeit einer permanenten Kabelverbindung während der Aufladung und aufgrund der hohen Ströme bei Aufbau und Gestaltung der Ladeinfrastruktur eine wesentlich engere Zusammenarbeit mit den Energieversorgern erforderlich.

Die im Folgenden beschriebenen Marktmodelle gehen primär von einem Standorttyp der Ladestation in **öffentlichen Bereichen auf öffentlichen Liegenschaften** aus. Alle Marktmodelle decken die wertschöpfenden Bereiche der Verteilung des elektrischen Stroms, der Ladestationen und des Weiterverkaufs des elektrischen Stroms ab. Weitere Dienstleistungen wie z.B. Batterie-Leasing werden nicht berücksichtigt. Die Verteilung des elektrischen Stroms erfolgt durch die Energieversorger, deren privaten oder öffentlichen Unternehmen vollständig reguliert sind.

## Marktmodell 1: „Integrierte Infrastruktur“



In diesem Marktmodell sind die Verteilung und die Ladeinfrastruktur in den Markt integriert. Die Ladeinfrastruktur ist vollständig in den Anlagenbestand des Energieversorgers integriert. Die kommerzielle Beziehung für die Versorgung mit Ladestrom ist, wie im Energiemarkt üblich, zwischen dem Nutzer und dem Weiterverkäufer geregelt. Die Finanzierung der Infrastruktur erfolgt kollektiv. Die derzeitige Tarifstruktur bleibt weitgehend erhalten und die Kosten der Infrastruktur spiegeln die regulierten Tarife für die Nutzung der Mittel- und Niederspannungsnetze wieder. Dieses versorgungsbasierte Marktmodell ist geprägt durch einen freien Weiterverkauf mit unterschiedlichsten Produkten und Dienstleistungen der Weiterverkäufer. Der Zugang zur Ladeinfrastruktur ist frei und nicht kostenpflichtig. Alle Kosten werden durch die Entgelte der Netznutzung finanziert. Bei der Nutzung von Schnell-Ladestationen werden besondere Entgelte der Netznutzung an die Energieversorger fällig. In diesem Marktmodell besteht eine vertragliche Vereinbarung zwischen Nutzer und Weiterverkäufer der Elektromobilität. Die Nutzungsentgelte werden entweder als Vorauskasse oder gemäß tatsächlich erfolgter Nutzung nachträglich fällig.

Der wesentliche Unterschied zum bisherigen Marktmodell der Energieversorgung liegt in der Freiheit des Kunden seinen Fahrstrom aus jeder beliebigen Ladestation der zugehörigen Ladeinfrastruktur zu beziehen. Die Rechnungsstellung erfolgt wie bisher durch den Wiederverkäufer. Der Energieversorger kann sich eines oder mehrerer Wiederverkäufer bedienen und den Zugang zu den Ladestationen seiner Ladeinfrastruktur durch ID-Karten oder Ähnliches regulieren. Der Nutzer kann seinerseits mehrere Zugänge zu unterschiedlichen Ladeinfrastrukturen besitzen, ähnlich wie bei der Nutzung mehrerer SIM-Karten unterschiedlicher Mobilfunkanbieter. Möglich sind aber auch die Nutzung beliebiger Ladestationen und eine Bezahlung jeder individuellen Nutzung z.B. per Kreditkarte, ohne dass vorher ein spezifischer Nutzungsvertrag zustande kommen muss. Dies erfordert allerdings ein Mindestmaß an einheitlicher technologischer Standardisierung.

## Marktmodell 2: „Getrennte Infrastruktur“



In diesem Modell wird die Ladeinfrastruktur als ein neuer, separater und unabhängiger Bereich der Wertschöpfungskette der Elektromobilität aufgefasst mit dem Betreiber der Ladeinfrastruktur als neuen Marktteilnehmer. Dieses Marktmodell folgt damit der Getrennthaltungspflicht von Netzbetrieb und Stromverkauf und basiert auf der rechtlichen Verpflichtung der eigentumsrechtliche Netzentflechtung gemäß deutschem Energiewirtschaftsgesetz. Die Finanzierung der Ladeinfrastruktur erfolgt in diesem Modell durch die Einnahmen aus der Nutzung der Ladestationen. Das Beladen der Elektrofahrzeuge ist damit ein neues Element in der Wertschöpfungskette für elektrischen Strom, deren Akteure unabhängig von der kommerziellen Beziehung zwischen Endkunden und Stromanbietern agieren. Es ist dabei davon auszugehen, dass der Betreiber der Ladeinfrastruktur für die Nutzung der Ladestationen höhere Preise geltend macht als bei Stromanbietern sonst üblich ist, um seine Investitionskosten zu finanzieren. Um dies zu

realisieren sind allerdings neue Rechnungs- und Authentifizierungssysteme notwendig, welche über definierte Schnittstellen zu den zentralen IT-Systemen der Netzbetreiber und der Stromanbieter verfügen. Damit werden dem Betreiber der Ladeinfrastrukturen zwei unterschiedliche Rollen zu gewiesen. Zu einer Managementrolle die für Informationen und Clearing zuständig ist und zum anderen der physikalische Betrieb der Ladestationen.

Je nach Regulierungstiefe erfolgt die Marktentwicklung durch einen oder mehrere unabhängige Infrastrukturbetreiber mit der Erlaubnis der betreffenden Gebietskörperschaft die Ladeinfrastruktur zu installieren und zu betreiben. Der Zugang zum Stromnetz ist dagegen offen für alle Stromanbieter, wenngleich eine regulierte Tarifierung möglich ist. Für Angebote zu Schnellladungen ist davon auszugehen, dass die Betreiber von Ladestationen höhere Preise verlangen, um die erhöhten Investitionskosten zu finanzieren.

### **Marktmodell 3: „Unabhängige E-Mobilität“**



In diesem Modell entsteht eine neue Rolle eines unabhängigen Anbieters von Elektromobilität, welche sowohl die Installation und den Betrieb der Ladeinfrastruktur als auch gebündelte Angebote von Stromdienstleistungen inklusive der Beladung umfasst. Die Finanzierung der Ladeinfrastruktur erfolgt auch in diesem Marktmodell durch die Einnahmen aus der Nutzung der Ladestationen. Die Einnahmen können dabei ähnlich wie im Mobilfunkbereich außer durch die direkte Nutzung der Ladestationen auch durch andere Abrechnungsmodelle wie monatliche oder jährliche Pauschalgebühren (Flatrate) generiert werden.

Die Marktstruktur ist in diesem Modell geprägt durch ein integriertes Netzwerk von Ladestationen einerseits und Stromanbieter für Elektromobilität andererseits. Zumindest in der Einführungsphase werden nationale oder regionale Monopole von Stromanbietern den Markt dominieren, welche das gesamte Betriebsnetzwerk umfassen. Allerdings müssen derartige singuläre Betreiber der Ladeinfrastruktur den Strom aus einem liberalisierten Markt der Stromanbieter beziehen und die Kosten für die Installation und den Betrieb der Ladestationen auf die angebotenen Endnutzerpreise aufschlagen. Als mögliche Betreiber der Ladeinfrastruktur kommen öffentliche Unternehmen, öffentlich regulierte Unternehmen oder private Unternehmen mit einer nationalen oder regionalen Konzession oder Lizenz in Betracht.

### **Marktmodell 4: „Ladestation Betreiber“**



In diesem Modell obliegen der Betrieb der Ladestationen und der Verkauf von Ladestrom dem Besitzer oder dem Betreiber der Ladeinfrastruktur an einem bestimmten Standort. Ausgestattet mit einer standortgebundenen Lizenz, Ladestationen zu betreiben, wird die Ladeinfrastruktur errichtet und der Verkauf oder Weiterverkauf des Ladestroms am Standort organisiert. Die Finanzierung der Ladeinfrastruktur erfolgt auch in diesem Marktmodell durch die Einnahmen aus der Nutzung der Ladestationen. Die zuständigen Gebietskörperschaften, welche die öffentlichen Standorte besitzen, können ein Lizenzmodell entwickeln, das die besonders interessanten öffentlichen Standorte für kommunale Unternehmen reserviert hält. Damit würde ein neuer Marktteilnehmer entstehen, welcher den Endkunden ein Ladeangebot

auf öffentlichen Liegenschaften anbietet und damit ein zusätzlicher Stromanbieter für Elektromobilität darstellt.

In diesem Marktmodell würde eine Vielzahl von örtlich gebundenen Marktteilnehmern entstehen, welche zusammen mit bestehenden Marktakteuren insbesondere in den wirtschaftlich besonders erfolgsversprechenden Standorten agieren würden. Das Interesse an Ladestationen an wirtschaftlich weniger erfolgsversprechenden Standorten wäre allerdings gering und dieses Modell würde die Entstehung von lokalen Monopolen begünstigen. Denkbar wäre jedoch in diesem Modell auch die Nutzung von Ladestationen an anderen Standorten. Dies würde allerdings die Einführung und gegenseitige Anerkennung von Authentifizierungssystemen voraussetzen. Denkbar wäre ebenso, dass integrative Angebote entwickelt werden, welche nicht nur Ladestrom, sondern auch andere mobilitätsbezogene Dienstleistungen wie Parken umfassen. Damit wäre weniger die individuelle Beanspruchung von Ladestrom preisbildend sondern die Nutzung des Gesamtpakets. Die Kosten für den Strombezug des Betreibers würden dann pauschaliert und in Gänze bei den jeweiligen Stromanbietern beglichen. Der Betreiber der Ladestationen würde den angebotenen Endnutzerpreis frei bestimmen und dabei entsprechend der Standortpotenziale und der in Anspruch genommen sonstigen Dienstleistungen gestalten. Bestehende Marktakteure würde ihrerseits den Betreiber der Ladestationen in Abhängigkeit vom angenommen Standortpotenzial differenzierte Versorgungsangebote unterbreiten, um beim Betreiber angenommene Synergieeffekte zu nutzen.

### 3.3.4 Geschäftsmodelle für die Anschaffung und Nutzung von Elektrofahrzeugen

Das Karlsruher Institut für Technologie hat in einer Studie (Wallentowitz et al. 2010) vier verschiedene Geschäftsmodelle unterschieden, die die Kauf- und Nutzungsentscheidung im Hinblick auf Elektrofahrzeuge beeinflussen. Ausgangspunkt ist eine im Vergleich zur EURELECTRIC-Studie umfassendere Wertschöpfungskette der Elektromobilität, die neben dem Energiemarkt auch den Automobilmarkt umfasst. Dieses Modell wird ebenfalls vom NPE genutzt (NPE 2011). Folgende Abbildung illustriert die Struktur der angenommenen Wertschöpfungskette(nach Wallentowitz et al. 2010):



**Abbildung 18: Wertschöpfungskette Elektromobilität**

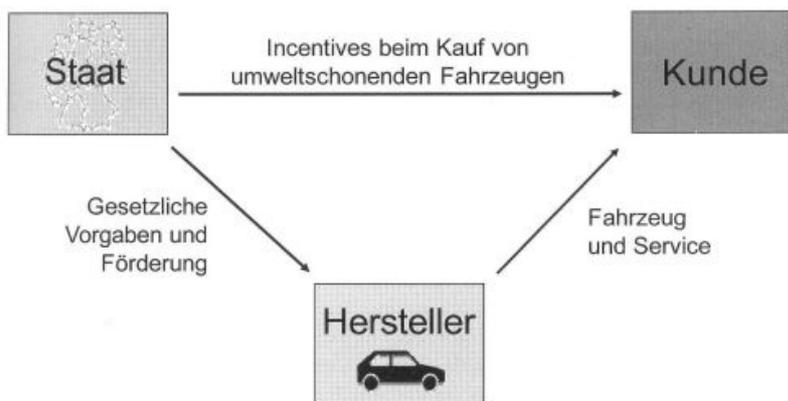
Mit der Zusammenführung von Automobilindustrie und Energieversorgungswirtschaft werden durch die Elektromobilität zwei Branchen miteinander verknüpft welche bisher nur wenige Schnittstellen zueinander hatten. Daher ist es für eine erfolgreiche Marktvorbereitung und

-einführung wesentlich, inwieweit es gelingt Synergieeffekte zwischen diesen beiden Branchen zu nutzen und branchenübergreifendes Handeln, die Einbeziehung neuer Akteure und neue Formen der Zusammenarbeit zu etablieren.

Da sich die Elektromobilität noch in der Phase der Marktvorbereitung befindet, wird davon ausgegangen, dass Geschäftsmodelle derzeit über Nischenprodukte erprobt werden und sich die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen und von Modellen der Netzintegration durch die Verbraucher erst nach einer gewissen „Gewöhnungszeit“ entwickeln wird (vgl. auch Kapitel 2.2). Wallentowitz et al. (2010) stellen in diesem Kontext fünf derzeit schon existierende Geschäftsmodelle vor, die die Nutzung von Elektrofahrzeugen auch in Zukunft bestimmen werden. Diese werden im Folgenden beschrieben.

### **Geschäftsmodell „Fahrzeugkauf“**

Aufgrund der hohen Batteriekosten wird der Kunde beim Fahrzeugkauf mit erheblich höheren Anschaffungskosten bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren konfrontiert. Diesen Mehrkosten stehen einerseits geringere Betriebskosten sowie ein umweltfreundliches Image des Fahrzeuges gegenüber. Die folgende Abbildung illustriert die funktionalen Zusammenhänge der Akteure bei diesem Geschäftsmodell (Wallentowitz et al. 2010):



**Abbildung19: Schema des Geschäftsmodell „Fahrzeugkauf“**

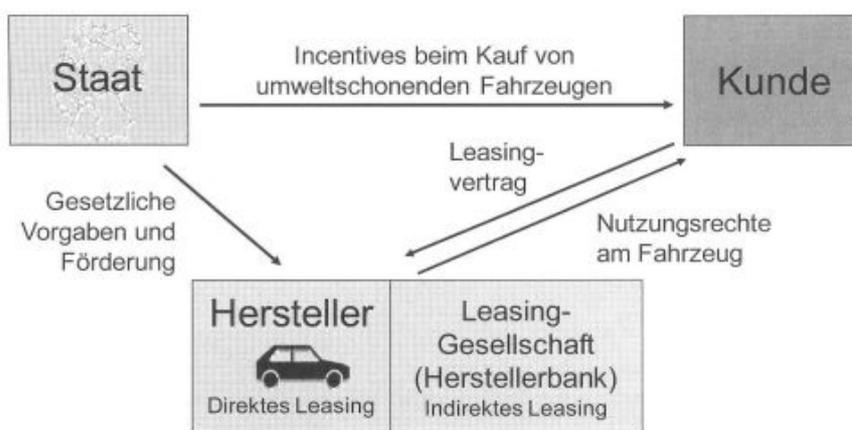
Um die Problematik der hohen Anschaffungskosten zu umgehen, werden Elektrofahrzeuge vor allem dort erworben, wo die Anschaffung signifikant subventioniert wird. So ist z.B. das Elektrofahrzeug Leaf von NISSAN zuerst im US-Bundesstaat Kalifornien angeboten worden, weil dort neben dem Steuerrabatt auf Bundesebene auch noch der Bundesstaat eine Anschaffungsprämie einräumt. Zusammen führt dies zu einem Anschaffungspreis der günstiger ist als der für die Hybridmodelle von Toyota und Honda und in ähnlicher Größenordnung wie der von vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren liegt. Gemäß diesem Kalkül wird der Leaf in Europa zuerst in England, Portugal, Irland und den Niederlanden auf den Markt angeboten, da in diesen Ländern die staatliche Subventionierung bei der Anschaffung oder der Besteuerung von Elektrofahrzeugen am höchsten ist.

Für die Netzintegration von Elektrofahrzeugen ist in diesem Zusammenhang von Bedeutung, dass der Kauf des Fahrzeugs vermutlich mit den größten Vorbehalten gegenüber V2G-Konzepten verbunden ist, da die Batteriealterung ein generelles Problem für die Akzeptanz von Elektromobilität ist (vgl. Kapitel 3.1.1) und dies durch jeden Ladeprozess zusätzlich beschleunigt wird. Demnach sind in diesem Fall die größten Incentives nötig, um einen

Fahrzeugkäufer dazu zu bewegen, seinen „mobilen Speicher“ dem Netz zum Lastausgleich zur Verfügung zu stellen. Denkbar ist allerdings auch, dass die Anschaffungskosten an diese Bereitschaft geknüpft sind und daher niedriger ausfallen, wenn das Fahrzeug regelmäßig als „Netz-Puffer“ genutzt wird.

### Geschäftsmodell „Fahrzeugleasing“

Das Fahrzeugleasing ist als Geschäftsmodell bereits im Markt eingeführt und in der Automobilindustrie ein gängiges Vertriebsmodell. Der Kunde schließt als Leasingnehmer mit dem Fahrzeughersteller oder einer Leasinggesellschaft als Leasinggeber einen Leasingvertrag ab. Dieser Vertrag überträgt die Nutzungsrechte am Fahrzeug gegen eine monatliche Leasingrate auf den Leasingnehmer. Die folgende Abbildung illustriert die funktionalen Zusammenhänge der Akteure in diesem Geschäftsmodell (Wallentowitz et al. 2010):



**Abbildung20: Schema des Geschäftsmodell „Fahrzeugleasing“**

Im Gegensatz zum Fahrzeugkauf erwirbt der Kunde nicht das Fahrzeug, sondern lediglich das Nutzungsrecht für einen bestimmten Zeitraum und für eine bestimmte Fahrleistung. Eine Überschreitung der Fahrleistung führt zu einer Anpassung der Leasingrate. Im Allgemeinen übersteigt die Summe der Leasingraten die Anschaffungskosten des Leasingobjekts. Darüber hinaus ist bei Abschluss des Leasingvertrags in der Regel eine Anzahlung zwischen 10-20% des Kaufpreises zu entrichten. Die monatlichen Leasingraten sind jedoch in der Regel geringer als die Raten für einen Autokredit. Ferner beinhaltet ein Leasingvertrag in der Regel eine Mobilitätsgarantie, so dass beim Ausfall des Fahrzeugs dem Leasingnehmer ein Ersatzfahrzeug gestellt wird. Meist wird das Fahrzeug nach Ablauf des Leasingvertrags an den Leasinggeber zurückgegeben und der Kunde schließt einen neuen Leasingvertrag über ein neueres Fahrzeugmodell ab. Damit hat der Kunde ein neues und aktuelles Modell zur Verfügung und der Leasinggeber übernimmt den Weiterverkauf. Inwieweit das Leasingmodell für den Leasingnehmer wirtschaftlich vorteilhaft ist, hängt von der Ausgestaltung des Leasingvertrags und der anvisierten Nutzung ab. So kann die Rückgabe des Fahrzeugs nach Ende des Leasingzeitraums mit Sonderzahlungen verknüpft sein, was die Rückgabe wirtschaftlich unattraktiv macht. Demgegenüber ist eine Übernahme des Vertrags und des Fahrzeugs durch einen Nachfolger meist problemlos möglich. Des Weiteren kann die gewerbliche Nutzung des Fahrzeugs eingeschränkt sein, falls es sich um einen privaten Leasingvertrag handelt. Auch muss das Fahrzeug nach Ende des Vertrags in einem einwandfreien Zustand an den Leasinggeber zurückgegeben werden, was eine regelmäßige Inspektion und Wartungen durch eine entsprechend autorisierte Fachwerkstatt notwendig machen kann.

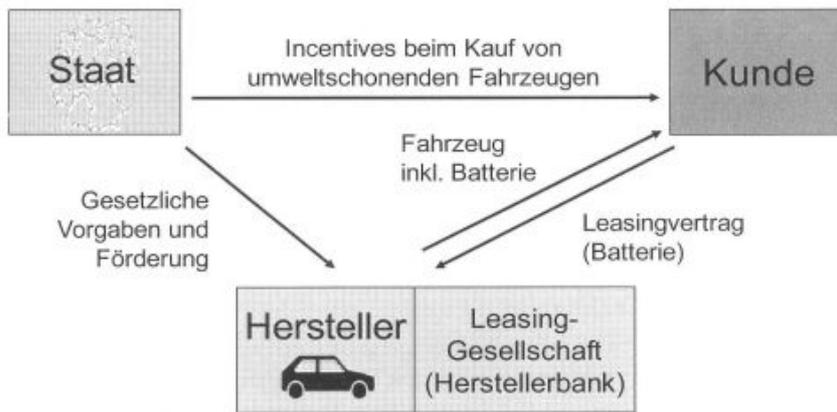
Während das Fahrzeugleasing bei Verbrennungsfahrzeugen ein gängiges und weitverbreitetes Geschäftsmodell darstellt, ist es für Elektrofahrzeuge erst in Pilotprojekten und Feldversuchen angewandt worden. Dort ist die Anzahl der Kunden zur Teilnahme an den Feldversuchen begrenzt und die Auswahl der Kunden erfolgt über den Hersteller und die Laufzeit der Leasingverträge ist z.B. auf ein Jahr limitiert.

Aktuelle Beispiele für Leasing im Bereich Elektrofahrzeuge ist das Projekt zum Mini-E von BMW in den USA sowie das Projekt zum Smart ed von Daimler in London. Die Leasingraten belaufen sich für den Mini E auf ca. 655,-€ und für den Mini ed auf ca. 455,-€. Die Leasingrate für den Mini-E beinhaltet zusätzliche Serviceleistungen wie Kfz-Versicherung sowie Wartungs- und Reparaturkosten. Die Autovermietung Sixt plant ein umfassendes Leasingkonzept für Elektrofahrzeuge, das sowohl von Privat- als auch von Firmenkunden in Anspruch genommen werden kann. Die beauftragte Tochterfirma Sixt Leasing soll dabei das Leasingangebot so zügig ausbauen, wie es die Fahrzeugentwicklung und der Ausbau der Ladeinfrastruktur zulassen.

Es ist anzunehmen, dass bei einem geleasten Auto eher die Bereitschaft besteht, es als mobilen Speicher dem Netz zur Verfügung zu stellen, da das Fahrzeug überwiegend nach Ablauf des Leasingvertrags an den Leasinggeber zurückgegeben wird. Insbesondere in Fuhrparks ist dabei das Leasing besonders verbreitet: Über die Hälfte der Flottenbetreiber nutzen heute schon Full-Service-Leasing insbesondere wegen der hohen Kostentransparenz (CVO 2009, S. 19). Da auch vor allem für Fuhrparks eine Vollkostenbetrachtung (inklusive Kosten für Treibstoff, Versicherung, Wertminderung etc.) sowie der CO<sub>2</sub>-Ausstoß relevant sind (ebda, S. 21 ff.) können hier Kombinationen mit einem e-Fahrzeugleasing und Anreizen zur Netzintegration auf eine besonders hohe Akzeptanz stoßen. Ähnliche „V2G-Leasing-Kombi-Pakete“ können jedoch ebenfalls für Privatpersonen von Interesse sein.

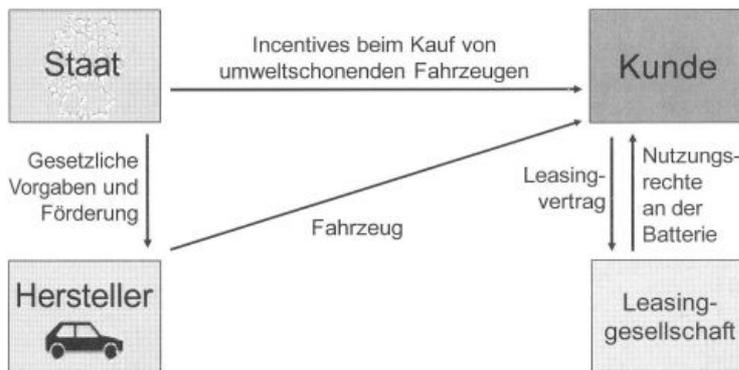
### **Geschäftsmodell „Batterieleasing“**

Im Geschäftsmodell „Batterieleasing“ wird eine wirtschaftliche Trennung von Fahrzeug und Energiespeicher vorgenommen. Der Kunde erwirbt ein Fahrzeug ohne Batterie und schließt einen separaten Leasingvertrag für die Batterie ab. Ziel ist es dabei, die relativ hohen Anschaffungskosten eines Elektrofahrzeuges zu reduzieren, indem die Batterie als wesentlicher Kostentreiber separat vermarktet wird. Der Leasinggeber bleibt dabei rechtlicher Eigentümer der Batterie und trägt das Risiko der Batteriehaltbarkeit während der Kunde lediglich ein Nutzungsrecht an der Batterie erwirbt. Als Leasinggeber können sowohl Fahrzeug- oder Batteriehersteller als auch Finanzierungsgesellschaften, Energieversorger oder Infrastrukturanbieter auftreten. Die folgenden beiden Abbildungen illustrieren für beide Fälle die funktionalen Zusammenhänge der Akteure in diesem Geschäftsmodell (Wallentowitz et al. 2010):



**Abbildung21: Schema des Geschäftsmodells „Batterieleasing“ mit Hersteller**

Bei diesem Modell verleast der Fahrzeughersteller gleichzeitig auch die Batterie. Darüber hinaus kann allerdings auch ein separates Unternehmen als Leasinggeber auftreten:



**Abbildung22: Schema des Geschäftsmodells „Batterieleasing“ mit separater Leasinggesellschaft**

Obwohl das Geschäftsmodell hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Anreizwirkung als besonders vorteilhaft gilt, hat sich mangels Erfahrung noch keine Konstellation als besonders geeignet herausgestellt. Das Geschäftsmodell macht jedoch auch ein gemeinsames Konzept verschiedener Akteure hinsichtlich Netzzugang und Infrastruktur notwendig. Hinsichtlich der Kundenakzeptanz wurde eine hohe Bereitschaft zur Nutzung eines separaten Mobilitätsproviders als Leasinggeber für die Batterie ermittelt (Wallentowitz et al. 2010). Eine besondere Attraktivität des Geschäftsmodells liegt darin, dass Energieversorgungsunternehmen als Leasinggeber auftreten können. Damit würde die Batterie im Besitz des Versorgungsunternehmens verbleiben, was eine erfolgreiche Netzintegration mit entsprechenden netzstabilisierenden Effekten besonders plausibel erscheinen lässt.

Angewandt wird das Geschäftsmodell „Batterieleasing“ z.B. von Renault oder vom norwegischen Elektrofahrzeughersteller Think global. Der Kaufpreis für den Kleinwagen Think City betrug bei Think global ca. 24.000,-€. Für die Nutzungsrechte an der Batterie musste der Kunde zusätzlich eine monatliche Gebühr in Höhe von 120,- Euro an den Fahrzeughersteller entrichten. In dieser Gebühr sind jedoch auch alle für die Batterie anfallenden Wartungs- und Reparaturleistungen enthalten. Renault bietet beim Kauf eines Kangoo ZE zum Preis von etwa 24.000 € ein Batterieleasing für 68 € im Monat an. Der Zweisitzer Twizy wird Renault zukünftig sogar für unter 7000 € bei einer Batterieleasingrate von 45 € im Monat anbieten.

## Geschäftsmodell „Carsharing“

Carsharing ist ein in vielen insbesondere urbanen Räumen angebotenes Geschäftsmodell. Der Kunde erwirbt gegen eine relativ geringe Gebühr ein Nutzungsrecht an einem Fahrzeug, mit der Steuern, Versicherungen, Reparaturen und Wartung finanziert werden. Darüber hinaus hat der Kunde meist eine regelmäßige Grund- sowie eine einmalige Anmeldegebühr zu entrichten, mit welcher die Kosten für die Fahrzeuganschaffung sowie die Infrastruktur und das Gesamtsystem finanziert werden. Die folgende Abbildung illustriert die funktionalen Zusammenhänge der Akteure in diesem Geschäftsmodell (Wallentowitz et al. 2010):

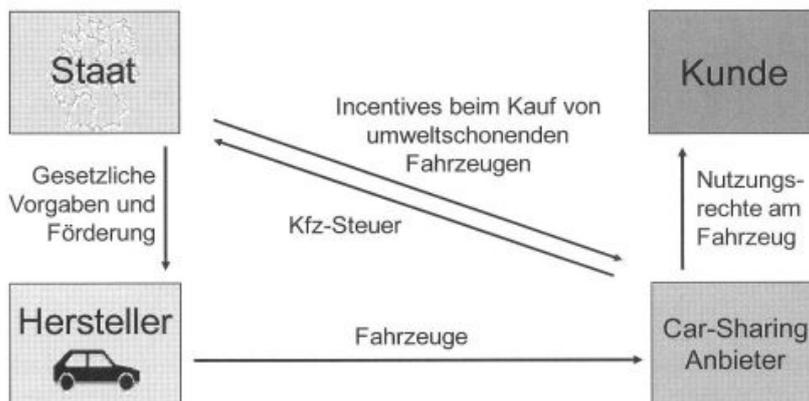


Abbildung23: Schema des Geschäftsmodells „Carsharing“

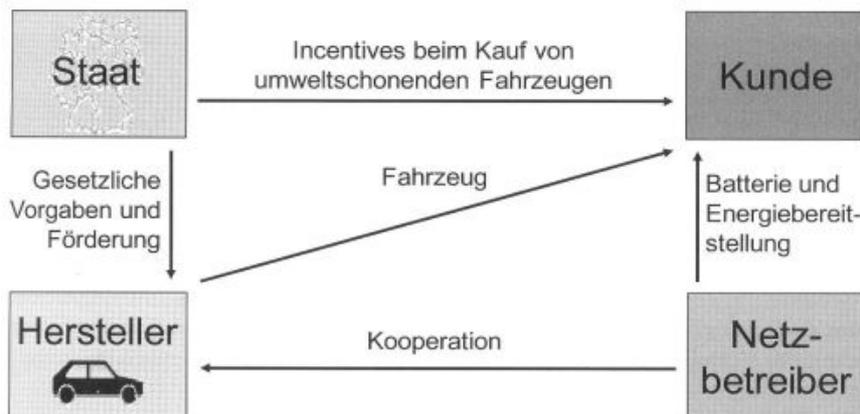
Das Geschäftsmodell ist insbesondere in urbanen Ballungsräumen bereits heute für benzinbetriebene Fahrzeuge eine attraktive Alternative zum individuellen Fahrzeugbesitz. Die Kundenakzeptanz ist stark von der Nutzungsgebühr sowie der faktischen und alltagstauglichen Verfügbarkeit der Fahrzeuge abhängig.

Vor allem in den Modellregionen „Elektromobilität“ wird die Integration von Elektrofahrzeugen in Carsharing-Angeboten vorangetrieben. Dabei wird Privat- wie Geschäftskunden die Nutzung batteriebetriebener Fahrzeuge innerhalb von Carsharing-Angeboten zu Testzwecken gewährt. Ein Beispiel dafür ist die Modellregion Berlin-Potsdam, bei der den Bewohnern ausgewählter Stadtquartiere sowohl Elektroautos als auch Elektrofahrräder und –Roller angeboten werden. Die Deutsche Bahn bietet dabei Fahrzeuge bevorzugt an Bahnhöfen der S- und Regionalbahn an, um die Vernetzung von Schienennahverkehr und Elektromobilität zu erproben. In der Modellregion Bremen-Oldenburg werden, getragen von einem Personal Mobility Center, ebenfalls Fahrzeuge von Elektrofahrrädern bis zu viersitzigen Pendlerfahrzeugen nach dem Carsharing-Konzept angeboten. In der Modellregion Berlin testet der Autoverleiher Sixt bereits seit Sommer 2009 zwei Mini-E nach dem Carsharing-Konzept. Auf der Grundlage der in Berlin gemachten Erprobung stellt das Unternehmen Sixt Car Club GmbH der Stadt Hamburg einen Teil der aus 50 Mini-E bestehenden Fahrzeugflotte.

## Geschäftsmodell „Energie pro Kilometer“

Das Unternehmen „Better Place“ hat ein Geschäftsmodell entwickelt, bei dem wie im Geschäftsmodell „Batterieleasing“ eine wirtschaftliche Trennung von Energiespeicher und Fahrzeug vorgenommen wird. Der Kunde schließt dabei einen Laufzeitvertrag ab und erhält dafür elektrische Energie für eine entsprechende Anzahl an Kilometern. Er erwirbt damit den Zugang und die Nutzung öffentlicher oder privater Ladestationen und bei längeren Distanzen können die automatischen Batteriewechselstationen des Unternehmens „Better Place“ in

Anspruch genommen werden. Die folgende Abbildung illustriert die funktionalen Zusammenhänge der Akteure in diesem Geschäftsmodell (Wallentowitz et al. 2010):



**Abbildung 24: Schema des Geschäftsmodells „Better Place“**

Da der Kunde das Elektrofahrzeug ohne Batterie erwirbt, verbleibt das Risiko der Batteriehaltbarkeit beim Betreiber des Netzwerks aus Batterielade- und Wechselstationen. Als Betreiber sind, wie in obiger Abbildung illustriert, Netzbetreiber besonders prädestiniert. In diesem Fall kann der potenzielle Beitrag dieses Geschäftsmodells zur Netzstabilität als besonders hoch angenommen werden, da die Netzbetreiber die Batterien bereitstellen und somit kundenfreundliche „Gesamt-Pakete“ anbieten können, die bei einer Bereitschaft zu V2G günstigere Tarife sowie einen Preisvorteil für die Batterie umfassen können.

Neben der wirtschaftlichen Trennung von Energiespeicher und Fahrzeug zählt das Konzept „Mobilität pro Kilometer“ zu den Erfolgsfaktoren dieses Geschäftsmodells. Allerdings ist das Geschäftsmodell nur dann wirtschaftlich, wenn der Preis pro Kilometer geringer ist als die Treibstoffkosten konventioneller Fahrzeuge. Ob dafür begleitende monetäre Anreize und Förderinstrumente notwendig sind, bleibt zum derzeitigen Zeitpunkt noch abzuwarten. Denkbar sind sowohl staatliche Anreize wie Steuerbefreiungen, um die Betriebskosten zu senken als auch die Reduktion der Anschaffungskosten durch subventionierte Verträge mit festgelegter Laufzeit, wie sie im Mobilfunkbereich vielfach zu finden sind. Allerdings erfordert dies eine enge Zusammenarbeit mit mehreren Fahrzeugherstellern, um Kunden verschiedene Automarken und Fahrzeugtypen anbieten zu können.

Angewandt wird dieses Geschäftsmodell u.a. in Israel und in Dänemark. Insbesondere in Israel wo 90% der Autobesitzer täglich unter 70 km zurücklegen, lassen sich Elektrofahrzeuge mit Reichweiten von ca. 100 km sehr gut einsetzen. Zur Erreichung des israelischen Ziels, bis 2020 von Erdölimporten unabhängig zu sein, hat sich die Stadt Jerusalem und Israel Railways entschieden, im Stadtgebiet, an Bahnhöfen, am Stadtrand, an Hauptverkehrsstraßen und an öffentlichen Plätzen Ladestationen zu errichten, die nach dem Geschäftsmodell „Better Place“ genutzt und betrieben werden sollen.

In Dänemark wird das Geschäftsmodell „Better Place“ im Rahmen eines europäischen Projekts realisiert. Ein erstes Pilotprojekt für die Infrastruktur von Ladestationen begann 2009 in Kopenhagen. Vertragspartner ist wie in Israel Renault und als Energielieferant das Unternehmen Danish Oil & Natural Gas. Der Ausbau des Angebots wird für die Länder Australien, USA (Hawaii), Japan, Kanada, China und Frankreich vorbereitet.

### 3.3.5 Zwischenfazit zu Anreizen und Geschäftsmodellen

Aus Sicht des Endkunden ist der Kostenaspekt wesentlich für die Akzeptanz der Geschäftsmodelle zum Erwerb bzw. zur Nutzung von Elektrofahrzeugen. Werden einerseits die Mobilitätskosten nach Anschaffung sowie nutzungsabhängige und nutzungsunabhängige Betriebskosten differenziert und andererseits die Akzeptanzaspekte „Komplexität des Vertragsverhältnisses“, „Individuelle Mobilitätsfreiheit“ und „Batterieausfallrisiko“ berücksichtigt, lassen sich die Geschäftsmodelle aus Sicht des Kundennutzens wie folgt bewerten(++ = hoher Nutzen, + = geringer Nutzen, o = neutral, - = eher nachteilig):

	Fahrzeug- kauf	Fahrzeug- leasing	Batterie- leasing	Car Sharing	Energie km
<b>Anschaffungskosten</b> - Fahrzeug - Batterie	-	+	o	++	o
<b>Nutzungsabhängige Betriebskosten</b> Reparaturkosten Servicekosten	o	o	o	-	+
<b>Nutzungsunabhängige Betriebskosten</b> Leasing-, Laufzeitverträge Wartungskosten	+	-	-	++	o
<b>Komplexität der Vertragsverhältnisse</b> beim Fahrzeugkauf	+	o	-	+	-
<b>Individuelle Mobilitätsfreiheit</b>	++	+	+	-	o
<b>Träger des Batterieausfallrisikos</b>	Hersteller, Kunde	Leasing- geber	Leasing- geber	Anbieter	Anbieter

**Tabelle 2: Bewertung der Geschäftsmodelle**

Die Leasingvarianten sind gut geeignet, die relativ hohen Anschaffungskosten eines Elektrofahrzeuges zu reduzieren und in nutzungsunabhängige Betriebskosten umzuwandeln. Dem gegenüber sind beim Carsharing die hohen nutzungsabhängigen Betriebskosten charakteristisch, denn diese müssen die gesamten Mobilitätskosten decken. Im Geschäftsmodell „Better Place“ liegen die Anschaffungskosten in ähnlicher Höhe wie beim Batterieleasing, während die Betriebskosten durch die unterschiedlichen Vertragstypen nutzungsabhängig oder -unabhängig gestaltet werden können. Allerdings ist anzunehmen, dass mit steigender Anzahl der beteiligten Vertragspartner die Gesamtkosten steigen, da jeder Partner seine Kosten decken und zusätzlich auch Gewinne erwirtschaften will.

Die Komplexität der Vertragsverhältnisse und die individuelle Mobilitätsfreiheit sind keine monetären, sondern weiche Akzeptanzfaktoren. Aus dieser Perspektive weisen der Fahrzeugkauf und das Carsharing relativ geringe Komplexitäten auf, während Better Place und die Leasingvarianten auf eine gewisse Komplexität der Vertragsverhältnisse angewiesen sind. Bezüglich der individuellen Mobilitätsfreiheit scheint der Fahrzeugkauf den höchsten Nutzengewinn für den Kunden darzustellen.

Das Batterieausfallrisiko stellt neben den direkten monetären Effekten aus Sicht des Endkunden einen zentralen Akzeptanzaspekt dar. Der Fahrzeugkauf ist damit das einzige Geschäftsmodell, bei dem dieses Risiko auf Seiten des Kunden liegt. In allen anderen Modellen wird das Risiko hingegen vom Leasinggeber bzw. Anbieter getragen, die es in Form von direkten oder indirekten Risikoprämien an den Kunden weitergeben. V2G-Konzepte z.B. zur Nachnutzung gebrauchter Batterien können daher für Leasinggeber sowie den Anbietern von eCarsharing- oder Batterietauschkonzepten die Möglichkeit eröffnen, einen

Teil dieses Risikos zu mindern. So testen beispielsweise die ZEM (Zero Emission Mobility) Initiative zusammen mit der indischen REVA Electric Car Company eine Nachnutzung von Fahrzeugbatterien als Speicherpools.

Zusammenfassend lässt sich resümieren, dass sich die weitere Entwicklung von Geschäftsmodellen in einem gewissen Dilemma befindet. Zunächst hängen Geschwindigkeit und Ausmaß des Marktwachstums im Bereich Elektromobilität von erfolgreichen Geschäftsmodellen ab (Kainer/ Sturm 2009, Timm/ Vierbauch 2011, Wittemann/ Feldmann 2011). Dies gilt insbesondere hinsichtlich der spezifischen Marktentwicklung von Fahrzeugtypen und Nutzungsmuster.

Gleichzeitig hängt der wirtschaftliche Erfolg der Geschäftsmodelle maßgeblich von den Rahmenbedingungen, insbesondere bezüglich der monetären Anreizwirkung und den Förderinstrumenten ab (IKEM 2011, Wymann 2009). Allerdings sind diese Rahmenbedingungen erst rudimentär erkennbar, so dass über die tatsächliche Wirtschaftlichkeit der Geschäftsmodelle nur bedingt belastbare Aussagen getroffen werden (Acatech 2010). Solange jedoch keine besonders erfolgsversprechenden Geschäftsmodelle sichtbar sind und entsprechenden Erfahrungen gesammelt werden, ist auch nicht mit Klarheit hinsichtlich der wirtschaftlich wirksamen Rahmenbedingungen zu rechnen. Es erscheint daher plausibel, dass zunächst unterschiedliche Geschäftsmodelle zum Zuge kommen und die Rahmenbedingungen sukzessive dort vervollständig werden, wo sich erste Erfolge in Teilmärkten abzeichnen.

### **3.4 Fazit zur Literaturlauswertung**

Wie die Literaturlauswertung zeigt, existieren bisher kaum wissenschaftliche Erkenntnisse zur Akzeptanz von V2G-Konzepten (eine Ausnahme sind beispielsweise die Nutzerbefragung im Rahmen des Projektes „Future Fleet“ und „Grid Surfer“). Allerdings existiert eine Vielzahl an Studien zur Akzeptanz der Elektromobilität im Allgemeinen, aus denen sich generelle Aussagen zu Chancen und Risiken der Akzeptanz von gesteuerten Lade- und Entladeprozessen ableiten lassen. Hinsichtlich der Auswertung der derzeitigen Studien besteht jedoch generell ein Extrapolationsproblem, denn es kann immer nur die jeweils gegenwärtige Akzeptanz-, Nutzungs- oder Marktsituation der Elektromobilität empirisch erfasst und in der betreffenden technikrelevanten Entscheidung berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 2.2). Weil Technikakzeptanz nun aber zeitlich stark schwanken kann, schließt die Berücksichtigung des gegenwärtigen Akzeptanzverhaltens zukünftige Technikkonflikte nicht aus (Grunwald 2005).

Da eingefahrene Mobilitätsmuster sich allerdings vermutlich innerhalb einer Nutzergruppe nicht wesentlich ändern werden, können bestehende Routinen einen Rahmen für die Abschätzung zu Potenzialen und Hemmnissen bei der Nutzung von Elektrofahrzeugen geben (vgl. Kapitel 3.2.2). Hierbei lässt sich erkennen, dass sowohl generelle Flotten- als auch Carsharingflottenbetreiber Image-Vorteile durch Elektromobilität erhalten können. V2G-Konzepte können zudem bei Flottenbetrieben dazu beitragen, die Investition in die Fahrzeugbatterie zu amortisieren, indem die Fahrzeuge während der üblichen Standzeiten als „mobile Speicherpools“ bereitgestellt werden. Bei Privatpersonen werden hingegen vermutlich nur deutliche, v.a. monetäre Anreize die Bereitschaft erhöhen, einer gesteuerten (Ent-)Ladung zuzustimmen (vgl. Kapitel 3.2.3).

Bezüglich der netzstabilisierenden Potenziale lässt sich resümieren, dass insbesondere solche Geschäftsmodelle über hohe Potenziale verfügen, bei denen die Energiewirtschaft eng eingebunden ist (vgl. Kapitel 3.3.5). Dies gilt im besonderen Maße, wenn Netzbetreiber

involviert sind, da dort die monetären Effekte der Netzstabilität besonders hoch sind. Gleiches, wenn auch im geringeren Ausmaß, gilt für den Fall, dass Stromanbieter in das Geschäftsmodell eingebunden sind. Dort ist entscheidend, inwieweit es dem Stromanbieter gelingt, ihren Stromeinkauf auf lastschwache Zeiten zu konzentrieren und so geringere Einkaufspreise zu realisieren. Diese Bedingungen treffen besonders im Geschäftsmodell „Better Place“ zu sowie beim „Batterieleasing“, sofern dort Energieversorger als Leasinggeber auftreten.

Von eher mäßigen Potenzialen bezüglich der Netzstabilität ist auszugehen, wenn die Nutzung der Fahrzeuge und die Beladung der Batterie weniger dissipativ und individuell stattfindet, sondern regelmäßig und durch eine Vielzahl von ähnlich genutzten Fahrzeugen erfolgt. Diese Bedingungen sind insbesondere bei privat und gewerblich genutzten Fahrzeugflotte gegeben, welche gemeinsam genutzt und bewirtschaftet werden. Von den Geschäftsmodellen gelten diese Bedingungen am ehesten für das Carsharing. Hinsichtlich der Marktmodelle folgt daraus, dass die höchsten netzstabilisierenden Potenziale im Marktmodell „Integrierte Infrastruktur“ (vgl. Kapitel 3.3.3) zu vermuten sind, da dort der Betrieb der Stromnetze und der Ladeinfrastruktur marktlich integriert agieren.

Bezüglich der Verbindung von Netzstabilität und Nutzerakzeptanz, stellt das Batterieausfallrisiko ein entscheidendes Kriterium dar (vgl. Kapitel 3.1.1). Die Bereitschaft, die Batterie als Pufferglied zur Verfügung zu stellen, hängt von den ökonomischen Vorteilen für den Besitzer ab. Eine geringe Akzeptanz ist daher dann zu vermuten, wenn das Ausfallrisiko beim Nutzer liegt und dieses Risiko z.B. durch eine zeitlich differenzierte Tarifierung, nicht monetär vergütet wird. Damit lassen sich Geschäftsmodelle wie „Batterieleasing“ oder „Energie pro km“, die eine wirtschaftliche Trennung von Fahrzeug und Energiespeicher vorsehen, hinsichtlich Nutzerakzeptanz bei gleichzeitig hohen netzstabilisierenden Potenzialen als besonders zielführend bezeichnen (vgl. Kapitel 3.3.4).

Die bisher vorliegenden Aussagen sind oft aus repräsentativen Befragungen gewonnen, deren Design allerdings nur bedingt dazu geeignet ist, kompliziertere Entscheidungskalküle zu eruieren, die bei einem innovativen und komplexem Thema wie der Netzintegration zum Tragen kommen. Es ist somit Aufgabe der sozialwissenschaftlichen Technikforschung bei größeren Nutzerzahlen in größerer Tiefe den Fragen nachzugehen,

- welche Werte die Nutzer mit welcher Art von Mobilität verbinden und wie sich Elektroautos hier im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen positionieren können,
- welche infrastrukturellen Systeme zum gesteuerten (Ent-)Laden von welchen Nutzergruppen konkret genutzt werden,
- inwieweit Nutzer ihre Mobilitätsmuster zeitlich an Lastgänge und fluktuierende Erzeugung anpassen würden und welche Rolle dabei Anreize und Geschäftsmodelle spielen,
- wie die Nutzerakzeptanz für Netzintegration positiv beeinflusst werden kann, beispielsweise auch im Zusammenhang mit zielgruppenspezifischen Segmenten und in anderen Bedürfnisfeldern (z.B. Konsum).

Diese und andere in diesem Kontext wichtige Fragen sind zwar in anderen Zusammenhängen (z.B. in Bezug auf die Akzeptanz von variablen Tarifen oder Smart Meters) bereits untersucht worden. Insgesamt ist das für die öffentliche Forschung zugängliche Wissen jedoch noch vergleichsweise dürftig. Das wird insbesondere dann zu

Herausforderung, wenn daraus Resultate für die Beratung politischer Entscheidungsprozesse gewonnen werden sollen (Fleischer 2010).

Bei allem darf nicht vergessen werden: Die zukünftige Entwicklung der Elektromobilität kann nicht nur in quantitativer Weise verschiedene Ausprägungen annehmen, auch der Weg zu avisierten Verbreitungszahlen kann durchaus verschiedenen Pfaden folgen. Da die deutschen Autofahrer in ihrem Mobilitätsverhalten konservativ sind und der Pkw in ihrem Besitz ihren Mobilitätsanforderungen entspricht und gleichzeitig die individuelle Kostengrenze für diese Mobilität wider spiegelt, gilt es in jedem Falle, möglichst frühzeitig interessierte Nutzergruppen zu identifizieren und die marktbezogenen Strategien daran auszurichten. Das folgende Kapitel dient daher dazu, die sich abzeichnenden Rahmenbedingungen für V2G-Konzepte zu skizzieren, die ein erfolgreiches Zusammenspiel zwischen nutzerspezifischen Anreizen und Geschäftsmodellen und den zu erwartenden Präferenzen je nach Nutzergruppe darstellen.

## 4 Schlüsselfaktoren von Vehicle-to-grid-Konzepten

Aus der vorangegangenen Literaturanalyse wurden zunächst „Stellschrauben“ und Determinanten (vgl. Kapitel 7.1 sowie Kapitel 4.1 bis 4.5) für die Akzeptanz von Geschäftsmodellen gesammelt, die den Erfolg von Konzepten zur Netzintegration von Elektroautos bestimmen. Für die Konzeption der im Folgenden zu entwickelnden Fallbeispiele wurden die Arbeitsergebnisse nochmals verdichtet und in einigen Punkten ergänzt. Die Fallbeispiele sollen jeweils zielgruppenspezifisch darstellen, wie Elektrofahrzeuge zukünftig als Stellglied im Stromnetz genutzt werden können.

Bislang liegen keine ausreichenden empirischen Erkenntnisse zur Akzeptanz der Netzintegration vor. Zum einen gibt es derzeit zu wenig Elektrofahrzeuge, um Nutzungstypologien fundiert erkennen zu können. Zum anderen befinden sich die Geschäftsmodelle im Bereich der Netzintegration bisher weitgehend im konzeptionellen Stadium, so dass auch hier noch nicht abzusehen ist, welche Dienstleistungen, Tarifoptionen etc. sich am Markt etablieren und umgekehrt wieder einen Einfluss auf die Nutzungsoptionen und deren Akzeptanz haben werden. Grundsätzlich ist jedoch anzunehmen, so die Ergebnisse der Literaturoswertung, dass soziale Präferenzen und Mobilitätsmuster langfristig angelegt sind und sich daher kurz- bis mittelfristig nicht maßgeblich ändern werden. Die Akzeptanz von Produkten und Dienstleistungen rund um die Netzintegration wird in diesem Sinne weitgehend von eher „stabilen“ Determinanten abhängig sein. Hierzu zählen persönliche Einstellungen und sozio-demografische Merkmale, sowie die täglichen Fahrt- und Standzeiten (s. Kapitel 4.1 und 4.2).

Darüber hinaus sind Determinanten von Bedeutung, die sich schon heute in Bezug auf die maßgeblichen Rahmenbedingungen für Netzintegration von Elektrofahrzeugen wie Netztypologien, Ladeorte oder V2G-Konzepte abzeichnen (s. Kapitel 4.3 bis 4.5). Entlang dieser Determinanten gibt es allerdings zudem eine breite Variation an Ausprägungen, die immer noch tiefgreifende Veränderungen des Nutzerverhaltens mit sich bringen können. Wenn beispielsweise davon ausgegangen wird, dass zukünftig an zentralen Orten eine gute öffentliche Ladeinfrastruktur besteht, dort eine hohe Dichte an privaten e-Autos verfügbar ist und sehr günstige V2G-Tarife zum Laden erhältlich sind, kann immer noch der Fall auftreten, dass die Nutzer ihre Fahrzeuge aufladen und dann an anderen Orten parken, ohne an das Netz angeschlossen zu sein. Somit wären diese Fahrzeuge nicht als Speicher nutzbar und dem Netzbetreiber würden durch den V2G überwiegend Nachteile entstehen.

Im Folgenden werden entscheidende Schlüsselfaktoren der Akzeptanz der Netzintegration erläutert, die bei der Entwicklung der Fallbeispiele herangezogen wurden.

### 4.1 Konsumforschung und Nutzertypologien

Die Beschäftigung mit dem Mobilitätsverhalten von Menschen zielt auf die Ableitung von möglichst effektiven Interventionsmaßnahmen zur Verhaltensänderung ab. Im Kern geht es damit um die Identifikation von Maßnahmen, die sich beispielsweise auf Informations- und Kommunikationsstrategien, Anreizsysteme (z.B. Preise oder Tarife), Verhaltensangebote oder Feedback-Systeme beziehen, die im Kontext des vorliegenden Projektes den gesellschaftlichen Wandel hin zur Elektromobilität und Netzintegration forcieren und unterstützen.

In der Markt- und Konsumforschung werden beispielsweise seit Jahrzehnten Typologien des Konsumverhaltens und in der Umweltforschung Typologien des Umweltverhaltens

verwendet. Da menschliches Verhalten grundsätzlich außerordentlich vielschichtig ist, reicht ein einziges Merkmal für sich allein genommen in aller Regel nicht aus, um eine Zielgruppe im Hinblick auf geeignete Interventionsinstrumente hinlänglich zu bestimmen. Deshalb ist es sinnvoll, einzelne Merkmale miteinander zu kombinieren und zu bündeln. Aus der Bündelung mehrerer Merkmale zu „Typen“ ergeben sich Typologien. Ein Typ ist dabei eine Verallgemeinerung von Subjekten in ausgewählten Merkmalen in der Regel auf Grund von induktiver Beobachtung, Experimenten oder Befragungen. Im Folgenden werden ausgewählte Ansätze der Typologisierung im Zusammenhang mit dem Mobilitäts- und Energieverhalten vorgestellt.

Das klassische Lebensphasenmodell setzt eine lineare Abfolge von einschneidenden Ereignissen im Leben voraus. Das bedeutet, dass der Ablauf von Abschluss der Ausbildung, Eintritt in das Berufsleben, die erste eigene Wohnung, Hochzeit, das erste Kind und der Pensionsantritt einem traditionell gefestigten Schema folgen. Aufbauend auf dieser Annahme wurden im Rahmen verschiedener Studien Bedürfnisse der unterschiedlichen Lebensbereiche typologisiert, die mit den verschiedenen Lebensphasen einhergehen sollen. Die Gesellschaft in den westlichen Industriestaaten befindet sich allerdings derzeit in einer Umbruchphase, in der die tradierten Schemata immer mehr in Frage gestellt werden und immer seltener den tatsächlichen Lebensläufen entsprechen. Diese übergeordnete Tendenz zur Individualisierung erschwert die trennscharfe Unterscheidung in Typologien.

Eine andere Form der Segmentierung findet auf der Grundlage von Einstellungen und Werteorientierungen im Rahmen der Lebensstilforschung statt. Banning (1987) definiert Lebensstil dabei als „theoretisches Konstrukt der Verhaltensforschung, das der Erklärung komplexer, relativ stabiler und vom Selbstkonzept gesteuerter Verhaltensmuster von Individuen und Gruppen dient“ (Banning 1987). Der sichtbare Lebensstil beschreibt, wie Menschen leben, ihre Zeit verbringen und was und wie sie konsumieren. Sowohl Werthaltungen, als auch die soziale Rolle und der sozioökonomische Status drücken sich im Lebensstil aus. Ein wesentlicher Anwendungsbereich für Lebensstile ist die Marktforschung, innerhalb derer Lebensstiltypologien zur optimalen Segmentierung der Märkte für Produkte und Dienstleistungen genutzt werden (Hartmann 1999).

Ein Ansatz zur Segmentierung von verschiedenen „Lebenswelten“ sind die Sinus-Milieus®, die an dem gleichnamigen Institut entwickelt wurden. Ausgangspunkt der mittlerweile seit drei Jahrzehnten laufenden Entwicklung der Sinus-Milieus® sind leitfadengestützte narrative Interviews, die sich auf als wichtig erachtete Erlebnisbereiche des Alltagslebens beziehen. Auf dieser Grundlage wurden zunächst acht durch charakteristische Wertorientierungen und Lebensstile gekennzeichnete Milieus bestimmt. Aus dem qualitativen Datenmaterial für die Milieuzugehörigkeit wurden daraufhin charakteristische Einzelitems, die sogenannten „Milieuindikatoren“, entwickelt. Die aktuellen Milieus wurden 2010 veröffentlicht.

Neben den Typologien, die auf die Erklärung des menschlichen Verhaltens insgesamt ausgerichtet sind, gibt es auch Typologien, die sich auf einzelne Lebensbereiche beziehen. Dazu wird in subjektorientierten Ansätzen ein differenziertes Verständnis z. B. für die Verkehrsnachfrage entwickelt, indem Lebensstile mit Alltagsmobilität verknüpft werden (Götz/Jahn/Schultz 1998, Hunecke/Wulfhorst 2000). Hierbei werden beispielsweise Personengruppen, für die der Pkw unersetzliches Statussymbol und/oder Ausdruck persönlicher Freiheit ist, von solchen unterschieden, die trotz ökologischer Normen den Pkw aus pragmatischen Gründen stark nutzen oder die dem Pkw distanziiert gegenüberstehen.

Die Österreichische Energieagentur AEA hat des Weiteren gemeinsam mit HerryConsult und der Research & Data Competence OG mit den sogenannten „Energy Styles“ eine

Lebensstiltypologie im Hinblick auf Energieverbrauchsmuster erarbeitet (Hierzinger et al. 2011). Diese Typologie dient dazu, einzuschätzen, welche sozialen Gruppen von Energieberatungs- und Informationsprogrammen erreicht werden können und welche Marketing-Maßnahmen dabei je nach Typ zu empfehlen sind.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über beispielhafte Typologien, die im Rahmen von Interventionsstrategien adressiert werden können (in Anlehnung an Hunecke et. al. 2008):

	Lebensphasen	Sinus-Milieus	Mobilitätsstile	Energy Styles	Mobilitätstypen
<b>Konstituierende Variablen</b>	Alter, Geschlecht	demografische Eigenschaften wie Bildung, Beruf oder Einkommen sowie Einstellungen zu Familie, Arbeit, Freizeit, Geld, Konsum etc.	Mobilitätsorientierungen, Lebensstil/Lebenslage, Verkehrsmittelwahl	Werte, Meinungen, Einstellungen und Verhaltensabsichten im Zusammenhang mit Natur, Umwelt, Klima und Energie Schwerpunkt: Raumwärme/Warmwasser, Elektrogeräte, Mobilität, nachhaltiger Konsum, Verkehrsmittel	individuelle Wertorientierungen und Einstellungen in Zusammenhang mit dem tatsächlichen Mobilitätsverhalten
<b>Typologien</b>	Kinder (bis 12 Jahre) Jugendliche (13 bis 17 Jahre) Erwachsene Frauen und Männer im erwerbstätigen Alter Ältere Frauen und Männer (66 und älter) Frauen und Männer mit besonderen Bedürfnissen	Konservativ-etabliertes Milieu (10 %) Liberal-Intellektuelles Milieu (7 %) Milieu der Performer (7 %) Expeditives Milieu (6 %) Bürgerliche Mitte (14 %) Adaptiv-pragmatisches Milieu (9 %) Sozial-ökologisches Milieu (7 %) Traditionelles Milieu (15 %) Prekäres Milieu (9 %) Hedonistisches Milieu (15 %)	Risikoorientierte Autofans Statusorientierte Automobile Traditionelle Häusliche Traditionell naturorientierte Ökologisch Entschiedene	Der Ökologieverantwortliche (27 %) Der kostenbewusste Materialist (24 %) Der zögerliche Technikverweigerer (21 %) Der sorglose Verschwender (16 %) Der orientierungslose Umweltsünder (12 %)	ÖV-distanzierte Zwangsmobile Pkw-Individualisten Wetterunabhängige Rad-Fans Umweltsensibilisierte ÖV-Fans Selbstbestimmt Mobile
<b>Quelle</b>	z. B. Damyanovic, Müller, Schneider (2005)	Sinus Sociovision (2010)	Götz, Jahn und Schultz (1998)	Hierzinger et. al. (2011)	Hunecke et. al. (2008)

**Tabelle 3: Typologien für Interventionsstrategien**

Das Thema „Elektromobilität und Netzintegration“ wird, wie aufgrund der Aktualität zu erwarten war, in den bisherigen Typologien bisher nicht explizit berücksichtigt.

Für die Entwicklung einer relevanten Typologie für die Nutzung von ‚V2G-Konzepten ist es problematisch, dass die Netzintegration Schnittstellen zu vier bislang wenig miteinander verbundenen und unterschiedlich konnotierten Alltagsbereichen der Menschen aufweist: Dem Mobilitäts-, Energie-, Umwelt- und Technikverhalten. Um die Einstellung in Bezug auf die Nutzung von Elektrofahrzeugen als Stellglied im Stromnetz von verschiedenen sozialen Gruppen einzuschätzen, sind nicht nur die Offenheit gegenüber technischen Innovationen, sondern auch ein gewisses Maß an Interesse an den Themen Umwelt, Energie und Klimaschutz von Bedeutung. In den Fallbeispielen der elektroaffinen Privatnutzer sowie der intermodalen Verkehrsteilnehmer wurden daher verschiedene Werte- und Interessenskonstellationen auf der Grundlage unterschiedlicher Typologien berücksichtigt.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Netzintegration ein so genanntes „Low-Involvement“-Thema ist, mit dem die Kunden sich tendenziell im Alltag nicht befassen möchten. Die Nachfrage nach Energie oder Strom leitet sich demnach vielmehr aus Bedürfnissen nach beispielsweise hellen oder warmen Räumen oder aus dem Bedürfnis nach Mobilität ab. Dass Strom nur indirekt zur Bedürfnisbefriedigung dient, hat demnach die Konsequenz, dass Strom als ein Low-Involvement-Produkt angesehen wird. Henseler 2006). Im Gegensatz hierzu stehen High-Involvement-Produkte wie Möbel oder Luxusartikel, die neben einem hohen finanziellen Aufwand in der Regel auch mit einem bestimmten Image verknüpft werden. Da hier die Kunden für Argumentationen und komplexere Produkte bzw. Dienstleistungen offener sind, bietet es sich an, Interventionsmaßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz von V2G-Konzepten an High-Involvement-Produkten auszurichten oder sogar mit diesen Produkten, also z.B. Häusern oder Neuwagen als „Komplett-Service-Paket“ zu kombinieren. Eine geeignete Marketingstrategie muss allerdings auch die täglichen Nutzerroutrinen berücksichtigen, die im folgenden Abschnitt anhand der Standzeiten des Fahrzeugs dargestellt werden.

## **4.2 „Standzeittypen“**

Für die Netzintegration von Elektrofahrzeugen sind insbesondere die Standzeiten des Fahrzeugs von Belang, da diese das zeitliche Potenzial für gesteuertes Laden und Entladen bestimmen. So sind nur Fahrzeuge, die für einen längeren Zeitraum parken und dabei an eine Station mit uni- bzw. bidirektionaler Ladeoption angeschlossen sind, für einen Lastausgleich im Netz verfügbar. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass Fahrzeuge lediglich einmal beladen werden können und dann bis zu der nächsten Entladung nicht mehr als Speicher genutzt werden können (vgl. Rüdiger 2011 zum Feldversuchsprojekt „GridSurfer“). V2G-Konzepte können dies berücksichtigen, indem beispielsweise die gesteuerte Ladung nicht das volle Potenzial ausnutzt oder gezielt Fahrzeuge im Falle eines Stromüberschusses geladen werden, die häufig genutzt werden.

Die Fahrt- wie auch Standzeiten können bei den Privatpersonen und Flottenbetreibern aus den bisherigen Mobilitätsmustern bei benzinbetriebenen Fahrzeugen grundsätzlich abgeleitet werden. Auch zu intermodalen Verkehrsteilnehmern, bei denen für V2G-Konzepte vor allem e-Carsharer relevant sind, lassen sich generelle Einschätzungen vornehmen. Allerdings bedarf es einer weiteren Differenzierung, da innerhalb der drei übergeordneten Nutzergruppen erhebliche Differenzen in Bezug auf die Standzeiten bestehen.

Bei den Privatanutzern gibt es beispielsweise einige Bevölkerungsgruppen, die das Elektroauto lediglich als Zweitwagen nutzen möchten. Diese Personen lassen das Auto über längere Zeiträume meist in der eigenen Garage stehen und fahren tendenziell eher kurze Strecken. Darüber hinaus kann das Fahrzeug als Familienfahrzeug genutzt werden, wenn es für die Familienmitglieder weitere Mobilitätsalternativen wie ÖPNV oder Fahrrad gibt. In diesem Fall wird das Fahrzeug häufig genutzt, aber auch eher für kürzere Strecken. Schließlich stellen Pendler eine bedeutende Untergruppe der Privatpersonen dar. Sie nutzen das Elektroauto regelmäßig für längere Strecken (bis 100 km) und laden es tendenziell tagsüber am Arbeitsplatz für die Rückfahrt am späten Nachmittag wieder auf. Während der Arbeitszeit bieten die Pendlerfahrzeuge daher ein Speicherpotenzial, das regelmäßig während des Tages bereitsteht und bei größeren Arbeitgebern auch als Pool zusammengefasst werden kann.

Auch die Flottenbetreiber lassen sich je nach Standzeit der Fahrzeuge weiter unterteilen. So sind Transportflotten mit Lieferfahrzeugen (Lieferdienste, Postzustellung etc.) tagsüber

weitgehend ausgelastet, werden jedoch abends wieder auf dem Betriebsgelände geparkt und an die betriebsinterne Ladestation angeschlossen. Firmenflotten für Mitarbeiter im Außendienst sind hingegen eher unregelmäßig unterwegs, können bisweilen auch für mehrere Tage in der ausschließlichen Nutzung eines Mitarbeiters verbleiben und auch die Fahrtstrecken richten sich individuell nach dem aktuellen Auftrag. Daraus ergibt sich, dass die Flotte zum Teil für längere Zeiten an dem zentralen Standort für V2G-Konzepte genutzt werden kann, zum Teil aber auch zu bestimmten Zeiten so ausgelastet ist, dass sich kaum Standzeiten ergeben bzw. die Fahrzeuge auch an anderen Orten (öffentlich, zuhause etc.) geladen werden. Schließlich benötigen jegliche Betriebe zur Personenförderung (z.B. Taxi-Betriebe, ÖPNV, auch Carsharing-Unternehmen) ein Flottenmanagement, das mit V2G-Konzepten kombiniert werden kann. Hier werden tendenziell auch eine hohe Auslastung und ein Minimum an Standzeiten angestrebt. Tatsächlich ergeben sich jedoch auch hier je nach Betrieb längere Standzeiten, die für V2G-Konzepte genutzt werden können.

Bei den intermodalen Verkehrsteilnehmern lassen sich zwei Arten des Carsharings unterscheiden: Das flexible und das „traditionelle“ e-Carsharing. Beim flexiblen Carsharing (z.B. bei car2go) können die Fahrzeuge an jedem beliebigen Standort geparkt werden, die Koordination der Fahrt- und Standzeiten ist allerdings komplex und die Nutzungsmuster aufgrund des noch sehr neuen Angebots so dynamisch, dass sich bisher noch keine Aussagen zu potenziellen Standzeiten an Ladestationen machen lassen. Darüber hinaus gibt es allerdings die „traditionellen“ Carsharer, die auch ihr e-Auto an speziellen Stationen ausleihen und abgeben. In diesem Fall ist eine direkte Kommunikation und Koordination der Ladung möglich, sofern die Stationen entsprechend ausgerüstet sind. Demnach stehen zu den typischen Standzeiten von Carsharingflotten während der Woche und vormittags die an den Stationen geparkten Fahrzeuge potenziell für eine Netzintegration bereit. Auch hier ist ein Pooling an den Stationen möglich und das Carsharingflottenmanagement erlaubt eine Kontrolle von Reservekapazitäten – sowohl der Batterien als auch des zur Verfügung stehenden Fahrzeugpools.

Die folgende Tabelle gibt einen groben Überblick über Standzeiten sowie der damit verbundenen potenziellen Verfügbarkeit für V2G-Konzepte:

		<b>Standzeiten/ Jahr</b>	<b>Standzeiten/ Woche</b>	<b>Standzeiten/ Tag</b>
Privatnutzer	Zweitwagen	/	Seltene, unregelmäßige Fahrten	Nachts, sonst seltene, unregelmäßige Fahrten
	Familienfahrzeug	/	Eher gleichmäßig über die Woche verteilt	Eher vormittags und nachts
	Pendler	Ferienzeit	In der Woche bei der Arbeit, am WE zuhause	Abends zuhause, tagsüber bei der Arbeit
Flottenbetriebe	Lieferdienste	Feiertage	Am WE	Ca. 6 – 16 Uhr
	Firmenflotten	Feiertage	Am WE	Ca. 8 – 18 Uhr
	Personenbeförderung	/	/	Ca. 1 Uhr – 7 Uhr
Intermodale Verkehrsteilnehmer	Flexibles Carsharing	/	/	Ca. 1 Uhr – 7 Uhr
	„Traditionelles“ Carsharing	/	55 % in der Woche, 40 % am WE	Ca. 22 – 12 Uhr

**Tabelle 4: Standzeittypen**

Insgesamt sind also für die hier beschriebenen Nutzergruppen durchaus generelle Aussagen zu vorherrschenden Mustern in Bezug auf Ladeorte und –zeiten möglich. Hierbei ist zu

beachten, dass je nach Einstellung die bisherigen Mobilitätsroutinen auch durch zielgerechte Angebote angepasst oder verändert werden können, die sich nach den Anforderungen in den jeweiligen Verteilnetzen richten.

### **4.3 Netztypen**

Traditionell wird das Stromnetz hierarchisch unterschieden in Übertragungsnetz (Höchst- und Hochspannung) und Verteilnetz (Hoch-, Mittel, und Niederspannung). Diese Netzkategorisierung geht von einer zentralen Stromerzeugung in Großkraftwerken aus, von denen die Elektrizität mit abnehmender Spannung zu den Stromkunden fließt und das Übertragungsnetz Stromangebot und –nachfrage ausbalanciert. Diese Balance wird dabei durch eine sinnvolle Kombination von Grund- und Spitzenlast sowie durch die Bereithaltung von Reservekapazitäten und Regelenergie erreicht und sorgt für eine hinreichend hohe Versorgungssicherheit. In diesem Modell der zentralen Stromerzeugung und der Top-Down Regelung wird Angebot und Nachfrage auf aggregiertem Niveau angepasst und in Folge dessen sowie aufgrund der energiepolitisch gewünschten hohen Versorgungssicherheit, sind temporär hohe Überkapazitäten die Folge.

Mit der zunehmenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern wird die Elektrizität immer öfter dezentral erzeugt und in die Verteilernetze eingespeist. Dies führt tendenziell zu einer Änderung des traditionellen monodirektionalen Energieflusses, der sich im Extremfall zumindest temporär umkehren kann. Die Rolle des Energiekonsumenten wird dabei erweitert und er bleibt nicht länger nur Verbraucher, sondern wird zusätzlich auch zum Erzeuger. Mit diesem Paradigmenwechsel von einer Energiepolitik mit hohen Reservekapazitäten in der Energiebereitstellung hin zu einer Energiepolitik mit einer zeitlich und örtlich eng an die reale Nachfrage angepassten Energieerzeugung, gewinnt die dezentrale Speicherung von Elektrizität eine entscheidende Bedeutung.

Bei einer Poolbildung von Elektrofahrzeugen können dabei V2G-Konzepte einen Beitrag dazu leisten, das Stromnetz zu stabilisieren (Richter/ Steiner 2011, S. 43). Hierbei eröffnen sich auch Handelsmöglichkeiten durch Fahrplangeschäfte: Falls durch ungeplante Kraftwerksausfälle ein Ungleichgewicht zwischen Einspeisungen und Entnahmen entsteht, könnte ein Ausgleich der ausgefallenen Leistung durch V2G-Rückspeisung ermöglicht werden (ebda. S. 23). Bei einzelnen Kraftwerksausfällen können ggf. Engpässe über mehrere Viertelstunden überbrückt werden (ebda, S. 44). Das Potenzial der Batterien als Speicher ist nach Richter und Steiner (2011) zwar zu gering, um die Volatilität der Einspeisung von Energie aus erneuerbarer Quellen komplett auszugleichen (ebda. S. 23), aber die Anpassung der Nachfrage an die Erzeugung durch gesteuertes Laden ist für die Netzentlastung durchaus sinnvoll (ebda, S. 44). Zudem besteht für Betreiber konventioneller Kraftwerke das Potenzial der Effizienzerhöhung durch ein gesteuertes Laden der Elektrofahrzeuge (ebda, S. 44).

Im Modellprojekt GridSurfer wurden die Wechselwirkungen zwischen Netz und Elektrofahrzeug in der Praxis erprobt und analysiert:

### **Grid Surfer – Inter-urbane Integration von Elektrofahrzeugen in Energiesysteme inklusive Batteriewechselkonzept**

Im Projekt „Grid Surfer“ wurde der Einsatz von Elektromobilität im ländlich geprägten Nordwesten Deutschlands untersucht. Das Projekt sollte einen Beitrag zur Ermöglichung der großmaßstäblichen und intelligenten Integration von Elektrofahrzeugen in bestehende Energiesysteme leisten und zeigen, dass Elektromobilität nicht nur in Ballungsräumen sinnvoll eingesetzt werden kann. Im Zuge des Projekts wurden Elektrofahrzeuge, Speicher- und Ladestationen, Mess- und Steuersysteme, IKT-basierte Speichermanagement-, Abrechnungs- und Vermarktungsprozesse sowie Tarif- und Geschäftsmodelle mit den dazugehörigen Schnittstellen entwickelt und in einem Feldversuch erprobt. Es wurden sechs Elektrofahrzeuge gebaut, im Zuge des Feldversuchs betrieben und kontinuierlich weiterentwickelt. Ein besonderer Schwerpunkt des Projekts lag darin, ein Batteriewechselkonzept zu entwickeln und praktisch zu erproben, um damit das Reichweitenproblem in ländlichen Gebieten zu lösen. Gleichzeitig entwickelte das Konsortium das Elektrofahrzeug E3 so weiter, dass es die Voraussetzungen für ein intelligent gesteuertes, bidirektionales Be- und Entladen sowie die Batteriewechselfähigkeit aufwies. Ein Feldtest mit 40 Probanden in der ländlich geprägten Region zwischen Ems, Weser und Elbe bestätigte die Nutzerfreundlichkeit und Anwendbarkeit des Modells. Neben Batterie- und Speichermanagement wurde ein Lademanager für das zeitlich gesteuerte Laden/Entladen am „Heimladepunkt“ bzw. Arbeitsplatz-Ladepunkt entwickelt. Ein „Navender“ dient als Verknüpfung zwischen Navigation und Kalenderfunktion zur intelligenten Routen- und Energiebedarfsplanung.

Darüber hinaus wurden Simulationen des Nutzerverhaltens, der Netzstruktur, der Standortidentifikation von Ladestationen sowie eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung für die Region des EWE-Versorgungsgebiets durchgeführt. Die Simulation bestätigte, dass Elektrofahrzeuge als Pool Fahrplanvorgaben erfüllen können und sich daher für verschiedene Energieprodukte eignen (Scherfke et al. 2011).

Dass sich also ein Paradigmenwechsel vollzieht, ist relativ unstrittig, da mit einer Reihe energiepolitischer Entscheidungen wie dem Ausstieg aus der Kernenergie, den Reduktionszielen für klimarelevante Emissionen oder den Ausbauzielen für die erneuerbaren Energien und der Elektromobilität entscheidende Rahmenbedingungen entsprechend gesetzt worden sind. Unsicher sind allerdings die Geschwindigkeit und die Details dieser Transformation des Energiesystems, die u.a. entscheidend von der sozialen Akzeptanz und Beteiligung der Bevölkerung abhängen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Transformation regional unterschiedlich und insbesondere in Abhängigkeit der jeweiligen Netzsituation entwickeln wird. Für die Netzsituation lässt sich dabei zwischen einer weitgehend engen Integration der energetischen Wertschöpfungskette von Erzeugung bis Nutzung einerseits und einer breiten Diversifikation andererseits unterscheiden, die maßgeblich sind, für den Grad der Dezentralisierung der Energieerzeugung, die Vielfalt der zur Erzeugung eingesetzten Energieträger, der Anzahl der Marktteilnehmer und der Spannungsebene auf welcher die Anpassung von Erzeugung und Nutzung erfolgt. Vor diesem Hintergrund bieten sich folgende kategorische Unterscheidungen der Netzsituationen zur Einschätzung der möglichen Rolle der Elektromobilität als Stellglied zur Netzstabilität an. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass diese Situationen mit regionalen Unterschieden auch gleichzeitig auftreten können:

## **Das traditionelle Netz**

Die traditionelle Netzsituation wird geprägt durch überwiegend zentrale Energieerzeugung, Dominanz von großen Erzeugungsanlagen, sowohl für fossile als auch für erneuerbare Energieträger, hoher Reservekapazität und relativ geringer Fluktuationen durch den Einsatz weniger ausgewählter erneuerbarer Energieträger wie Wind, Photovoltaik und Biomasse. Es gibt zudem eine hohe Integration von Erzeugung und Übertragung durch wenige Marktteilnehmer.

In dieser Netzsituation ist der Bedarf an dezentraler und kleinteiliger Stromspeicherung relativ gering und für die Marktteilnehmer wirtschaftlich wenig attraktiv. Eine Abstimmung von Erzeugung und Nutzung erfolgt auf hoher Spannungsebene mit entsprechenden Ausbaubedarfen insbesondere für die Übertragungsnetze. Eine enge Netzintegration und ein entsprechender Ausbaubedarf intelligenter bidirektionaler Verteilnetze insbesondere für Kleinverbraucher sind in traditionellen Netzen nicht vordringlich. Dementsprechend marginal dürfte die Rolle der Elektromobilität als Stellglied zur Netzstabilität sein.

## **Das intelligente Sub-Netz**

Diese Netzsituation ist geprägt durch ein hohes Maß an dezentraler Energieerzeugung, und überwiegend kleinteilige Erzeugungsanlagen mit vielfältigen eingesetzten Energieträgern, hohe Diversifikation zahlreicher neuer Marktteilnehmer für die Erzeugung, den Transport und den Weiterverkauf von Energie sowie für unterschiedliche energiebezogene Dienstleistungen. Die lokalen Verteilnetze sind zwar weiterhin auf externe Erzeugungs- und Reservekapazitäten angewiesen, allerdings im geringeren Ausmaß. Die Abstimmung von Erzeugung und Nutzung erfolgt wesentlich enger anhand der lokalen Lastsituation auf der Niederspannungsebene.

In dieser Netzsituation ist der Bedarf an dezentraler und kleinteiliger Stromspeicherung relativ hoch. Aufgrund der starken Fluktuation der dezentralen Erzeugungskapazitäten und der starken kommunalen Prägung des Energiesystems ist der Ausbau intelligenter bidirektionaler Stromnetz ökonomisch attraktiv. Zudem sind die Möglichkeiten der zivilgesellschaftlichen Mitgestaltung und der Berücksichtigung lokaler Interessen und Strukturen relativ hoch und entsprechend hoch dürfte die soziale Akzeptanz sein. Damit sind auch die ökonomischen Interessen am Ausbau dezentraler Speichermöglichkeiten und die Möglichkeiten diesbezüglicher örtlich angepasster Gestaltungsoptionen erheblich. Je nach lokaler Nutzungs- und Erzeugungsstruktur kann die Elektromobilität wesentliche Beiträge zur Netzstabilität leisten, sowohl in Form der temporären Lastverschiebung als auch als Speicherglied in den lokalen Verteilnetzen.

## **Das autarke Netz**

Diese Netzsituation ist charakterisiert durch die Entkoppelung der Verteilnetze von den Übertragungsnetzen. Die Energieerzeugung erfolgt vollständig lokal und ist geprägt durch die Vielfalt des lokal verfügbaren energetischen Angebots an erneuerbaren Energieträgern. Das lokale Stromnetz ist vollständig in der Hand kommunaler Unternehmen oder zivilgesellschaftlicher Organisationen und entsprechend hoch ist die soziale Akzeptanz in der ortsansässigen Bevölkerung. Der lokale Energiemarkt ist geprägt durch eine breite Diversifikation der Akteure. Eine enge lokale Abstimmung von Erzeugung und Nutzung ist ökonomisch notwendig und entsprechend groß ist der Bedarf an intelligenten bidirektionalen Stromnetzen auf der Verteilebene.

In dieser Netzsituation ist der Bedarf an dezentraler und kleinteiliger Stromspeicherung ebenfalls relativ hoch. Gleichwohl können aufgrund des hohen lokalen Rentabilitätsdrucks vermehrt auch örtlich vorteilhafte und verfügbare großvolumige Speicheroptionen wie Biogas- oder Druckluftspeicher favorisiert werden. Inwieweit die Elektromobilität eine tragende Rolle zur Netzstabilität einnimmt, wird daher entscheidend vom energiepolitischen Willen der lokalen Akteure abhängen.

Die folgende Tabelle fasst die zentralen Charakteristika der drei Netztypen zusammen:

	<b>Energieerzeugung</b>	<b>Marktteilnehmer</b>	<b>Bedarf an V2G</b>
<b>Traditionelles Netz</b>	Zentral, große Anlagen	Wenige, große EVUs, Integration von Erzeugung und Übertragung	Eher gering
<b>Intelligentes Sub-Netz</b>	Kleinteilige Erzeugungsanlagen, diversifizierter Energiemix	Verschiedene neue Dienstleister im Bereich Transport, Erzeugung, Verkauf von Energie etc.	Hoher Bedarf
<b>Autarkes Netz</b>	Komplett lokal und aus erneuerbaren Energieträgern	Kommunale Unternehmen und zivilgesellschaftliche Institutionen	Hoher Bedarf (aber auch an anderen Speicheroptionen)

**Tabelle 5: Netztypen**

#### **4.4 Ladeorte**

Aus technischer Sicht ist für die Nutzung von Elektroautos als mobile Speicher der Netzanschlusspunkt, d.h. der Parkplatz sowie die jeweilige Ladeoption (einfaches Laden bzw. uni- und bidirektionales Laden) ausschlaggebend. Die empirischen Befragungen in den Modellprojekten (vgl. z.B. Ahrend 2011, S. 66 f.) haben dabei ergeben, dass hier derzeit noch Probleme bestehen, die insbesondere bei „Technik-Laien“ ein deutliches Akzeptanzhemmnis darstellen können. Technische Probleme beim Ladevorgang wie z.B. eine fehlende Freischaltung der Säule oder ein nicht-erfolgter Ladevorgang erschütterte dabei das allgemeine Vertrauen in das Elektrofahrzeug (vgl. Ahrend 2011, S. 67). Die Erwartung, aber auch die konkrete Erfahrung, dass der Ladevorgang nicht richtig funktioniert, werden voraussichtlich bei gesteuerten (Ent-)Ladeprozessen eine noch stärkere Wirkung auf das Vertrauen in die Technik haben, da hier die Steuerungs- und Abrechnungsprozesse im Hintergrund noch komplexer als der „einfache“ Ladevorgang sind.

Der im Projekt „Grid Surfer“ entwickelte Lademanager für das zeitlich gesteuerte Laden/Entladen am Ladepunkt, der es z.B. dem Nutzer ermöglicht eine selbst bestimmbare Restladung der Batterie im Falle eines Entladens festzulegen leisten daher einen wesentlichen Beitrag zur Akzeptanz.

Insgesamt unterscheidet sich das Vertrauen in die Technik jedoch je nach Ladeort. Hierbei können grundsätzlich drei Typen unterschieden werden:

1. Öffentliche Ladestationen,
2. halböffentliche Ladeparkplätze sowie
3. private Ladestationen.

Schnellladestationen und Batteriewechselstationen werden nicht mit berücksichtigt, auch wenn Batteriewechselstationen ebenfalls einen Beitrag zur Zwischenspeicherung elektrischer Energie oder zur Lastverlagerung leisten können. Da hierbei aber B2B-Geschäftsmodelle (z.B. spezielle V2G-Verträge, auf Basis dessen der Batteriewechselbetreiber nicht genutzte Batterien zur Zwischenspeicherung bereitstellt) zur Anwendung kommen, sind sie für die Nutzerakzeptanzanalyse weniger relevant. An

Schnellladestationen ergeben sich ebenfalls keine nennenswerten Speicheroptionen. Sie leisten zwar durchaus für die Akzeptanz der Elektromobilität einen wichtigen Beitrag als „Notfall-Option“ oder für längere Reisen, werden aber in den ausgewählten Fallbeispielen aufgrund des lediglich theoretischen Beitrags zur Netzstabilität - denn potenziell wären hier auch schnelle Entladevorgänge möglich - nicht berücksichtigt.

Ein weiterer wichtiger Akzeptanzfaktor, der für die Wahl der Ladeorte relevant ist und entsprechend in den Fallbeispielen Berücksichtigung findet, sind die Kosten für die jeweilige Ladung, denn diese werden sich je nach Ladeoption deutlich unterscheiden. Die für den öffentlichen Raum konzipierten intelligenten, diskriminierungsfreien und vandalismusresistenten Ladestationen sind insgesamt hochwertiger als einfache Ladestationen für den Heimgebrauch. Entsprechend müssen höhere Investitions- und Wartungskosten refinanziert werden. Die Kosten für die Ladeinfrastruktur und damit der Stromkosten unterscheiden sich dabei je nach Ladeort (nach Fraunhofer ISI o.J., S. 1/ 2):

Ladeorte		Kosten/ Ladeeinheit	Infrastruktur- kosten je Fahrzeug	Strommehr- kosten pro kWh	Amortisations- zeit
Private Ladestationen		100–200 €	100-200 €	0,01 €	8-16 Jahre
Halböffent- liche Lade- parkplätze	Ohne Abrechnung	100–200 €	25-50 €	0,002 €	4-16 Jahre
	Mit Abrechnung	1.000- 2.000 €	250-500 €	0,02-0,03 €	
Öffentliche Ladestationen	Langsamladun g (11 kW)	2.000- 8.000 €	170-670 €	0,01-0,04 €	14-55 Jahre
	Schnellladung (60 kW)	22.000- 38.000 €	920-1580 €	0,06-0,10 €	
Batterietauschkonzept		Ca. 750.000 € + 1,45 Mio € für Batterien	Ca. 800 €	-	67 Jahre
Herkömmliche Tankstelle		Ca. 750.000 €	Ca. 272 €	-	7 Jahre

**Tabelle 6: Übersicht über die Kosten unterschiedlicher Ladeoptionen**

Private Ladeboxen für den betrieblichen oder auch heimischen Parkplatz in Kombination mit Smart Meters sind demnach technisch deutlich weniger aufwändig und amortisieren sich in der Regel schneller. Für Batteriewechselstationen und Schnellladestationen gilt ebenfalls, dass die aufzubauende Infrastruktur sehr kostenintensiv ist und das Laden dort demnach voraussichtlich um ca. 50 % teurer im Vergleich zum Haushaltsstromtarif (Arbeitspreis von ca. 20 bis 24Ct/ kWh) sein wird. Wenn sich hier für die Betreiber beispielsweise über V2G-Kooperationen mit Energieversorgern die Möglichkeit bietet, die Infrastrukturkosten deutlich zu senken, sind diese beiden Ladeoptionen ggf. auch wirtschaftlicher zu betreiben. Insbesondere Batterietauschstationen können dabei mindestens einen Teil ihrer Batteriereserven als potenzielle Speicheroption dem Netzbetrieb zur Verfügung stellen und damit einen Beitrag zur Netzstabilität leisten. Zudem sind Betreiber von Batteriewechselstationen auch an einem Modell der Nachnutzung älterer Batterien interessiert wie es ZEM und REVA erproben (vgl. Kapitel 3.3.5).

- **Öffentliche Ladestationen: Für alle zugänglich**

Für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen haben Ladestationen, die grundsätzlich öffentlich zugänglich sind (z.B. öffentliche Parkplätze, Ladestationen an Krankenhäusern, Park-and-Ride-Garagen oder Bahnhöfen) eine besondere Bedeutung. Es gibt verschiedene technische und organisatorische Varianten für das Laden an öffentlichen Ladestationen. So werden

derzeit im Rahmen verschiedener Pilotprojekte öffentliche Ladesäulen von Energieversorgungsunternehmen (RWE, E.ON, Vattenfall etc.) installiert. Hierbei kommen verschiedene Varianten der Nutzeridentifikation zum Einsatz (z.B. über ein „Mobile Metering Modul“ beim „Ubitricity“-Modell, über on-board- oder über Kabel-Authentifizierung). Die Abrechnung erfolgt bisher über einen Vertrag mit dem Betreiber der Stromsäule oder – falls dieser einem Roaming-Netzwerk angehört - einem Roaming-Partner des Betreibers. RWE bietet außerdem die Bezahlung über die Telefonrechnung an, indem Ladepunkt und Ladezeit über SMS an den Mobilfunkprovider gesendet werden. Diese Abrechnungsart sowie Roaming-Modelle über „Tankkarten“ machen öffentlichen Ladesäulen für alle Nutzer zugänglich, verlangen jedoch eine intelligente Ladeinfrastruktur (z.B. die Ladesäule des MeRegio-Projekts, [www.meregio mobil.de](http://www.meregio mobil.de)). Letzteres gilt umso mehr, wenn die Fahrzeugbatterie gesteuert be- oder entladen wird.

Die Kommunikationstechnik ist dabei entscheidend für den Preis der Ladestationen. Intelligente Ladesäulen haben den Nachteil, dass sie mit relativ hohen Kosten von 2.000 bis 10.000 € verbunden sind. Wenn der Ladevorgang vom Fahrzeug und nicht von der Ladesäule aus gesteuert wird, können die Kosten für die öffentliche Ladeinfrastruktur deutlich sinken (auf Systemsteckdosen zum Preis von 50 €, zzgl. einem Kommunikationsmodul je Fahrzeug von 250 €, vgl. Ubitricity, [www.ubitricity.com](http://www.ubitricity.com)). Demnach ist die Steuerung des Ladevorgangs über das Fahrzeug statt über die Ladestation ein wesentlicher Faktor, der die Kosten für das Laden an öffentlichen Stationen senken kann. Der Vorteil einer fahrzeugseitigen Steuerung ist zudem, dass sich V2G-Tarifmodelle und die dazugehörige Steuerung der (Ent-)Ladeprozesse im Fahrzeug einstellen lassen, was die Identifizierungsprozess im Vergleich zu einer stationsseitigen Identifizierung und Steuerung technisch deutlich vereinfacht.

In Bezug auf die Netzintegration wird an öffentlichen Ladestationen lediglich das gesteuerte Laden relevant sein, da öffentliche Ladestationen tendenziell nicht dauerhaft besetzt sein werden und der technische und organisatorische Aufwand, der mit dem gesteuerten Entladen verbunden ist, den verfügbaren Speicherpotenzialen an öffentlichen Ladestationen nicht gerecht wird.

- **Halböffentliche Ladeparkplätze: Für bestimmte Nutzergruppen reservierte Ladestationen**

Die Standzeiten an öffentlichen Ladestationen werden insgesamt deutlich geringer sein als an Ladestationen, die halböffentlich zugänglich sind (z.B. Tankstellen, Supermarktparkplätze, Parkplätze auf einem Betriebsgelände, Parkhäuser). Diese Ladeoption wird als halböffentlich bezeichnet, weil sie bestimmten Nutzergruppen vorbehalten ist, aber dennoch nicht von einem Nutzer exklusiv genutzt werden.

So werden Flottenbetriebe (z.B. Lieferdienste, an Stationen gebundenes eCarsharing, e-Autoverleiher etc.) ihre Elektroautos vorwiegend an eigenen Ladestationen auf betriebseigenen Parkplätzen laden, um von den im Vergleich zu öffentlichen oder Schnellladestationen geringeren Ladekosten zu profitieren. Des Weiteren werden größere Arbeitgeber ebenfalls auf ihrem Betriebsgelände für ihre Mitarbeiter die Möglichkeit zum Laden während der Arbeitszeit bereitstellen. Da diese Parkplätze auch von weiteren Personenkreisen (z.B. Kunden, Besuchern, Privatpersonen) genutzt werden können, lassen sie sich als halböffentliche Ladeparkplätze bezeichnen. Darüber hinaus wird es gerade in urbanen Räumen „eParkplatz-Anbieter“ geben, die langfristige Ladeoptionen (täglich,

monatlich, jährlich) für eAuto-Besitzer bereitstellen und dadurch bei urbaner Parkraumknappheit attraktive Standplätze anbieten.

Zur Steuerung des (Ent-)Ladevorgangs werden hierbei in erster Linie stationäre Ladeboxen in Kombination mit Smart Meters zum Einsatz kommen und der Ladevorgang über die Stromrechnung des Parkplatzbetreibers (Parkplatz-Dienstleister oder Großkunde) abgerechnet. Eine Authentifizierung ist in diesem Fall nicht nötig, da der Ladevorgang in der Regel pauschal über den Zugang zum Parkplatz abgerechnet wird (z.B. über spezielle V2G-Parktarife). Dementsprechend können auch spezielle V2G-Parktarife angeboten werden, die direkt zwischen Parkplatzbetreiber und Energieversorger ausgehandelt werden.

- **Private Ladestation: „Tanken an der heimischen Steckdose“**

Schließlich gibt es private Ladestationen, die für bestimmte private Eigentümer exklusiv vorbehalten sind. Diese Ladestationen sind überwiegend in Garagen und Parkplätzen auf dem privaten Grundstück installiert. Das günstige „Tanken“ zuhause ist dabei für viele Autobesitzer ein besonderer Anreiz zum Kauf eines Elektrofahrzeugs. Derzeit werden auf technischer Seite verschiedene V2G-fähige Ladeboxen für Privathaushalte in Kombination mit Smart Meters und entsprechenden Tarifen angeboten (z.B. das EnergieNavi-Paket von E.ON). Auch hier wird der Ladevorgang über die private Stromrechnung (z.B. spezielle V2G-Tarife) abgerechnet und so ist weder eine Authentifizierung noch ein Parkplatzmanagement nötig.

Vor allem ökologisch bewusste Privathaushalte werden darüber hinaus insbesondere an der Kombination mit weiteren energiebezogenen Paketen interessiert sein, wie z.B. für ein direktes Laden über die eigene Energieerzeugung (z.B. über Solarcarports) oder die Integration von Smart Home-Anwendungen und häuslichen Ladeoptionen. Die Akzeptanz für das gesteuerte Laden ist v.a. bei der Ladung über Nacht hoch, weil die Nutzungsroutinen davon in der Regel nur wenig berührt werden. Für die Nutzung als Speicher und die gesteuerte Ladung während des Tages werden hingegen lediglich Autobesitzer empfänglich sein, die ihr Fahrzeug nur selten nutzen und über Mobilitätsalternativen verfügen.

Allerdings zeigen auch die Mobilitätsmuster der privaten Autobesitzer (vgl. Kapitel 3.2.2), dass je nach Nutzergruppe die Fahrzeuge auch tagsüber oft stehen und damit potenziell für die Netzintegration zur Verfügung stehen. Insgesamt ist jedoch offensichtlich, dass den Nutzern deutliche Anreize geboten werden müssen, v.a. über günstige V2G-Tarife, damit das Fahrzeug automatisch mit dem Netz verbunden wird, selbst wenn es eigentlich nicht geladen werden müsste.

#### **4.5 (Ent-)Ladekonzepte: Kostenloses Laden und V2G-Tarife**

Für alle Ladekonzepte gilt, dass die Lade- und Entladevorgänge über das Auto gesteuert (vgl. Kapitel 4.1), also die Präferenzen (Freigabe zum gesteuerten Laden oder Entladen, Zeittaktung etc.) über den fahrzeugeigenen Bordcomputer eingestellt werden und nicht erst an der Ladestation eingegeben werden müssen. Wenn das Fahrzeug von lediglich einer Person genutzt wird, können die Einstellungen einmalig eingegeben werden. Demgegenüber können Nutzungsprofile bei wechselnden Fahrern (z.B. bei Flottenbetrieben oder e-Carsharing) auf einer „Mobilitätskarte“ gespeichert werden, die dann vom jeweiligen Auto eingelesen werden können. Die Profile zum gesteuerten (Ent-)Laden werden damit personenabhängig festgelegt. Allerdings kann ein Flottenbetreiber über eine Voreinstellung im Fahrzeug, die vom Nutzer selbst nicht verändert werden kann, das Lade- und Entladeverhalten der Fahrzeuge prinzipiell auch für die gesamte Flotte festlegen. Die

Einstellung bestimmter Lade- bzw. Entladeprofile macht jedoch nur Sinn, wenn sie mit bestimmten Vorzugstarifen gekoppelt sind. Hierzu sind spezielle Abrechnungsvorgänge erforderlich, die u.a. im Projekt Smart Wheels untersucht wurden:

### **Smart Wheels – Intelligente Elektromobilität in der Modellregion Aachen**

Das Projekt „Smart Wheels“ entwickelte Geschäftsmodelle und konvergente IKT-Dienste. In der Modellregion Aachen wurde dafür erprobt, wie sich Elektromobilität in das „Internet der Energie“ und in die Infrastruktur von Stadtwerken integrieren lässt. In Teilprojekten wurden u.a. die netz-, informations- und kommunikationstechnische Integration von Elektrofahrzeugen auf Verteilnetzebene, die Entwicklung von Ladeinfrastrukturen und die im Hinblick auf die geänderten Anforderungen an den Abrechnungsservice eintretenden Szenarien untersucht.

Das Teilprojekt „Abrechnungsservice Elektromobilität“ befasste sich mit Prozessen zur Identifizierung, Autorisierung, Abrechnung und Marktkommunikation mit mehreren überregionalen Ladesäulenbetreibern und E-Mobilitätsanbietern. Mit Hilfe des Einsatzes von IKT sollte dabei sichergestellt werden, dass an jeder Ladestation unterschiedliche Nutzer mit variierenden Nutzungsentgelten individuell abgerechnet werden können. Zudem wurden Roaming-Kunden berücksichtigt, deren ungeplanter regionaler ad-hoc Bezug von Energie ebenfalls erfasst und an deren assoziierte Roaming-Vertragspartner weiter gegeben werden.

Innerhalb des Projekts wurde ein Ladekonzept mit drei Phasen entwickelt: In der ersten Phase werden Informationen und Daten gesammelt (z.B. zum Strompreis oder zum Anteil der regenerativen Energieerzeugung), in der zweiten Phase wird das Ladeverhalten optimiert und dann in der dritten Phase die optimale Ladeleistung eingestellt. Das Ergebnis wird anhand einer Ampel dargestellt, die über die Farben Rot, Gelb und Grün anzeigt, ob die geplante Fahrt mit dem Ladezustand der Batterie erfolgen kann. Damit ist der Nutzer u.a. auch im Falle einer gesteuerten Entladung über die Restleistung informiert.

In jedem Fall ist es bei jeder Art von V2G-Konzepten notwendig, wie beim Smart Wheels-Projekt dem Nutzer die Informationen zu Lade- und Entladevorgängen transparent zu kommunizieren. Im Folgenden werden drei zentrale (Ent-) Ladekonzepte für die Netzintegration von Elektrofahrzeugen vorgestellt.

### **Kostenloses bzw. kostengünstiges induktives Laden außerhalb von Spitzenlastzeiten**

Auf Parkplätzen mit kurzen Standzeiten (z.B. an Taxiständen an Bahnhöfen) ist es sinnvoll, die Fahrzeuge induktiv zu laden, da es hier vermutlich den meisten Nutzern zu aufwändig ist, eine Steckverbindung anzuschließen. Das Entladen wird an diesen Parkplätzen aufgrund der kurzen Standzeiten kaum praktikabel sein, aber gesteuertes Laden (bzw. temporäres nicht-Laden) ist auf induktiven Ladeparkplätzen an Verkehrsknotenpunkten durchaus denkbar. Für den Netzbetreiber ist dabei entscheidend, dass überschüssige Energie an die Fahrzeuge abgegeben werden kann, um eine Netzüberlastung zu vermeiden. Im Falle einer Lastspitze kann das Laden hingegen unterbunden werden. In diesem Fall müssen die Nutzer jedoch informiert werden, dass derzeit keine Lademöglichkeit angeboten wird. Da die Nutzer keine Kontrolle über den Ladevorgang haben, wird die induktive Ladeoption auf diesen Kurzzeitparkplätzen lediglich als kostenlose oder zumindest sehr kostengünstige Option akzeptiert werden. Diese Ladeoption wird insbesondere für das Netzregime „Autarke

Subnetze“ von Belang sein, da hier eine kurzfristige Netzentlastungsoption zur Vermeidung von Stromausfällen besonders relevant ist.

### **Einfache Ladeboxen mit Option zum „Verzögerten Laden“**

Wenn die Standzeiten mehr als eine Stunde betragen, kann es sich für den Energieversorger lohnen, den Ladevorgang über Smart Meter mit Lastgangzähler zu steuern, um Lastspitzen bzw. Energieüberschüsse auszugleichen. Der Tarif mit der Option des „Verzögertes Ladens“ müsste unter dem Normaltarif für das ungesteuerte Laden liegen, aber da dem Nutzer nur geringe Einschränkungen in seiner Parkroutine auferlegt werden, werden die Nutzer auch bei einem eher geringen Kostenvorteil dem „Verzögerten Laden“ zustimmen. Die Abrechnung dieser Ladeoption erfolgt über die persönlichen Profile (karten- oder fahrzeuggebunden), die die Option des gesteuerten Ladens mit einschließen. Die Ladeoption „Verzögertes Laden“ wird tendenziell für alle Netzregime von Belang sein. Es ist allerdings auch durchaus denkbar, dass auf Langzeitparkplätzen für die Option des Verzögerten Ladens keine günstigeren Tarife angeboten werden müssen, da diese Option nur selten in Anspruch genommen wird.

### **Intelligente Ladeboxen mit „Entlade-Option“**

Schließlich ermöglichen intelligente Ladeboxen mit Lastgangzähler, dass die Fahrzeuge auch entladen und dadurch als mobile Speicher genutzt werden können. Die Nutzer werden allerdings einem Entladen ihres Fahrzeugs nur bei hohen Anreizen und einer geringen Beeinträchtigung der Nutzungsroutinen zustimmen. Denkbar sind beispielsweise in diesem Zusammenhang, dass speziell ausgewiesene „Entlade-Parkplätze“ an zentralen Orten wie Innenstädten oder an Bürostandorten angeboten werden, an denen das Parken kostenlos ist, aber ggf. die Möglichkeit besteht, dass das Auto als mobiler Speicher genutzt wird. Über das persönliche Profil müsste eingegeben werden, wann und für welche Fahrtstrecke das Fahrzeug wieder aufgeladen sein soll. Die „Entlade-Option“ sollte mindestens ein kostenloses Vollladen im Falle einer Zwischenspeicherung, ggf. sogar eine Gutschrift auf das eigene Kundenkonto beinhalten. Für stabile Netze bleibt die Entlade-Option nur ein generelles Potenzial, das selten genutzt wird, daher müssen hierbei die Anreize nicht so hoch sein, wie beispielsweise in „Autarke Subnetzen“.

### **Integrierte Smart Home & Car-Konzepte**

Die Verbindung von Smart Grids, dezentraler Energieerzeugung und Elektromobilität kann schließlich auch auf Hausebene erfolgen. Innerhalb des Programms „IKT für Elektromobilität“ wurde die Kommunikation zur Steuerung des Lade- und Entladevorgangs innerhalb eines Smart Homes im Projekt MeRegioMobil erprobt:

### **MeRegioMobil - Minimum Emission Region Mobil**

Wie die Batterie eines Elektrofahrzeugs als mobiler Energiespeicher im Eigenheim genutzt werden kann, zeigt MeRegioMobil. Dazu wurden ein so genanntes Energy SmartHome Lab konzipiert und gebaut, das prototypisch zeigt, wie erneuerbare Energien in einem mobilen Energiespeicher zwischengespeichert und ins Netz zurückgespeist werden können. Das dafür konzipierte intelligente Lademanagement unterstützt sowohl uni- als auch bidirektionales Laden. Wenn ein Elektrofahrzeug gerade nicht gefahren wird, bietet es sich zur Integration ins Netz an, entweder indem es die elektrische Ladung zurückspeist oder überschüssige Energie speichert. An das bestehende Hausnetz angeschlossen können so Erzeugungsspitzen, welche durch regenerative und fluktuierende Energiequellen entstehen, kompensiert werden. Die Visualisierung der Ladevorgänge erfolgt über ein mobiles Endgerät, das dem Nutzer die Vorgänge zum einen transparent macht und zum anderen eine Steuerung zulässt – z.B. über die Eingabe des Abfahrtszeitpunkts, der sich dann auf den Ladevorgang des Elektrofahrzeugs auswirkt.

Darüber hinaus wurde eine interoperable und intelligente Ladeinfrastruktur aufgebaut und ein Roaming-Konzept entwickelt, das ein Laden des Fahrzeugs an Ladesäulen von verschiedenen Energieversorgern ermöglicht. Über das intelligente System erfolgt eine automatische Verrechnung und der Nutzer erhält nur eine Stromrechnung.

In Demonstrations- und Forschungslaboren wie dem des MeRegio-Projekts können zukünftig detailliert integrierte, weitgehend autarke Smart Home&Car-Managementsysteme analysiert und nutzergerecht gestaltet werden.

## 5 Fallbeispiele zum gesteuerten Laden und Entladen

Auf Grundlage der vorangegangenen Literaturanalyse und der Bestimmung von Schlüsselfaktoren in Bezug auf die Netzintegration von Elektrofahrzeugen wurden Fallbeispiele zum gesteuerten Laden und Entladen entwickelt. Diese dienen dazu, die sozialen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zu verdeutlichen, welche die Bereitschaft zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen bestimmen. Die Fallbeispiele sind grundsätzlich in die Zukunft gerichtet und skizzieren die Situation in etwa 15 bis 20 Jahren, wenn sich sowohl Smart Meters als auch Elektroautos weiter verbreitet und sich der Anteil Erneuerbarer Energien am Energiemix weiter erhöht haben. Die Fallbeispiele dienen zum einen dazu, verschiedene Umgebungen für Geschäftsmodelle zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen zu skizzieren und die jeweils spezifischen Rahmenbedingungen, Nutzer- und Zielgruppen, Angebotskonzepte etc. darzustellen. Zum anderen geht es darum, in den einzelnen Fallbeispielen mögliche und plausible Ansätze von Anreizsystemen und Geschäftsmodellen zu beschreiben. Den Fallbeispielen unterliegt grundsätzlich die Vorgabe, dass die dargestellten Geschäftsmodelle einen Beitrag zur Netzstabilität leisten sollen, indem sie über gesteuertes Laden ein aktives Lastmanagement ermöglichen oder über das gesteuerte Entladen Speicheroptionen bieten.

Für alle Fallbeispiele gilt, dass die Netzintegration von Elektrofahrzeugen zwar als Beitrag zur Netzstabilität für die Energieversorger und weitere Akteure entlang der Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Verteilung, Handel usw.) von Bedeutung ist, allerdings für den Endkunden eher ein Komforthemmnis und Akzeptanzproblem darstellt, da der Kunde in seiner Entscheidungsfreiheit prinzipiell eingeschränkt wird. Die Energieversorger müssen demnach deutliche Anreize bieten, aus denen die Vorteile für die Nutzer bzw. Endkunden – insbesondere angesichts der allgemeinen Akzeptanzprobleme der Elektromobilität (vgl. Kapitel 3.1) – hervorgehen. Hierbei sind besonders monetäre Anreize (besondere V2G-Tarife bzw. kostenloses Laden bei V2G-Option), aber auch nicht-monetäre Anreize (z.B. Rabattprogramme, kostenlose/ vergünstigte V2G-Parkplätze etc.) von großer Bedeutung, welche die Nutzer in ihren Mobilitäts- und Nutzungsroutinen „abholen“. Hierbei gilt, dass die Bereitschaft, V2G-Konzepten Anspruch zu nehmen, mit der Dauer der Standzeiten steigt. So werden beispielsweise Langzeitparker, die ihren Wagen nur selten benutzen, eher gesteuertes Laden oder Entladen akzeptieren als Nutzer von öffentlichen Ladestationen, die während eines Einkaufs parken.

Die Fallbeispiele orientieren sich an der Vorgabe, aufzuzeigen, unter welchen Bedingungen die Akzeptanz bestimmter Nutzergruppen hoch ist, elektrische Fahrzeuge als „Stehzeuge“ und damit als mobile Speicher bereitzustellen. In diesem Kontext sollen zum einen Anreize dargestellt werden, die diese Akzeptanz erhöhen, aber zum anderen auch Akzeptanzhürden aufgezeigt werden.

Die Nutzerfallbeispiele sind durch drei Hauptdeterminanten charakterisiert:

1. **Nutzertypen** (Konsumstiltyp/ Energy Styles u.a. Typologien): Der Nutzertyp bestimmt die Einstellung zum gesteuerten Laden und gesteuerten Entladen und ist somit maßgeblich für die Akzeptanz
2. **Nutzerverhalten**: Das Nutzerverhalten bestimmt die Standzeiten (Zeitpunkt und Zeitspanne) der Fahrzeuge.
3. **Ladeoption**: Die Ladeoption (= Kombination des Ladeorts und Ladekonzepts) bestimmt das jeweilige Setting, in dem die Entscheidung für oder gegen V2G gefällt wird.

Die Fallbeispiele sind entlang dieser drei Hauptdeterminanten entworfen worden. In den Fallbeispielen werden somit die verschiedenen Nutzertypen mit ähnlichen Standzeiten dargestellt und deren Verhalten je nach Ladeoption beschrieben (vgl. Tabelle im Anhang, Kapitel 7.2). Wie in Kapitel 4.2 dargelegt, sind dabei für V2G-Konzepte hinsichtlich der Nutzergruppen „Privatpersonen“, „Flottenbetreiber“ und „Intermodale Verkehrsteilnehmer“ die folgenden Nutzungsformen des Elektroautos besonders relevant:

- **Privatpersonen**: Zweitwagen, Familiennutzung, Pendeln.
- **Flottenbetreiber**: Firmenflotten, Lieferfahrzeuge, Personenbeförderung.
- **Intermodale Verkehrsteilnehmer**: Traditionelles e-Carsharing, Wochenendnutzung, sonst ÖPNV.

Die Fallbeispiele orientieren sich somit grundsätzlich an diesen „Standzeit-Typen“. Auf Basis der Erkenntnisse zu den Konsumstiltypen (vgl. Kapitel 4.1) werden diesen Typen plausible Einstellungen und Werte zugeordnet. Darüber hinaus werden die jeweiligen Geschäftsmodelle und Anreize erläutert, welche die Motivation fördern, das Fahrzeug als Speicher oder zum Lastmanagement zur Verfügung zu stellen.

Die Fallbeispiele sind als Diskussionsgrundlage zu verstehen. Sie sollen „Systemlücken“, aber auch Synergien zwischen Nutzerverhalten, Netzanforderungen und Infrastrukturen veranschaulichen, die aus heutiger Sicht noch komplex erscheinen und oft im Detail eher schwer vorstellbar sind. Insgesamt ist der Erfolg von V2G-Geschäftsmodellen davon abhängig, ob sie auf die Motivationen, aber auch Ängste der jeweiligen Nutzergruppe zur Nutzung von V2G-Konzepten angepasst sind. Um dies zu verdeutlichen, werden bei den Fallbeispielen die Motivationen sowie die Geschäftsmodelle im Text hervorgehoben.

### **5.1 Fallbeispiel „Das e-Auto als Zweitwagen“**

Eva Stinger ist 44 Jahre alt und lebt mit ihrem Ehemann Manfred und ihren beiden Kindern Leon 10 Jahre und Nadine 4 Jahre in der kleinen Ortschaft Wilhelmsau im Münchner Umland. Eva hat Architektur studiert und sich zusammen mit ihrem Mann erst nach mehrjähriger Berufserfahrung für die Familiengründung entschieden. Mit der Geburt ihres ersten Kindes haben die Stingers München verlassen und sind in ein Einfamilienhaus in Stadtrandlage gezogen. Eva hat dabei ihre Tätigkeit in einem Architekturbüro aufgegeben,

um sich ganz der Betreuung der Kinder widmen zu können. Manfred verdient als leitender Angestellter in einem Ingenieurbüro ca. 5.000,- Euro monatlich und versorgt mit diesem Einkommen die Familie finanziell. Er fährt einen Audi S5 und benutzt das Fahrzeug vor allem, um täglich ins Büro nach München zu pendeln oder Termine mit Kunden wahrzunehmen. Als Bauingenieur muss Manfred auch immer wieder zu verschiedenen Baustellen fahren, um den Baufortschritt zu kontrollieren. Am Wochenende wird das Fahrzeug für die wöchentlichen Großeinkäufe und für Familienausflüge ins Allgäu genutzt. Manfred ist als Ingenieur zwar technischen Neuerungen aufgeschlossen, hält allerdings die Elektromobilität für noch nicht ausgereift. Er beruft sich dabei auf die mangelnde Zuverlässigkeit, die er sich insbesondere bei kurzfristig anberaumten Besuchen auf Baustellen nicht leisten könne.

Sowohl Manfred als auch Eva verfügen bezeichnen sich als umweltbewusst. Energiesparende Haushaltsgeräte und Abfalltrennung sowie ein sparsamer Umgang beim Wasserverbrauch sind beiden ebenso wichtig wie eine gesunde Ernährung und eine gute Ausbildung ihrer Kinder. Seit sie die Großstadt verlassen haben, sind ihnen zudem Naturerfahrung und der eigene Garten wichtig geworden.

***Umweltbewusstsein aus Sparsamkeit und Naturverbundenheit***

Eva hat bald nach der Geburt ihres zweiten Kindes Nadine wieder angefangen eine Halbtagsstätigkeit in ihrem alten Beruf aufzunehmen. Viele der dabei von ihr verlangten Arbeiten kann sie zwar von zu Hause aus erledigen. Allerdings wird zunehmend deutlich, dass es für sie unumgänglich ist im Büro Präsenz zu zeigen, um an Besprechungen teilzunehmen und auf dem Laufenden zu bleiben. Da sie jedoch weiterhin die Hauptverantwortung für die Versorgungsarbeit der Familie trägt und zudem noch ehrenamtlich Essen an Senioren in den umliegenden Dörfern ausliefert, wurde die Anschaffung eines Zweitwagens notwendig. Eva hat dies nur zögernd anerkannt, da es ihr als emanzipierte Frau zu sehr einem traditionellen Rollenverständnis entsprach. Doch sie musste sich letztlich eingestehen, dass ihre beruflichen, familiären und ehrenamtlichen Verpflichtungen ohne ein zusätzliches Fahrzeug nicht mehr zu bewerkstelligen sind. Aus dieser ambivalenten Motivationslage heraus hat Eva schließlich der Anschaffung eines Zweitwagens zwar zugestimmt, allerdings auf ein Elektrofahrzeug bestanden. Ihr schlechtes ökologisches Gewissen hinsichtlich eines Zweitwagens war dabei ausschlaggebend für diese Entscheidung.

***Schlechtes Gewissen wegen nicht-nachhaltigem Verhalten***

Beim Zweitwagen stehen außerdem im Gegensatz zum Audi, den Manfred durchaus auch als Statussymbol betrachtet, stärker der tatsächliche praktische Nutzen und die Alltagstauglichkeit im Vordergrund. Eva möchte mit dem Zweitwagen vor allem weniger weite und regelmäßige Strecken zurücklegen, z.B. um. Sie wünschte sich ein Fahrzeug über das sie nach ihren Bedürfnisse verfügen kann ohne ihren Mann um die Nutzung des Erstwagens bitten zu müssen. Sie möchte damit insbesondere die kleine Nadine in den Kindergarten bringen können. Leon fährt zwar schon selbständig mit seinem Fahrrad zur Schule, allerdings macht sich Eva gerade in der dunklen Jahreszeit Sorgen um seine Sicherheit im Straßenverkehr und würde ihn in solchen Fälle gerne mit dem Auto zur Schule bringen. Zudem steht für ihn bald der Wechsel in die weiter entfernte Oberschule an.

Mit einem eigenen Fahrzeug erhofft sich Eva auch ihren Wiedereinstieg ins Berufsleben beschleunigen zu können, da das eigene Auto ihre Flexibilität und ihre Präsenzzeiten im Büro erhöht. Die bisherigen Fahrten mit dem Regionalexpress dauern ihr zu lange und sie muss sich sehr genau an den Fahrplan halten um Nadine pünktlich aus der Kita abzuholen, was ihr hin und wieder skeptische Blicke ihrer Kollegen einhandelt, wenn sie wichtige Meetings wieder einmal vorzeitig verlassen muss. An kurzfristige Einkäufe, Erledigungen wie Arztbesuche und Ämtergänge oder gar einen spontane Besuch bei Freunden, ist unter diesen Umständen nicht zu denken. Insgesamt erhofft sich Eva mit einem Zweitwagen ihre verfügbare Zeit effizienter nutzen zu können und wieder mehr Selbständigkeit zu erlangen. Gerade Letzteres wird ihr zunehmend wichtig, denn nach 10 Jahren Leben in Wilhelmsau reicht ihr das beschauliche und überschaubare soziale Leben immer weniger aus und sie vermisst die kulturelle Vielfalt der Großstadt.

Vor diesem Hintergrund hat sich die Familie Stinger als Zweitwagen einen vollelektrischen Kleinwagen der Marke NISSAN LEAF angeschafft. Förderlich für die Anschaffungsentscheidung war zunächst, dass es sich um einen als Zweitwagen besonders geeigneten Kleinwagen handelt. Des Weiteren war einerseits die zeitweilige Befreiung von der Kfz-Steuer reizvoll. Aber auch die vollelektrische Ausstattung die Evas Vorstellung von einem besonders umweltfreundlichen Fahrzeug als Zweitwagen entgegenkam, hat zur Kaufentscheidung geführt. Sie hatte sich zwar erst für einen Smart Fortwo Electric Drive interessiert, aber mit zwei Kindern war der Smart einfach zu klein. Auch die Essenslieferungen hätten nur schwer in den Zweisitzer gepasst.

**Temporäre  
Befreiung von  
der Kfz-Steuer**

Eva nutzt das Auto inzwischen recht routiniert. Nachts wird es im neugebauten hauseigenen Carport aufgeladen. Am Anfang gab es einige Streitereien mit Manfred der den Garagenstellplatz für den Erstwagen beanspruchte. „Dies würde den Wiederverkaufswert erhalten“, hatte er argumentiert. Doch er musste einsehen, dass ein Elektrofahrzeug ohne Lademöglichkeit wenig Sinn macht und so hatten sich die Eheleute für einen zusätzlichen Carport entschieden den Manfred nach einigem Hin und Her schließlich im Baumarkt als Bausatz kaufte und an einem Wochenende mit dem Nachbarn errichtete. Ein bisschen enttäuscht ist Eva von der geringen Reichweite. Zwar sprach der Händler von bis zu 220 km die sich mit einer Batterieladung zurücklegen ließe, doch das schafft sie nur wenn sie hinsichtlich Geschwindigkeit und Beschleunigung extrem zurückhaltend fährt. Sobald sie in Eile ist und spätestens auf der Stadtautobahn ein wenig mehr Gas gibt, kann sie die Anzeige der verbleibenden Restlaufzeit beängstigend schnell purzeln sehen. Irgendwie hat sie immer Angst plötzlich mit leerer Batterie stehen zu bleiben. Und wenn sie etwas hasst, dann die Vorstellung mit leerer Batterie rechts ran rollen zu müssen, hilflos in den Motorraum zu schauen und Fremde um Unterstützung zu bitten.

**Laden zuhause**

**Angst, liegen  
zu bleiben**

Am Anfang dachte Eva, sie könnte unterwegs die Ladestationen in München nutzen, die inzwischen in Parkhäusern und am Straßenrand wie Pilze aus dem Boden schießen und die seit kurzem auch auf ihrem Firmenparkplatz stehen. Aber irgendwie lohnt sich das meistens nicht, weil sie zu schnell

wieder weg muss und außerdem braucht sie für jeden Säulentyp eine andere Kundenkarte. Dabei wären ihre Besuche in der Stadt ideal zum Nachladen, denn ansonsten fährt sie überwiegend Wegekettens zwischen Kita, Schule, Supermarkt, Sportverein und Rathaus und verbleibt überall nur kurze Zeit um ihr nächstes Ziel anzusteuern.

**Keine kundenfreundlichen Konzepte für das Laden an öffentlichen Stationen**

Inzwischen verhandelt Manfred aber mit ihrem neuen Stromanbieter, ob sie für das Laden einen günstigeren Tarif erhalten. Der Stromanbieter will aber dafür dann auch Strom aus der Batterie entnehmen dürfen und das will Manfred wieder nicht, weil er meint das würde die Lebenszeit der Batterie verringern. Eva ist sich aber sicher, dass sie Manfred noch überzeugen wird, den „Entladungstarif“ zu wählen, denn insgesamt lassen sich darüber jährlich bis zu 500 € „Tankkosten“ sparen – und wenn die mit dem Stromversorger vereinbarte „Notreserve“ der Batterie tatsächlich mal nicht für eine anstehende Fahrtstrecke ausreichen sollte, nimmt Eva einfach wie früher die Bahn!

**Angst vor Batteriealterung**

## **5.2 Fallbeispiel „Zeitgeplagte DINKS – Double Income No Kids“**

Uwe Pichler (54 Jahre) wohnt mit seiner Frau Annegret (48 Jahre) in Eschmar, einem kleinen Ort in der Nähe von Bonn. Die Pichlers verfolgen feste Lebensprinzipien und orientieren sich gern am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. Herr Pichler ist leitender Angestellter in einem großen Telekommunikationsunternehmen. Frau Pichler arbeitet als Ärztin der Abteilung für Anästhesie und Intensivtherapie an vier Tagen pro Woche jeweils fünf Stunden im nahegelegenen Klinikum. Sechsmal pro Monat kommen Bereitschaftsdienste dazu. Das Familieneinkommen liegt bei 10.800 EUR netto.

**Umweltbewusstseingehört „zum guten Ton“**

Für die Pichlers gehört ein gewisses Maß an Umweltbewusstsein zum „guten Ton“; Umweltbewusstsein wird als kulturelle Errungenschaft und Bestandteil einer modernen Lebensweise verstanden. Aufgrund der guten finanziellen Situation leisten sich die Pichlers gerne und oft technische Innovationen, die Top-Qualität mit Umweltverträglichkeit verbinden. Vor drei Jahren haben sie die Chance genutzt, ein Grundstück und ein hierfür speziell angepasstes Komplett-Paket „Smart Home“ mit PV-Anlage und BHKW sowie Vergünstigungen für den Kauf von Elektrofahrzeugen des Dienstleisters Voltere zu kaufen. Das Haus, das konsequent auf die Führung eines energieeffizienten Haushalts mit hohem Komfort für die Nutzer ausgerichtet ist, bindet auch die Elektrofahrzeuge – hier einen Volvo S60e und den BMW ActiveE - als Stromspeicher und Stromverbraucher in die intelligente Steuerung des Haushalts mit ein. Sogar ein Induktionsparkplatz war in diesem Paket mit enthalten.

**Möglichkeit der eigenen Steuerung**

**Paket mit EE**

**„Speicherpauschale“**

Im Smart Home der Familie Pichler machen viele kleine Schalter und Sensoren das Leben angenehmer. Sowohl die Kühlschränke, als auch die Spül- und Waschmaschine sowie Trockner und Klimaanlage zählen zu den Geräten, die in die Netzsteuerung integriert und über ein Servicepaket des Energieversorgers gesteuert werden. Herr und Frau Pichler können individuell Einsparpotenziale identifizieren und ihren Energieverbrauch - visuell anschaulich dargestellt - kontrollieren. Eine Photovoltaikanlage und ein

**Individuelles Energiemanagement**

Blockheizkraftwerk dienen als Stromerzeuger. Eine komfortable Induktionsladestation in der hauseigenen Garage bindet die Elektrofahrzeuge als Speicher und Verbraucher ein. Die Elektrofahrzeuge können völlig kontaktlos be- und entladen werden. Vorteile der kabellosen Netzkoppelung sind die erhöhte Sicherheit, der verbesserte Bedienkomfort, die Schonung der Batterien sowie eine häufigere und längere Koppelung mit dem Stromnetz. Mit dem kabellosen Laden ist so eine völlig barrierefreie Netzkoppelung erreicht worden.

**Induktives  
(Ent-)Laden**

Anreize für den Kauf des Komplett-Pakets waren für die Pichlers zum einen die versprochene deutliche Minimierung der verbrauchsabhängigen Kosten. Hierfür sollten möglichst der selbsterzeugte Strom für die Verbräuche genutzt und die Verbräuche auf Zeitpunkte verschoben werden, in denen grüner Strom ausreichend bzw. kostengünstiger verfügbar ist. Zum anderen wurde jederzeit Flexibilität versprochen, da die Pichlers ihren Verbrauch wie bisher ohne persönliche Einschränkungen fortsetzen möchten. So können sie die Automatisierung auch komplett deaktivieren, bezahlen dann aber einen Aufpreis von 10 Ct/kWh für den aus dem Netz bezogenen Strom. Bisher haben die Pichlers allerdings noch nie von dieser Deaktivierungsfunktion Gebrauch gemacht. Es gibt sogar einige Tage, an denen die Pichlers zusätzlichen Strom in das Netz einspeisen und damit dann auch Geld verdienen.

**Angst vor  
Komfort-  
Einbußen**

Zudem erhalten sie vom Stromanbieter eine zusätzliche „Speicherpauschale“ von 30 €, wenn ihr Fahrzeug zwischendurch einmal über den Induktionsparkplatz entladen wurde, weil der lokale Netzbetreiber Strom brauchte. Dass Sie ihr Auto zum Entladen freigeben und dafür eine Pauschale erhalten, war ebenfalls Teil des „Smart Home“-Komplettpakets. Zwar waren sie zunächst skeptisch, was das Entladen von „außen“ anging, aber der Kundenbetreuer hat Ihnen am Telefon mitgeteilt, dass das in ihrer Gegend höchstens einmal im Monat vorkommt und dann die Batterie auch immer noch zu einem Viertel geladen bleibt. Daraufhin haben die Pichlers auch der „Speicherpauschale“ zugestimmt.

Beide Pichlers nutzen ihre Elektroautos, um zur Arbeitsstätte zu kommen. Frau Pichler fährt an ihren Arbeitstagen mit dem ins Klinikum und zurück. In ihrer Freizeit fährt sie zudem häufig zu verschiedenen Kulturveranstaltungs-orten in Bonn und Umgebung. Frau Pichler nutzt in der Regel die heimische Garage fürs Be- und Entladen.

Herr Pichler fährt pro Strecke 14 km und bleibt selten lange an einem Fleck. Da er auch auf mehrtägigen Geschäftsreisen ist, fährt er mit dem Auto oft zum Bahnhof oder auch zum Flughafen und stellt sein Auto dann während der Geschäftsreise im jeweils nahegelegenen und abgesicherten Parkhaus ab. In den Parkhäusern sind intelligente Ladesäulen verfügbar und werden regelmäßig von Herrn Pichler genutzt. Da das Auto oft länger als einen Tag steht, ist dies auch für Herrn Pichler rentabel, es auf einen V2G-Parkplatz zu stellen, da es in dieser Zeit für die Netzstabilität arbeiten kann und je entnommener kWh 30 Ct seinem Konto gutgeschrieben werden. Auf diese Weise hat er manchmal schon die Hälfte der Parkgebühren quasi wieder eingespart. Die Säulen sind mittlerweile mit einem großen Werbedisplay

**Boni für V2G  
beim Langzeit-  
Parken**

**Werbungs-  
finanzierte  
Ladestationen**

**Reiseinfor-  
mationen an  
Ladestationen**

versehen und zeigen neben informativen Formaten vor allem Eigen- und Fremdwerbung oftmals im Kontext der Elektromobilität und des Reisens.

Herr Pichler nutzt regelmäßig die neuen Services seines intelligenten Elektrofahrzeugs, die auch Informations- und Buchungsangebote anderer Verkehrsträger wie der Deutschen Bahn oder verschiedener Airlines integrieren. Herrn Pichler werden aktuelle Parkrauminformationen oder auch die optimale Reiseroute einschließlich einer adäquaten Verkehrsträgerplanung am Zielort angeboten, elektronische Fahrkarten und sonstige Legitimationen stehen auf Knopfdruck zur Verfügung. Passgenaue Apps für das Smartphone von Herrn Pichler organisieren die Rückreise, das eigene Auto ist darin selbstverständlich integriert.

**Smartphone-  
Apps für  
intermodales  
Reisen**

### **5.3 Fallbeispiel „Kostenbewusster Familien-Pendler mit e-Auto“**

Ingo Hartmann, 45 Jahre, wohnt gemeinsam mit seiner Familie in einem Eigenheim in Eilsbrunn. Das malerische Eilsbrunn mit etwa 1300 Einwohnern gehört zur Gemeinde Sinzing im Landkreis Regensburg. Zur Familie gehören die Kinder Laura (12 Jahre) und Jannis (14 Jahre) sowie die Ehefrau Gabriele Hartmann (44 Jahre).

Herr Hartmann hat nach dem Realschulabschluss eine Berufsausbildung im kaufmännisch verwaltenden Bereich abgeschlossen und arbeitet seither als ausführender Angestellter in einer Filiale der Landesbank. Frau Hartmann ist seit der Geburt von Jannis Hausfrau, widmet sich der Kindererziehung und ist ehrenamtlich in kirchlichen Gremien tätig. Laura und Jannis besuchen die 15 Kilometer entfernte Realschule in Pielenhofen. Das Familienhaushaltseinkommen beträgt 3.900 EUR netto.

Herr und Frau Hartmann sind der Auffassung, dass Umweltbewusstsein mit dem Leben in einer modernen Konsumgesellschaft vereinbar sein muss. Umweltschutz sollte die Lebensqualität erhöhen, aber nicht mit Verzicht oder zusätzlichem Zeitaufwand verbunden sein. Die Eltern Hartmann sehen in Sorge um die Zukunft ihrer Kinder Handlungsbedarf der Bundesregierung im Zusammenhang mit dem Ausstoß klimaschädlicher Gase. Sie haben Angst, dass die Kinder für die Folgen des Klimawandels „die Zeche bezahlen“ müssen, obwohl sie gar nichts dafür können.“

**Umwelthandeln  
– aber ohne  
persönliche  
Einschrän-  
kungen**

Die Familie Hartmann besitzt ein Auto, das primär von Herrn Hartmann genutzt wird. Er fährt täglich mit dem Auto zur 16 km entfernten Arbeitsstätte in Regensburg und zurück. Frau Hartmann nutzt das Auto gelegentlich abends für Besuche von pflegebedürftigen Gemeindemitgliedern. Tagsüber ist sie zu Fuß oder mit dem Fahrrad unterwegs. Das Auto ist für die Eltern Hartmann Symbol für einen gehobenen Lebensstandard und steht für Lebensqualität.

**Umweltbe-  
wusstsein aus  
Zukunftsangst**

Die Arbeitszeiten von Herrn Hartmann sind regelmäßig: Er beginnt jeden Morgen um acht Uhr mit der Arbeit und verlässt um 17:00 Uhr die Arbeitsstelle, um nach Hause zu fahren. Da die Bank eine hauseigene Kantine hat, wird das Auto auch über die Mittagszeit nicht bewegt und steht täglich neun Stunden auf dem firmeneigenen Parkplatz, wo es geladen wird.

Am 20. Mai 2016 wurde Herr Hartmann auf der Landstraße in einen Unfall verwickelt, der Audi A4 Kombi dabei schwer beschädigt. Herr Hartmann mietete für die Zeit bis zur Neubeschaffung eines Fahrzeugs ein Mietfahrzeug an. Da er den Unfall mitverursacht hatte, musste er einen Teil der Kosten für den Unfallersatzwagen übernehmen. Der Autovermieter bot ihm einen speziellen und günstigen Unfallersatztarif für die Anmietung eines Elektrofahrzeugs von Audi an.

**e-Autovermietung als „Teaser“**

Die Versicherung bestchoice hatte diesen speziellen Unfallersatztarif in Kooperation mit Audi (als Hersteller von modernen Elektrofahrzeugen mit integriertem Lademanagement „on board“) entwickelt und 2015 eine breit angelegte Marketingkampagne bei den Autovermietern durchaus erfolgreich lanciert. Das spezielle Angebot von e-Autos speziell als Unfallersatzwagen für längere Zeiträume sollte zum einen dazu beitragen, das Unternehmensimage mit Blick auf die Kernkundschaft weiter in Richtung „green mobility“ auszubauen. Zum anderen konnte das Unternehmen rentable Steuerprivilegien in Anspruch nehmen.

**„Grünes Image“ kommt an**

**Steuerprivilegien für E-Flotten**

Herr Hartmann fand die Idee der Elektromobilität bis zu seinem Unfall zwar grundsätzlich interessant, hatte aber nie selbst daran gedacht, sich ein Elektroauto zuzulegen. Nun aber probierte er völlig risikofrei ein Elektrofahrzeug aus und er war positiv überrascht, wie sehr ihm das Fahrgefühl des e-Autos zusagte. In dem Mietwagen lag eine interessant aufbereitete Informationsbroschüre, die neben Herr Hartmann vor allem seine Frau studierte. Darin stand viel vom gesellschaftlichen Nutzen der Elektromobilität, aber auch von den im Vergleich zum konventionellen Auto deutlich niedrigeren Betriebskosten. Vor dem Hintergrund der stark gestiegenen Mobilitätskosten und der Abnahme der im Haushalt verfügbaren Mittel für Mobilität war Letzteres sehr bedeutend. Am Ende der Informationsbroschüre wurden verschiedene Kauf-Pakete aufgelistet, von denen eins Familie Hartmann direkt ansprach. Sie entschieden sich schließlich für das „V2G-Paket“, das neben dem Kooperationsvertrag mit ihrem lokalen Energieversorger einen Audi mit einer Reichweite von ca. 200 Kilometern und der Zähl- und Kommunikationstechnik „on board“ sowie einer intelligenten Ladesteckdose bestand.

**Informationsbroschüre zu Kostenvorteilen**

**V2G-Pakete inklusive Auto, Infrastruktur und Stromvertrag**

Die Hartmanns hatten sich über den Kooperationsvertrag verpflichtet, ihr Auto in den ersten beiden Nutzungsjahren in 26 Wochen pro Jahr werktags für 19 Stunden für das gesteuerte Be- und Entladen zur Verfügung zu stellen. Alternativ können diese 2.470 „Pflichtstunden“ auch über ein Internetportal selbst definiert werden. So konnten die Hartmanns nach wie vor ungehindert mit ihrem Auto in den Urlaub fahren, es verblieb noch mehr als ausreichend Zeit, den vereinbarten „V2G-Dienst“ durch ihren Audi ableisten zu lassen. Hartmanns konnten daher auch in den ersten beiden Jahren bereits Gutschriften auf ihrem Konto verzeichnen, da das Auto für weitere Stunden dem Netz zur Verfügung gestellt wurde. Insgesamt konnten die Anschaffungskosten um 4.000 EUR gesenkt werden, indem Familie Hartmann ihr neues Auto für die ersten beiden Jahre für den Energieversorger als Speicher „arbeiten“ ließ.

**Selbst bestimmbare „Pflichtzeiten“ für V2G**

**Gutschriften für zusätzliche Bereitstellung**

Die Erfassung der Mobilitätsanforderungen erfolgt über einen Bordcomputer im Auto, die Authentifizierung über eine eindeutige e-Auto ID. Die Abrechnung der Ladevorgänge ist für Familie Hartmann sehr komfortabel. Sie erhält eine detaillierte und übersichtliche Rechnung. Alle Ladevorgänge werden mit Ort, Datum, Uhrzeit, der entnommenen Strommenge, dem Preis und weiteren Informationen auf der Rechnung aufgelistet. Die Rechnungsinformationen erhält Familie Hartmann monatlich zugeschickt. können sie aber über einen Web-Client auch jederzeit aktuell einsehen.

**Erfassung des  
Mobilitäts-  
profils**

**Detaillierte  
Abrechnung**

Auf einem kommunalen Parkplatz in der Nähe der Filiale der Landesbank in Regensburg werden bereits seit 2014 intelligente Ladesäulen der Regensburger Stadtwerke angeboten. Die Ladesäulen identifizieren „V2G-Kunden“ der Stadtwerke und sofern das Fahrzeug gerade im „V2G-Dienst“ befindet, kann das Auto hier kostenlos abgestellt werden. Herr Hartmann nutzt täglich einen der drei Parkplätze, die für „V2G-Kunden“ reserviert sind, während er in der Landesbank arbeitet. Bisher gibt es hier noch nicht viel Konkurrenz, aber in den letzten zwei Monaten ist es immer wieder vorgekommen, dass die V2G-Parkplätze doch belegt waren und Herr Hartmann einen „analogen“ Parkplatz für 5 Euro anmieten musste- wie früher mit dem Benzin-Audi. Immerhin darf er mit seinem e-Auto auch in Zukunft in die Innenstadt fahren, denn der Regensburger Bürgermeister hat gestern verkündet, dass ab dem nächsten Jahr nur noch emissionsfreie Autos in die Umweltzone fahren dürfen.

**Kommunale  
V2G-  
Parkplätze**

**Umweltzone  
exklusiv für  
E-Autos**

#### **5.4 Fallbeispiel „e-Transportdienste“**

Yilmaz Gözmen ist 38 Jahre alt und betreibt in zweiter Generation einen Lieferdienst in Hamburg. Gegründet wurde der Lieferdienst in den späten 1960er Jahren von seinem Vater und er kann sich gut erinnern, wie er bereits als Schulkind in dem kleinen Lieferwagen mitfahren durfte. Der Tag begann damals sehr früh auf dem Großmarkt, denn sein Vater belieferte überwiegend türkische Einzelhändler mit Obst und Gemüse. Später als aus dem kleinen Lieferwagen schon drei stattliche 7,5-Tonner geworden waren, kam dann auch die Belieferung von türkischen Gastronomiebetrieben hinzu. Als sein Vater den Betrieb aus gesundheitlichen Gründen nicht weiter führen konnte, kam Yilmaz Gözmens große Stunde. Er erinnerte sich gut an seinen Stolz, aber auch an seine Angst unabsichtlich gegen eine der vielen gesetzlichen Regelungen zu verstoßen. Doch er war in Deutschland aufgewachsen und so hatte er sich „wie ein Deutscher“ angewöhnt, Regeln sehr genau einzuhalten.

**Kaufmännisches  
Kosten-Nutzen-  
Denken**

Neben dieser etwas übervorsichtigen Gesetzestreue, war Herr Gözmen in erster Linie Geschäftsmann und ein ökonomisch geprägter Kaufmann. Ein ausgeprägtes Umweltbewusstsein besaß er nicht, auch wenn er die Natur schätzte und Verschwendung hasste, so wie er es durch seinen religiösen Vater vermittelt bekam. Obwohl Herr Gözmen kein gläubiger Muslim wie sein Vater geworden war, versuchte er diese Werthaltung auch seinen Kindern zu vermitteln. Seit der Geburt seines ersten Sohns vor 15 Jahren festigte sich jedoch aus Sorge um die Zukunft seiner Kinder die Einsicht, die Umwelt nicht nur aus Respekt vor der Schöpfung zu bewahren, sondern auch aus ganz rationalen Gründen für zukünftige Generationen bestmöglich zu erhalten.

Unter seiner Führung prosperierte das Unternehmen und wuchs. Inzwischen ist sein Fuhrpark auf fünf 3,5-Tonner und acht 7,5-Tonner angewachsen und sein Unternehmen beschäftigte 35 Mitarbeiter. Längst belieferte er nicht mehr nur Einzelhändler und Restaurants, denn das lohnte sich nicht mehr. Sein kaufmännischer Geschäftsführer bedrängt ihn schon lange diesen ökonomisch wenig attraktiven Geschäftsbereich aufzugeben, denn seinen unternehmerischen Erfolg verdankte er der Belieferung von mittelständischen Produktionsbetrieben der Kunststoff- und Metallverarbeitung. Aber Herr Gözmen war in dieser Hinsicht etwas nostalgisch, auch wenn er durch den Bau eines betriebseigenen Auslieferungslagers immer weniger einem typischen Kleinlieferanten, sondern eher einem Logistikunternehmer entsprach, denn er hatte schnell gelernt, dass er mit einer klugen Lagerhaltung gerade seine Stammkunden schneller und flexibler beliefern konnte. Damit konnte er bessere Lieferpreise realisieren und es ließen sich auch die Fernfahrten zu den Kunststoff- und Metallproduzenten vermeiden. Woran er sich allerdings nie gewöhnen würde, war der Geruch von Diesel. Herr Gözmen hatte dabei jedoch weniger Umweltbedenken, sondern als Unternehmer sorgten ihn vielmehr steigende Treibstoffkosten die ihn mit jedem zusätzlichen Fahrzeug, mehr drückten.

**Umwelt-  
bewusstsein aus  
Abneigung gegen  
Verschwendung**

**Hohe  
Treibstoffkosten**

Daher fiel ein Vortrag in der IHK Hamburg über elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge bei ihm auf fruchtbaren Boden. Seit Monaten dachte er nun schon darüber nach, einen Teil seines Fuhrparks auf Elektrobetrieb umzustellen. Die Fahrzeuge waren zwar wesentlich teurer und hatten dabei noch ein kleineres Ladevolumen, von der geringeren Reichweite ganz zu schweigen. Aber er hatte es sich ausgerechnet: Mit einem Fahrzeug schaffte er täglich zwei Touren vom Lager zu drei maximal fünf Kunden und wieder zurück zum Lager. Die Strecke betrug im Schnitt keine 150 km und am Lager konnte er die Batterie wieder aufladen. Seine Fahrer waren natürlich dagegen, aber er hatte in ein Elektroauto gesessen und es ausprobiert: Das Drehmoment hatte ihn schwer beeindruckt und der surrende Motor fühlte sich einfach richtig an. Und das Beste war: Kein Dieselgeruch mehr!

**Information über  
Kostensparnis**

**Keine lokalen  
Emissionen**

Alles würde davon abhängen, ob er als Pionierbetrieb anerkannt würde und eine Förderung für den Fahrzeugkauf bekam. Die Stromkosten waren weit weniger entscheidend, denn als gewerblicher Kunde bekam er einen günstigeren Tarif als Haushaltskunden und jeder Mehrverbrauch senkte den Preis pro kWh weiter. Mit den Einsparungen bei den Dieselpreisen ließ sich das locker finanzieren. Gut, er wäre erstmals eingeschränkt, weil er mit der zweiten Tour 3 bis 4 Stunden warten müsste bis die Batterie wieder voll wäre, aber er könnte ja erst mal mit zwei Fahrzeugen anfangen. Wenn er die Förderung bekäme, könnte er sich Wechselbatterien kaufen und die Nachmittagstour wäre wieder möglich. Dann bräuchte er auch nur nachts zu laden und könnte den günstigen Nachtтариф besser ausnutzen, denn den hatte ihm sein Stromanbieter doch vor kurzem erst angeboten.

**Fördermittel als  
Anstoß-  
finanzierung für  
Sonderfahrzeuge**

**Günstiger  
Nachtтариф**

Doch es sollte anders kommen, denn der Senat der Freien Hansestadt Hamburg konnte sich nicht auf eine Förderung zur Anschaffung von Elektrofahrzeugen einigen. Weder für die private Nutzung und noch weniger für die Anschaffung von gewerblich genutzten Fahrzeugen. Als Begründung

wurde argumentiert, dass eine solche Förderung ein Wettbewerbsvorteil gegenüber gewerblich genutzten Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor darstellen würde. Doch ohne Förderung kam für Herr Gözmen eine Anschaffung nicht in Frage. Fahrzeugpreise, die je nach Spezifikation wie Ausstattung, Ladegewicht und Batteriereichweite zwischen 170.000 und bis zu 230.000€ lagen, überstiegen seine Finanzkraft. Schließlich entschied er sich für den Kauf des elektrisch betriebenen Kleintransporters. Seine Wahl fiel auf den Vito E-CELL von Mercedes-Benz. Damit würde die Elektrifizierung seiner Fahrzeugflotte ausgerechnet in dem geschmähten Liefergeschäft für den Einzelhandel beginnen. Für den batteriebetriebenen 2,8-Tonner verlangte der 80.000€. Praktisch war, dass für die nächtliche Beladung die vorhandene Ladestation für seine Gabelstapler auf dem Betriebsgelände des Auslieferungslagers mit genutzt werden konnte. Die eingesparten Dieselskosten waren eher gering. Etwas zu Buch schlug der Erlös aus dem Verkauf eines seiner bisherigen Kleintransporter.

**e-Kleintransporter statt e-Laster**

Im nächsten Monate würde er eine zweite geleaste Batterie erhalten. Der Leasinggeber war ganz neu auf dem Markt und ein zugezogener Jungunternehmer, der ihn mit seiner Geschäftsideeüberzeugte, mit dezentraler Speicherkapazität zu handeln. Das Ganze sollte so ähnlich funktionieren, wie der virtuelle Handel mit digitalen Datenspeichern. Mit einer zweiten Batterie ließe sich eine zusätzliche nachmittägliche Tour elektrisch ausliefern. Die Leasingraten waren mit 70 € eher moderat und die zweite elektrische Tour erschien zumindest auf dem ersten Blick wirtschaftlich. Allerdings war ihm etwas unwohl bei dem Gedanken, dass er die geringen Leasingraten mit der Erlaubnis erkaufte, auch eine gesteuerte Entladung der geleasteten Batterie zuzulassen. Doch Herr Gözmen wollte es wagen und außerdem beruhigte ihn die Tatsache, dass es zunächst nur für 6 Monate zur Probe war. Sollte die Erprobung erfolgreich sein und die Fahrzeugverfügbarkeit nicht eingeschränkt werden, würde es sich vielleicht lohnen, auch seine eigene Batterie als Speicher zur Verfügung zu stellen.

**Batterieleasing**

**„Speicherhändler“**

**Probe-Angebote**

## **5.5 Fallbeispiel „e-Flotten-Firmenpool“**

Das Beratungsunternehmen Xenor berät internationale Kunden aller Branchen und hat seinen Sitz in Düsseldorf. Weitere Standorte im deutschsprachigen Raum sind Berlin, Frankfurt, München, Stuttgart, Wien und Zürich. Das Leitbild des Unternehmens legt fest, dass sich das Unternehmen am Innovationsbeitrag für Wirtschaft und Gesellschaft messen lassen möchte. Vor diesem Hintergrund will Xenor die Elektromobilität und Netzintegration einschließlich der Entwicklung einer adäquaten Infrastruktur intensiv vorantreiben.

**Innovatives Image**

Spätestens seit 2012 forcieren einige Partner von Xenor konsequent die Idee, die prestigeträchtigen Elektroautos im großen Stil auch im eigenen Unternehmen einzuführen. Dies wird nicht nur durch das unternehmenseigene Leitbild unterstützt, sondern auch durch die hohen Umsatzzuwächse des Kompetenzbereichs „Me-chem-tronik (Mechanik – Chemie - Elektronik)“, der unter anderem für die Beratung von Unternehmen der Produktion und Entwicklung von elektrifizierten Antriebssträngen sehr bedeutend ist.

**e-Autos als privat genutzte Dienstwagen**

Seit jeher stehen Nebenleistungsangebote wie der Firmenwagen zu der typischen Leistungen für Führungskräfte und andere Leistungsträger vor Xenor. Dabei ist der emotionale Wert genauso wichtig wie der finanzielle Vergleich mit einem Privatwagen. Die Mitarbeiter haben ein eingeschränktes Mitspracherecht bei der Auswahl ihres Dienstwagens: Sie können je nach Status im Unternehmen innerhalb eines bestimmten Budgets sowie auf der Grundlage einer vorgegebenen Liste frei wählen. Die Vorschlagsliste enthält seit 2016 in jeder Fahrzeugklasse auch Elektrofahrzeuge.

***Umweltboni für Mitarbeiter***

In der unternehmenseigenen Car-Policy wurden für verschiedene Nutzergruppen innerhalb des Unternehmens sowie für jede Fahrzeugkategorie Obergrenzen und Referenzwerte für dem CO<sub>2</sub>-Ausstoßes definiert. Liegt der CO<sub>2</sub>-Ausstoß unterhalb des unteren Grenzwertes, so erhält der Fahrer einen Bonus. Entstehende Maluszahlungen werden diese in Umweltprojekte investiert. Anders als bei einem konventionellen Auto kann der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei einem Elektroauto durch die Wahl des Stromversorgers selbst entscheidend beeinflusst werden: Bei Elektroautos gibt es keine lokalen Emissionen und der gesamte CO<sub>2</sub>-Ausstoß tritt im Kraftwerk in der Vorkette auf. Werden die Elektroautos mit erneuerbaren Energien geladen, ist ihr CO<sub>2</sub>-Ausstoß theoretisch gleich Null. Dass sie bei Nutzung erneuerbarer Energien überhaupt noch einen Ausstoß haben liegt daran, dass für die Herstellung des Fahrzeugs, des Akkus, aber auch beispielsweise der Windräder Energie aufgewendet werden muss. Auf den jährlich stattfindenden Strategietagen von Xenor werden die „Top Ten“ der CO<sub>2</sub>-freundlichsten Mitarbeiter offiziell gefeiert und erhalten von der Unternehmensleitung – ergänzend zu den Boni - ein spritziges Überraschungsgeschenk. Die Mitarbeiter auf den jeweils letzten Rängen der CO<sub>2</sub>-Bilanz erhalten auf der Bühne saure Drops und gute Ratschläge.

***Auszeichnung für umweltfreundliche Mobilität***

Im Rahmen der strategischen Unternehmenstage wurde im Kontext der Elektromobilität immer wieder deutlich, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mehr als die reine Organisation und Teilfinanzierung von ihrem Arbeitgeber erwarten: Das Unternehmen selbst sollte mit gutem Beispiel vorangehen und konkrete Erfahrungen anbieten können. Xenor hat sich daher 2015 entschieden, e- Elektrofahrzeuge verschiedener Fahrzeugklassen in den unternehmenseigenen Fuhrpark aufzunehmen. Hierzu konnten sehr lohnenswerte Angebote mit Energiekonzernen, Leasinggesellschaften und Automobilanbietern ausgehandelt werden. Die Einführung der mittlerweile 150 Elektrofahrzeuge erfolgte schrittweise und in Kooperation mit verschiedenen anderen Unternehmen wie großen Energieversorgern, Automobilherstellern und Leasingunternehmen. Zunächst wurde das Vorhaben im Rahmen eines Pilotprojektes unter (Teil)Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie angestoßen. Mittlerweile haben sich die Co-Investitionen von Xenor amortisiert.

***CSR wird eingefordert***

***e-Autos sind Smart Cars***

***Integriertes und kostenoptimiertes Flottenmanagement***

Das Ziel bestand von Anfang an in der Entwicklung von angepassten Infrastrukturlösungen für die Fahrzeugflotte und der Kopplungen an den unternehmerischen Energieverbrauch, so dass sich durchgängig ökologische und wirtschaftliche Gesamtlösungen ergeben sollten. Sowohl für die unternehmenseigene Flotte als auch für die Dienstwagen hat Xenor daher

***Günstiger Tarif für gesteuertes Laden***

nach und nach an allen Unternehmensstandorten intelligente Ladesäulen eingerichtet. Für Xenor ist das gesteuerte Laden vor allem wichtig, um signifikant Kosten zu sparen, denn der Tarif für gesteuertes Laden des lokalen Energieversorgers ist weitaus günstiger als der Normaltarif. Da die Lastverschiebung höchstens um eine halbe Stunde erfolgt, sind keine Einschränkungen spürbar, zumal ein Teil der Flotte ohnehin immer geladen bereit steht. Die Kosten werden zusätzlich dadurch gesenkt, dass die Elektrofahrzeuge regelmäßig als Speicher zur Verfügung gestellt werden. Die jeweils genutzte Speicherkapazität wird in Form von Gutschriften von je 20 Ct/kWh auf der Stromrechnung abgebolten.

**Guthaben für Speicher-Bereitstellung**

Die Berater nutzen die Elektrofahrzeuge vor allem für die innerstädtische Mobilität sehr gerne, da sie mit den Elektrofahrzeugen die einige Sonderspuren nutzen und so Zeitvorteile erwirtschaften können.

**Sonderspuren für e-Autos**

### **5.6 Fallbeispiel „Induktiv mit EE geladene e-Taxen“**

Das Unternehmen „e-cab“ wurde von den Elektrotechnikern Fabian Klose (29) und Stefan Götsche (30) gegründet, die während ihres Studiums an der TU Berlin in einem Netzintegrationslabor gearbeitet haben. Ihr Studium haben sie sich finanziert, indem sie an den Wochenenden Taxi gefahren sind. Schon während des Studiums kamen sie daher auf die Idee, ihre Erfahrungen im Job mit denen im Studium zu kombinieren und mit 6 VW Milano Taxen die erste reine e-Taxi-Flotte Deutschlands zu gründen. Seit mehr als drei Jahren sind die beiden Elektrotechniker nun mit ihrem Angebot aktiv auf dem Markt und das Unternehmen schreibt schon schwarze Zahlen, denn die Kunden fragen immer mehr die emissionsfreien e-Taxen an. Außerdem werden die Taxen zu 60 % auf dem Betriebshof geladen und so sind die Kosten für das „Tanken“ deutlich gesunken.

**Umweltbewusste Kunden**

**Günstiges Tanken auf dem Betriebsgelände**

Ihre Kontakte zur Forschung und Entwicklung nutzten die beiden Jungunternehmer auch weiterhin und nahmen als Praxispartner an verschiedenen Forschungsprojekten teil. Die damit verbundenen Fördermittel halfen den beiden, ihr Unternehmen nach und nach zu etablieren und ihre Unternehmensidee bekannt zu machen. Außerdem haben sie im Forschungsprojekt „INDUKT“ die Möglichkeit genutzt, an verschiedenen zentralen Standorten in Berlin wie dem Hauptbahnhof oder vor der O2-Arena Induktionsparkplätze zu testen, an denen die e-Taxen kostenlos geladen werden können – allerdings nur, wenn gerade zu viel Strom über die vielen lokalen PV-WA-Anlagen eingespeist wird!

**Praxispartner in Forschungsprojekten**

**Induktionsparkplätze für Taxen**

Die Verbreitung der Windkraft verlief in Berlin zunächst recht schleppend: Seit es günstige Kredite und Fördermittel für Kleinwindanlagen (KWA) gibt, haben zwar viele Berliner Wohnungsbaugesellschaften und private Eigentümer auf ihren Gebäudedächern KWAs installiert, jedoch oft an ungünstigen Standorten und so waren die Stromerträge geringer als erwartet. Einen entscheidenden Durchbruch erreichten vielmehr verschiedene EE-Beratungsunternehmen, allen voran die „BEErlin“ Holding AG, die individuelle Konzepte für Privatpersonen, Kommunen und Unternehmen erarbeitet, um weitgehend energieautark zu werden. Während viele kleinere Unternehmen sich auf eine Aufgabe wie der Projektierung oder das Contracting konzentrierten, wurde bei

**Integrierte EE-Beratung**

BEErlin von Anfang an darauf gesetzt, alle Kompetenzen unter einem Dach zu vereinen. Nach einer Standortanalyse werden den Interessenten verschiedene Konzepte zur eigenen Energieerzeugung über Wind und Sonne präsentiert, Fördermittel beantragt, Contracting-Verträge geschlossen, die Anlage installiert und gewartet sowie ein Energie-Monitoring-System eingerichtet. Es ist vor allem BEErlin zu verdanken, dass man insbesondere in den Plattenbausiedlungen im Osten der Stadt, aber auch auf der Fischerinsel im Zentrum heute immer mehr Windräder sieht.

**Urbane Wind-  
und Sonnenkraft**

Mittlerweile hat BEErlin in der Hauptstadt etwa 300 BEErlin-Hybrid-Anlagen installiert. Die meisten Anlagen sind mit einer 2 kW-Kleinwindanlage und einer etwa 50 m<sup>2</sup> großen PV-Anlage ausgestattet. Insgesamt erzeugt jede Anlage im Durchschnitt etwa 6500 kWh pro Jahr. Die Anlagen kosten den jeweiligen Gebäudeeigentümer etwa 10.000 € und da über die Einspeisevergütung etwa 2000 € im Jahr wieder erstattet werden, amortisieren sich die Hybrid-Anlagen relativ schnell. Der „Berliner Wind-Boom“ hat jedoch auch dafür gesorgt, dass gerade im Herbst und im Winter durch die Windkraftanlagen tagsüber und abends immer häufiger zu viel Wind erzeugt wird. BEErlin hat sich daher auch am Projekt INDUKT beteiligt, um diese überschüssige Energie über die Induktionsparkplätze „loszuwerden“, denn zu viel Energie zu erzeugen und händeringend nach Abnehmern zu suchen kann, auch teuer werden. Die beiden e-cab-Unternehmer Klose und Göttsche freuen sich daher immer, wenn der Wind mal wieder kräftig bläst, denn dann werden ihre e-cabs nicht nur komfortabel induktiv kostenlos geladen, sondern fahren auch wirklich zu 100% emissionsfrei!

**Kostenloser  
„Überschuss-  
strom“**

### **5.7 Fallbeispiel „e-Carsharer“**

Familie Meyer wohnt im Hamburger Schanzenviertel und hat drei Kinder, Emily (7 Jahre), Ben (3 Jahre) und Luise (1,5 Jahre). Die Eltern sind beide berufstätig und begeisterte Fahrradfahrer. Da Frau Meyer Teilzeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Herr Meyer ebenfalls Teilzeit in einer NGO arbeitet, beträgt das Haushaltseinkommen 2600 € monatlich.

**Nachhaltigkeit  
als Lebens-  
philosophie**

Sie versuchen, so ökologisch wie möglich zu leben und sind schon lange Vegetarier. Die Großfamilie braucht allerdings dennoch etwa einmal pro Woche ein Auto z.B. für Transporte, Ausflüge am Wochenende oder auch mal für größere Einkäufe. Daher besitzen sowohl Herr als auch Frau Meyer die „elektro“-Mobilitätskarte, mit der sie sowohl den ÖPNV nutzen als auch für ein Zeitguthaben von 50 € im Monat ein „Blinker“-Elektro- oder Hybrid-Auto mieten können. Bei schlechtem Wetter fährt Herr Meyer manchmal nicht die 10 km zur Arbeit mit dem Fahrrad, sondern „gönnt sich“ einen e-Smart oder einen e-Roller, den er an der etwa 10 Minuten entfernten Blinker-Station abholt und dann an der Blinker-Station direkt neben seinem Büro wieder abgibt. Da das Fahrzeug zwischen 22 Uhr und 8 Uhr gebührenfrei ist, behält die Familie das Auto manchmal dann und lädt es über Nacht auf dem Contipark-Parkplatz nebenan auf. So können sie schon früh am nächsten Morgen mit dem ecoVoyager aufbrechen, um einen Ausflug an die Ostsee zu machen, ins Umland, Pilze zu sammeln oder etwas Zeit im Spaßbad zu verbringen. Wenn die Großeltern zu Besuch kommen, reservieren sie sich für

**Nutzen statt  
besitzen**

**Intermodale  
Mobilitätskarte**

**Für jede  
Gelegenheit das  
richtige Auto**

solche Trips auch gern einen e-Bus, in dem alle bequem Platz haben. „Wir hatten noch nie ein Auto, aber seitdem Luise da ist, wird es manchmal schwierig, alles mit dem Fahrrad zu erledigen! Außerdem wollen wir mit unseren Stadtkindern ja doch auch gern mal Pilze sammeln gehen oder in den Wildpark fahren und wenn man dann nicht den halben Tag in der Bahn sitzen möchte, ist das ohne Auto gar nicht möglich“, meint Frau Meyer.

**Ein Auto für jede Gelegenheit**

Das gemeinsame Zeitguthaben von 100 € pro Monat für Autofahrten überschreiten sie nur selten, aber: „Insgesamt kommen wir dabei sehr viel günstiger weg, als wenn wir ein eigenes Auto hätten, das eh nur die ganze Zeit herumsteht,“ meint Herr Meyer und Frau Meyer ergänzt: „Und da wir ja immer die ‚EE-Stationen‘ nutzen und somit nur mit Sonnen- und Windkraft tanken, haben wir auch kein schlechtes Gewissen, ab und an mal Auto zu fahren!“ Beide finden es dabei vollkommen in Ordnung, dass an einer „100%-EE-Ladestation“ manchmal das Auto nicht ganz aufgeladen ist, weil es auch mal passieren kann, dass es später geladen oder sogar entladen wird, aber dafür sind sie sich sicher, dass der Strom nicht aus Kohlekraftwerken oder gar aus dem Atomkraftwerk kommt. Allerdings besitzt die Familie auch eine „Umweltkarte“, mit der sie für jede Nutzung einer „100%-EE-Ladestation“ Rabatte bei ihrem Stromanbieter „Lichtblick“ oder Prämien beim LPG-Biomarkt erhalten.

**EE-Stationen mit V2G**

**Kombination mit Rabattsystemen**

Für das Unternehmen „Blinker“ zahlt es sich ebenfalls aus, dass Herr und Frau Meyer sich besonders gern für die 100%-EE-Ladestationen entscheiden, denn die Ladestationen werden von dem lokalen Energieversorger bereitgestellt und das Laden erfolgt zum Spartarif von 10 Ct pro kWh, obwohl die Stationen mit Ökostrom versorgt werden. Für den Energieversorger hat das den Vorteil, dass die 100%-EE-Stationen vor allem dort zu finden sind, wo eine Lastenverschiebung oder eine Stromspeicherung besonders sinnvoll ist, z.B. in innerstädtischen Bürovierteln. Tagsüber stehen immer genügend e-Fahrzeuge als potenzielle Speicher bereit, da die Blinker-Kunden im Stadtzentrum sowohl wohnen als auch arbeiten.

**V2G-Kooperation zwischen Carsharing-Unternehmen und EVU**

Derzeit plant Blinker sogar die Einführung eines „automatisierten Flottenmanagements“, bei dem die Fahrzeuge ferngesteuert zum Kunden oder an Ladestationen gefahren werden können. Damit könnte das Unternehmen in Zukunft auch flexibles Carsharing anbieten, bei dem die Kunden die Fahrzeuge nicht mehr an Stationen abgeben müssen – und dennoch könnte dem Energieversorger die Autos zum Lastausgleich zur Verfügung gestellt werden

**Fernsteuerung von e-Carsharing-Autos**

## **5.8 Fallbeispiel „Der elektrische Sonntagsfahrer“**

Else Büttner (69) ist Rentnerin und lebt in einem Einfamilienhaus in Hofheim am Taunus. Sie hat nie einen Führerschein gemacht, aber als ihr Ehemann vor drei Jahren gestorben ist, hat ihr Sohn Thomas (46) ihr den Krankenfahrstuhl „Elektro Canta“ gekauft, der mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 20 km/h auch ohne Führerschein gefahren werden darf. Auch wenn sie am Anfang Angst davor hatte, einen Unfall zu verursachen, hat sie sich an ihren „kleinen Roten“ doch schon sehr gewöhnt und das Fahren sowie die wiedergewonnene Bewegungsfreiheit machen ihr

**Selbstbestimmt leben**

**e-Krankenfahrstühle**

richtig Spaß. Da Else Büttner in der Regel beim Edeka-Laden in ihrer Siedlung einkauft, nutzt sie den Wagen meist nur, um ab und an mal zum nächstgrößeren Supermarkt zu fahren oder nach Bad Schwalbach zu einer Heilbehandlung, wenn ihr Rheuma sie mal wieder plagt. Außerdem besitzt ihr Sohn Thomas in dem Dorf Waldems bei Idstein ein Wochenendhaus, in das er gern mit seiner Familie aus der Frankfurter Stadtwohnung „entflieht“. Die beiden Kinder Max (15 Jahre) und Anna (10 Jahre) freuen sich immer sehr auf die Wochenenden im Taunus, bei denen „Oma Else“ ebenfalls meist dabei ist. Da das Wochenendhaus der Familie nur etwa 10 km von Hofheim entfernt ist, nimmt Frau Büttner auch für diese Fahrt ihren Elektro-Canta, den sich Max dann auch mal ausleihen kann, um mit Anna zum Freibad zu fahren.

Thomas Büttner hat seinen gebrauchten Citroen Berlingo mit einem Mobile Metering Modul von Ubitricity ausgestattet, um stets im günstigen V2G-Tarif von 5 Ct/ kWh laden zu können. Er ist sich zwar bewusst, dass sein Fahrzeug auch mal entladen wird, aber da er in einem solchen Fall per SMS mitgeteilt bekommt, dass das Auto nur noch mit Reststrom beladen ist, geht er für den günstigen Ladepreis dieses Risiko gern ein: „Als ich mir den Berlingo gekauft habe, musste ich anfangs noch in der Tiefgarage einen teuren e-Parkplatz mieten. Zusammen mit den Stromkosten hat mich das Auto dann pro Jahr etwa 500 € fürs Laden und 3.600 € für den Parkplatz gekostet! Das ist zwar immer noch weniger, als ich für meinen Benziner bezahlt habe, aber doch eine ganz schöne Stange Geld – zumal ich den Wagen in der Woche ja nie brauche, sondern zur Arbeit mit der U-Bahn fahre.“ Herr Büttner verdient zwar mit etwa 5000 € netto relativ gut, aber da seine Frau als selbstständige Webdesignerin nur unregelmäßig etwas verdient und die Lebenshaltungskosten sowie die Privatschulen für die Kinder teuer sind, ist es schon auch vorteilhaft, wenn er Geld sparen kann.

Der Preis für das Mobile Metering Modul von 250 € hat sich für ihn längst ausgezahlt, denn die Kosten für das Laden sind insgesamt auf ein Viertel gesunken und da die Ubitricity Ladesteckdosen an fast jeder Straßenlaterne zu finden sind, konnte Herr Büttner auch auf die Parkplatzmiete verzichten. „Und das Beste ist,“ freut er sich, „dass es bisher nur zweimal vorgekommen ist, dass mein Auto in der Straße vor unserem Haus entladen wurde – und beide Male war ich sowieso ohne Auto im Büro!“ Am Wochenendhaus wäre es zwar nicht so schön, wenn der Wagen entladen würde, aber zum einen hätten sie zumindest für die Fahrten vor Ort noch ein paar Elektrofahrräder im Schuppen und zum anderen ist das Gebiet auf der Webseite „V2G-radar.de“ als „Überschussgebiet“ klassifiziert, in dem das Auto in der Regel nur aufgeladen statt entladen wird.

In diesen „Überschussgebieten“ von V2G-radar werden, wie im Hochtaunus mit seinen vielen Windkraftanlagen, eher Speichermöglichkeiten gebraucht, während in typischen „Entladegebieten“ wie der Frankfurter Innenstadt bei hoher Energienachfrage e-Autos auch mal entladen werden können. Die Seite wird mit Informationen sowohl von Energieversorgern aus dem gesamten Bundesgebiet als auch von Nutzern des V2G-Tarifs gespeist, die über das Mobile Meter ihre Fahrprofile und V2G-Statistiken (Ent- und Beladezeiten) hinterlegen können. Für die Kooperationspartner von Ubitricity, d.h. die

**Gebrauchte e-Autos aufrüsten**

**Mobile Metering Modul**

**e-Parkplätze**

**Einfache und günstige Ladesteckdosen**

**Informationen zum Laden und Entladen**

lokalen Energieversorger, aber auch die Infrastrukturanbieter (wie Parkhausbetreiber, Arbeitgeber oder die Kommunen selbst) bietet die Seite die Möglichkeit, die Standorte ihrer Ladestationen zu beschreiben.

„Oma Else“ hat zu Weihnachten von ihrer Familie auch ein Ubitricity-Paket mit Mobile Meter und einer Steckdose für zuhause bekommen. Auch wenn sie nicht den V2G-, sondern den „Seniorentarif“ gebucht hat, kann sie ihren „kleinen Roten“ dennoch an der Steckdose am Wochenendhaus für die Rückfahrt nach Hofheim aufladen. Beim Seniorentarif wird eine Notruf-Box vom Roten Kreuz mitgeliefert, die über einen Rufknopf oder ein Amulett aktiviert werden kann und dann eine telefonische Verbindung zum lokalen Pflegedienst aufbaut. Beim Seniorentarif wird das Auto dann zwar teurer geladen, aber Frau Büttner ist das egal: „Ach, für das bisschen, das ich fahre, brauche ich doch gar keinen Spartarif. Da ist es mir doch lieber, dass ich immer weiß, dass Hilfe da ist, wenn ich sie brauche.“

**Senioren-  
Pakete  
inklusive e-  
Fahrstuhl**

## 6 Fazit zu potenziellen Geschäftsmodellen der Netzintegration

Aus Sicht der Nutzer ist die Diskussion um Elektroautos in erster Linie ein Thema des Umwelt- und Klimaschutzes, das allerdings noch mit vielen technischen Unsicherheiten behaftet ist, beispielsweise im Hinblick auf die Lebensdauer der Batterie oder die Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten. Bestimmte Nutzergruppen erwarten neben einem Beitrag zum Umweltschutz auch eine Kostenersparnis bei den Betriebs- und „Tankkosten“. Dem gegenüber besitzen bestimmte Nutzergruppen gegenüber der Elektromobilität Vorbehalte, weil sie eine Einschränkung ihres bisherigen Mobilitätsverhaltens und eine Änderung ihrer Routinen befürchten. Für V2G-Konzepte gelten all diese Aspekte umso mehr: Der Beitrag zum Klimaschutz und zur Kosteneinsparung wird verstärkt, aber auch die Risiken in Bezug auf die Technik oder die Einschränkung des Komforts erscheinen noch weitaus grösser als bei der Elektromobilität generell. Hinzu kommt, dass hierbei zum ersten Mal die Themen „Energie/ Strom“ und „Mobilität“ von den Nutzern zusammen gedacht werden müssen, diese Kombination aber keinen einfachen, leicht nachvollziehbaren und transparenten Zusammenhang darstellt.

Es erscheint plausibel, dass das Fahren von Elektroautos die Gruppe der Klimaschutz- und Umweltinteressierten als „grüne Mobilität“ überzeugen und auch der Zusammenhang zwischen dem Ausbau Erneuerbarer Energien und der dafür nötigen Nutzung von Elektrofahrzeugen als Speicher kann dieser Zielgruppe vermittelt werden kann. Hierbei lassen sich jedoch je nach persönlicher Einstellung verschiedene Motivationen zum Umwelthandeln unterscheiden. So gehört für einige ein umweltbewusstes Verhalten „zum guten Ton“ (Fallbeispiel: die Pichlers) oder zum Unternehmensimage (Fallbeispiel: Xenor, e-cab), während andere aus einer Zukunftsangst heraus (Fallbeispiel: Familie Hartmann) die Umwelt schonen möchten. Wieder andere Gruppen handeln umweltbewusst, weil sie eigentlich Verschwendung vermeiden bzw. sparsam leben möchten (Fallbeispiel: Herr Gözmen und die Stingers). Wenn ein nachhaltiges Verhalten ein wichtiger Teil der eigenen Lebensphilosophie ist, kann entweder möglichst konsequent danach gehandelt werden (Fallbeispiel: die Meyers) oder es wird unterlassen und ein schlechtes Gewissen in Kauf genommen (Fallbeispiel: Eva Stinger), weil man es nicht tut. Je nach Motivation zum Umweltbewusstsein werden die unterschiedlichen Gruppen demnach auch für unterschiedliche Argumentationen oder Kampagnen empfänglich sein, die den Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz von V2G-Konzepten adressieren.

Im Hinblick auf die Vermarktung von Geschäftsmodellen zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen als „grüne Mobilität“ sind unterschiedliche Ansätze möglich. Um an das Umweltbewusstsein von Privatpersonen oder Unternehmen zu appellieren, müssen V2G-Geschäftsmodelle grundsätzlich die Zusammenhänge zwischen der vermehrten Nutzung erneuerbarer Energien und dem Lastausgleich durch mobile Speicher verdeutlichen. Darüber hinaus müssen Angebote geschaffen werden, die diese Verbindung besonders betonen, indem z.B. an Tankstellen Öko-Strom garantiert wird. Dies kann durch lokale Wind oder PV-Anlagen, die ihren Strom direkt an das Fahrzeug abgeben verstärkt werden. Zudem gibt es weitere, „weichere“ Instrumente, wie beispielsweise Auszeichnungen oder Boni (wie bei Xenor), die zwar ein umweltbewusstes Verhalten „belohnen“ und aber nicht unbedingt das vorhandene Umweltbewusstsein in umweltbewusstes Handeln unterstützen.

Bezüglich der Motivation, durch Elektromobilität bzw. V2G-Konzepte Kosten einzusparen, sind ebenfalls unterschiedliche Ansatzpunkte denkbar. Die generellen Unterhaltskosten von Elektrofahrzeugen sind bereits mit denen von einem sparsamen Diesel-Fahrzeug etwa

vergleichbar. Hier können Einsparungen daher nur durch spezielle Ladetarife erreicht werden, durch die das „Tanken“ auf Dauer tatsächlich deutlich billiger ist als beim Benziner. Gerade kostenbewusste Pragmatiker (die Hartmanns, Herr Gözmen, Xenor) entscheiden relativ rational nach Kosten-Nutzen-Faktoren und so ist diese Gruppe relativ offen gegenüber günstigeren Mobilitätskosten, auch wenn dies leichte Anpassungen bzw. ggf. auch Einschränkungen im Alltagsverhalten mit sich bringen.

Monetäre Anreize können auf unterschiedliche Weise zum Tragen kommen: Beispielsweise durch eine Kostenersparnis bei der Bereitstellung der Infrastruktur (z.B. das Ubitricity-Konzept oder Finanzierung durch Werbung), der Fahrzeuge (z.B. im Rahmen von Komplettpaketen inklusive Eigenheim, Stromanschluss o.ä.) oder des Ladestroms (z.B. Entgeltverhandlungen zwischen EVUs und Zwischenhändlern, spezielle V2G-Tarife, kostenloses Laden an V2G-Stationen etc.). Des Weiteren können Kostenvorteile auch entstehen, wenn es besondere Parkprivilegien für e-Auto-Kunden gibt, wie z.B. ein kostenloser V2G-Parkplatz, privilegierte Nutzung von Fahrspuren oder Verkehrszonen. Des Weiteren muss die Kostenersparnis auch zielgruppenspezifisch kommuniziert werden, wie z.B. über Informationsveranstaltungen von Verbänden und Kammern, über Broschüren oder Kampagnen. Auch eine Kostentransparenz über Mobilitätsberatungen und detaillierte Abrechnungen spricht die Gruppe der Kostenbewussten an. Schließlich können die höheren Kosten für die Elektroautos in speziellen Paketen wie einem Seniorenpaket, einem Smart Home-, einem V2G-Paket oder durch andere Ermäßigungen ausgeglichen werden.

Eine weitere Motivation, V2G-Konzepte zu nutzen, ist die technische Innovation, mit der die Elektromobilität, aber auch das gesteuerte Laden und Entladen, assoziiert wird. Für die Gruppe der „Technikbegeisterten“ stehen die Faszination der Elektrofahrzeuge sowie die damit verbundenen Applikationen im Vordergrund. Die Kosten und die Stromquelle sind hingegen weniger bedeutsam. Hier sind insbesondere Unternehmen zu nennen, die eng mit Forschung und Entwicklung zu tun haben und sich auch als innovatives Unternehmen präsentieren wollen (Fallbeispiel: Xenor, e-cab). Bei Privatpersonen ist bis auf wenige Ausnahmen eine Technikbegeisterung allein nicht ausschlaggebend für die Anschaffung eines Elektroautos und ggf. eines Induktionsparkplatzes. Die Idee der Netzintegration bietet vor allem aufgrund der Abstraktion und des fehlenden haptischen Erlebnisses nur wenig Ansatz für Technikbegeisterte, sich mit dem Thema näher auseinander zu setzen. Die Netzintegration von Elektroautos kann Technikbegeisterten mit einem hohen Haushaltseinkommen (Fallbeispiel „Pichler“) vielmehr über eine Einbindung in Smart Home-Anwendungen (z.B. Ladevorgänge als Teil eines integrierten Home&Car-Energiemanagements) vermittelt werden. Dabei nimmt die IKT-basierte und anschauliche Visualisierung der Energieflüsse o.ä. eine Schlüsselstellung ein. Aber auch die Stärkung der Möglichkeit, die Elektromobilität konkret und risikofrei zu testen, bietet sich an, die Abstraktion des Themas insgesamt zu überwinden (Fallbeispiel „Hartmann“).

V2G-Geschäftsmodelle müssen nicht nur die Motivationen unterschiedlicher Zielgruppen adressieren, sondern können auch an den Akzeptanzhemmnissen ansetzen. Derzeit wird in diesem Kontext vor allem die mangelnde technische Zuverlässigkeit der Elektrofahrzeuge, die Lebensdauer der Batterien und die mangelnde Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur als problematisch erachtet. Spezielle Geschäftsmodelle können die Akzeptanz für V2G erhöhen, indem sie Garantien für die besonders neuralgischen Bereiche, d.h. die Batterielebensdauer oder mangelnde Reichweite, liefern. So ist bei einer geleasteten Batterie oder bei einem Batterietauschmodell die Lebensdauer weniger von Bedeutung und V2G-Konzepte werden eher akzeptiert. Bei Personen, die einen besonderen Argwohn hegen, mit dem e-Auto liegen zu bleiben (Fallbeispiel: Eva Stinger), kann eine Hilfe im Notfall einen entscheidenden

Beitrag dazu leisten, sich ein Elektrofahrzeug anzuschaffen und es auch grundsätzlich zum „Entladen“ zur Verfügung zu stellen.

Schließlich können V2G-Geschäftsmodelle eine Akzeptanzsteigerung bei den Personen anvisieren, die Komfort-Einbußen oder eine Veränderung ihrer Routinen durch die Elektromobilität oder V2G-Konzepte befürchten. Hier können zwei Strategien verfolgt werden. Zum einen kann diese Gruppe der „Traditionellen“ durch die „Erfahrung der Elektromobilität“ im wörtlichen Sinne an Elektrofahrzeuge „gewöhnt“ werden, z.B. über Mietwagenangebote oder Road Shows. Zum anderen sind für diese Gruppe Angebote besonders von Interesse, die konsequent an ihren vorhandenen Routinen ausgerichtet sind, wie z.B. die Angabe der eigenen Standzeiten als „V2G-Pflichtzeiten“.

In jedem Fall bedeuten die neuen Produkte und Dienstleistungen gravierende Veränderungen im soziotechnischen System der individuellen Mobilität und bringen komplexe Änderungen der Wertschöpfungskette mit sich. Welche der neuen Geschäftsmodelle, Dienstleistungen oder sogar Berufszweige sich letztlich durchsetzen werden, ist heute noch nicht dauerhaft absehbar und es herrscht ein großer Diskussionsbedarf, für den die Fallbeispiele eine anregende Grundlage darstellen können.

## 7 Anhang

### 7.1 „Stellschrauben“ der Akzeptanz des gesteuerten (Ent-)Ladens

Individuelle Akzeptanzfaktoren heute	Wertung += fördert Emob - = Hemmnis
<b>Generelles Interesse an Kauf</b>	
18- 31-Jährige würden zu mehr als der Hälfte ein E-Auto kaufen	+
Männer (35-55) höheres Einkommen, Auto und Eigenheim würden E-Auto kaufen.	+
E-Auto gilt als umweltfreundlich, ist energieeffizienter (80 % statt 30 % werden in Bewegungsenergie umgewandelt)	+
Mit dem E-Auto ist man vom Benzinpreis unabhängig.	+
E-Autos kann man zuhause auftanken.	+
E-Auto erzeugt weniger Abgase und Lärm.	+
E-Auto wird mit Benzinern (= bekannt) verglichen und schneidet dabei schlecht ab.	-
Eigenes Auto verliert an Bedeutung.	-
Die laufenden Kosten sind beim E-Auto niedriger (1/3 bis 1/2 der Tankkosten, weniger Wartung / Reparatur etc.)	+
Als Zweitauto ist E-Auto attraktiv.	+
Intermodale Verkehrssysteme unterstützen flexible Nutzungsmuster (v.a. in Städten) und damit wird der Autokauf uninteressant.	-
Verbrennungsmotor wird weiter optimiert und Hybridautos (nicht für Netzintegration geeignet) verbreiten sich stärker.	-
Die Reichweite ist zu gering (v.a. im Winter mit Heizung).	-
E-Autos sind zu teuer.	-
Die Konzept-Autos sind noch mangelhaft.	-
<b>Kaufbereitschaft</b>	
Probefahrten/ Erfahrung (Mietwagen, Firmenwagen etc.) steigern Kaufbereitschaft.	+
Guter After-Sales-Service (Pannendienst, Batterieleasing etc.) sowie geringe Wartungs- und Reparaturkosten steigern die Kaufbereitschaft.	+
Symbolische/ emotionale Ebene („grünes Autofahren“) steigert Kaufbereitschaft	+
Staatliche Förderung erhöht Kaufbereitschaft.	+
Preis und Leistungsfähigkeit der Batterie schrecken ab.	-
Innovatoren und Early Adopters reizt die neue Technik und/ oder das „grüne Image“	+
Pedelecs und andere E-Zweiräder finden großen Absatz (geringere Investition)	+
Ladeinfrastruktur ist in Städten nicht vorhanden und keine Möglichkeit, zuhause laden zu können.	-
Schnellladestationen und Quick-Drop-Modelle geben Sicherheit für den Notfall.	+
Schnellladestationen und Quick-Drop-Modelle sind noch nicht vorhanden.	-
<b>Nutzungsroutinen</b>	
E-Autos kann man zuhause aufladen (wenn man Eigenheim hat)	+
E-Autos können auf dem Betriebsgelände/ an eigenen Ladestationen geladen werden (bei Flottenbetrieben).	+

Es werden ohnehin nur weniger als 150 km täglich zurückgelegt (Privatbesitzer, Flottenbetreiber) und dafür ist der Benziner überdimensioniert.	+
E-Autos eignen sich sehr gut für Carsharing an Stationen (= keine Tankproblematik, kurze Strecken etc.)	+
Die Fahreigenschaften von E-Autos werden für tägliche Fahrten als angenehm eingeschätzt (Wendigkeit, Beschleunigung, Geräusche etc.).	+
Intermodale Verkehrssysteme unterstützen flexible Nutzungsmuster (v.a. in Städten) und damit E-Carsharing.	+
Spezielle Informationsdienste in E-Carsharing-Autos sind vor allem für Ortsfremde interessant.	
<b>Bereitschaft zur gesteuerten Ladung (inkl. Anreize)</b>	
Nutzer „braucht“ keine gesteuerte Ladung, ohne Anreize besteht keine Bereitschaft, das Auto gesteuert zu laden.	-
Die teuren Batterien altern mit oder ohne Netzintegration fast gleich (Lebensdauer ggf. 4,5 statt 4 Jahren), daher werden finanzielle Anreize angenommen	+
Netzsicherheit ist zu abstrakt als Argument für gesteuerte Ladung.	-
Flotten sind besonders für gesteuerte Ladung geeignet, weil Ersatzfahrzeuge vorhanden sind.	+
Bei Schnellladestationen gibt es kein Potenzial für gesteuerte Ladung.	-
Bei Quick-Drop-Stationen gibt es Potenzial für gesteuerte Ladung.	+
Da das Auto zuhause in der Regel über Nacht an die Steckdose angeschlossen wird, stellt eine Entzerrung der Ladespitzen über gesteuerte Ladung kein Hemmnis dar, wenn die nötige intelligente Ladeinfrastruktur kostenlos bereitgestellt wird.	+
<b>Bereitschaft zur gesteuerten Entladung (bi-direktionale Ladung, inkl. Anreize)</b>	
Es besteht eine große Angst, dass die Batterie deutlich vorzeitig altert (wenn Privatbesitzer und Flottenbetreiber die Batterie nicht leasen).	-
Förderung der EE ist zu abstrakt als Argument für gesteuerte Ladung.	-
Nutzer „braucht“ keine gesteuerte Entladung, ohne Anreize besteht keine Bereitschaft.	-
Die teuren Batterien altern mit oder ohne Netzintegration nur wenig schneller (Lebensdauer ggf. 4,5 statt 4 Jahren), deren Potenziale werden aber besser ausgenutzt.	+
Flotten sind besonders für gesteuerte Entladung geeignet, weil Ersatzfahrzeuge vorhanden sind.	+
Bei Schnellladestationen und Quick-Drop-Stationen gibt es kein Potenzial für gesteuerte Entladung.	-
Da das Auto zuhause in der Regel über Nacht an die Steckdose angeschlossen wird, stellt eine Entzerrung der Ladespitzen über gesteuerte (Ent-)Ladung kein Hemmnis dar, wenn die nötige intelligente Ladeinfrastruktur kostenlos bereitgestellt und eine Vollladung am nächsten Morgen garantiert wird.	+

<b>Trends/ zukünftige Rahmenbedingungen</b>	<b>Wahrscheinlichkeit</b> +=wahrscheinlich - = unsicher
<b>Mobilitätsverhalten/ soziale und infrastrukturelle Trends</b>	
Vertrauen in E-Auto wächst mit der Zeit – „langsames Herantasten“ ist wichtig.	+
E-Auto wird Lifestyle-Produkt (auch bei Jugendlichen).	+
Eigenes Auto verliert an Bedeutung.	+
ÖPNV gewinnt an Bedeutung (v.a. in Megacities).	-
„Mikromobilität“ (Pedelecs, kleine E-Autos, Segway, E-Scooter) wird beliebter	+ (?)
Es werden weniger Ansprüche an Stadtautos gestellt (Sicherheit/ Materialien, Haltbarkeit, IT-Infrastruktur etc.) und so entstehen Low-Budget-E-Autos	-
<b>Technische Trends (Ladestationen, Fahrzeuge, Netzinfrastruktur)</b>	
E-Autos werden sich besonders stark an Smart Car-Konzepten und intelligenten Verkehrssystemen (Ortungstechnologien) orientieren, um Kosten zu senken (z.B. GPS-Werbung über Bord-Computer, GPS-Werbung an Flottenfahrzeugen etc.) und Mehrwerte zu schaffen (Sicherheits-/ Trackingdienste, Informationen für intermodale Mobilität, ortsabhängige Informationen etc.)	+
EVUs und Netzbetreiber haben Interesse an E-Autos als Speicher (v.a. zur Lastverschiebung in Städten) und treiben daher entsprechende Konzepte voran.	+
EVUs und Netzbetreiber haben Interesse an gesteuerter Ladung E-Autos (v.a. zur Lastverschiebung in Städten) und treiben daher entsprechende Konzepte voran.	+
EVUs und Netzbetreiber haben Interesse an Smart Grids und treiben deren Verbreitung voran (dadurch wird auch Abrechnung des Beladens und gesteuerte (Ent-) Ladung unterstützt).	+
Batteriekosten werden sinken (auf ein Drittel der bisherigen Kosten).	+
Unternehmen unterstützen E-Mobilität über betriebliches Mobilitätsmanagement.	-
Über den Bord-Computer können einfach Ladepräferenzen eingegeben werden (keine gesteuerte (Ent-)Ladung, Zeitpunkt der Abfahrt und damit der vollen Ladung)	+
Flexible E-Carsharing-Dienstleister betreiben gemeinsam Flotten (z.B. für Notfälle oder wenn ein Wagen „zurückgeholt“ werden muss).	-
E-Carsharing-Autos können ferngesteuert werden (z.B. zum Kunden fahren oder zurück zur Station).	-
Sicherheitslücken und Hacking machen das intelligente E-Auto unattraktiv.	+
Modularer Fahrzeugaufbau erlaubt schnelle oder auch temporäre „Plug-ins“ wie Range-Extender oder Brennstoffzellen.	-
Brennstoffzellen-LKWs und Busse können kurzfristig bei Lastspitzen als Generatoren genutzt werden.	-
Autonomes Fahren wird zuverlässig und sicher.	-
<b>Politische Trends (Förderung und Regulierung)</b>	
Die Kommunen unterstützen E-Autos (restriktive Parkraumbewirtschaftung, Spuren, Kombi-Karten für ÖPNV etc.).	+

ÖPNV wird zunehmend intermodaler/ integriert MIV (zur Minderung von Verkehrs-/ Emissionsproblemen in der Stadt, Sicherstellung der Versorgung auf dem Land)	+
„Mikromobilität“ (E-Pedelecs, kleine E-Autos, Segway, E-Scooter) wird gefördert (Extra-Spuren, Kauf-Prämien etc.)	-
Emissionsgrenzwerte werden verschärft (für Flotten, nur noch E-Autos in Umweltzonen oder Maut etc.)	+
Öffentliche Fahrzeuge und ÖPNV werden elektrisch (→ öffentliche Stellen als Nachfrager, Beschaffungsverordnung für E-Autos)	+
E-Autos werden steuerlich begünstigt.	+
Der Kauf von E-Autos wird über eine staatliche Prämie gefördert	-
<b>Neue Geschäftsmodelle / wirtschaftliche Trends</b>	
Konvergenz von Solarhaus und E-Auto wird vorangetrieben (= Kosten für Auto „verschwinden“ in Hauskosten, Tanken wird zu 100% grün)	+
Die deutsche Automobilindustrie konzentriert sich weiterhin auf den Verbrennungsmotor (deutsche Marken sind aber besonders beliebt).	-
Park & Charge (auf öffentlichen Parkplätzen, bei Einkaufszentren etc.) verbreitet sich weiter.	+
Elektrischer Lieferverkehr dominiert.	+
Privates E-Carpooling setzt sich durch.	-
Ein günstiges Batterieleasing wird angeboten.	-
LKW und Busse nutzen Brennstoffzellen-Antriebe.	+
Betriebsladestationen werden auch an Privatpersonen vermietet.	-
Wohnungsbaugesellschaften fördern E-Autos (durch Angebot von E-Carsharing, Aufbau von Ladestationen, Kombi-Mietverträge etc.)	+
Es entstehen „Premium-Dienste“ mit E-Autos (Abholdienste, Dienstfahrten, ÖPNV-Sammeltaxen etc.)	-
Es entstehen flächendeckende Informationsdienste für intermodale Mobilität (z.B. „Anschluss-Optimierer“, zielgruppenspezifische „Begleiter“ über das Handy etc.).	+
Flexibles (One-Way) Carsharing wird in allen Städten angeboten.	+
Autohäuser werden zum „Rund-um“-Dienstleister (auch Beratung zu V2G-Tarifen).	-
Kleine Autohersteller bieten Einzellösungen an (gebrauchte E-Autos, eigene Konzepte, Solar-E-Autos, umgebaute Benziner, High-Tech-Autos mit selbst heilendem Lack oder Farbwechsel etc.)	+
„Mobilitätsberater“ analysieren das eigene Fahrverhalten und bieten maßgeschneiderte intermodale Angebote oder passende E-Fahrzeuge an.	-
EVUs bieten v.a. Flottenbetreibern hohe Rabatte beim Laden an, wenn gesteuertem (Ent-)Laden zugestimmt wird.	+
Es gibt spezielle Angebote, die das Tanken mit „grünem Strom“ garantieren.	+
Das eigene E-Auto kann E-Carsharing-Dienstleistern zeitweise zur Verfügung gestellt werden.	-
Seniorentaugliche E-Autos (mit vielen Assistenzsystemen) werden zum Kauf und beim E-Carsharing angeboten.	+
Tank-Flatrates werden deutschlandweit an allen Ladesäulen angenommen.	+
E-Ticketing (z.B. wie bei der Londoner Oyster Card) sorgt dafür, dass immer der günstigste Tarif gilt.	+

## 7.2 Charakteristika der Fallbeispiele

Standzeit-Typ	Fahrzeugmerkmale	Nutzungsroutinen	Nutzertyp	Einstellungen	Ladeoptionen
<b>Privatnutzer</b>					
<b>e-Auto als Zweitwagen</b>	<b>Wagen der Ehefrau</b>	Wohnort: Eigenheim in Stadtrandlage	Alter: Eva Stinger 44 Jahre	Bürgerlich-alternativ, rational-aufgeklärt, mäßiges Umweltbewusstsein, geringes technisches Wissen	Bevorzugter Ladeort
	Fahrzeug: NISSAN LEAF	Fahrzeiten: Werkstags täglich Alltägliche Besorgungen. Standzeiten: Nachts	Bildung: Akademiker	Einstellung zum Auto: Praktisch, funktionell, alltagstauglich, schlechtes Gewissen wegen Umweltauswirkungen MIV.	Bevorzugtes Ladekonzept/ Geschäftsmodell: zuhause laden über privaten Stromanbieter. Zahlung über Stromrechnung.
		Nutzung: Tägliche, tlw. wiederkehrende tlw. einmalige Wegekette für Familienorganisation, Teilzeiterwerbstätigkeit und ehrenamtliches Engagement	Einkommen: Mittleres Familieneinkommen: 6.500,- € mtl. Brutto.	Einstellung zum gesteuerten Laden: Hauptsache Batterie ist tagesüber voll und verfügbar. Bei Kosteneinsparung durch günstigen Ladetarif aufgeschlossen gegenüber Beladung während nächtlicher Schwachlastzeiten.	
			Geschlecht: Frau	Einstellung zum gesteuerten Entladen: Keine Entladung tagsüber, Hohe Befürchtung vor Batterieausfallrisiko.	
			Lebensphase: Familiengründung abgeschlossen. Teilzeitarbeit, 4 u. 10-jähriges Kind, verheiratet		
<b>Kostenbewusster Pendler mit e-Auto</b>	<b>Smart-hohe-Besitzer</b>	Wohnort: Stadtnah im Eigenheim	Alter: Uwe Pichler 54 Jahre, Annegret Pichler 48 Jahre	Werte/ Einstellungen allgemein: Vertreter einer modernen, innovativen Lebensweise; Interesse an technischen Neuigkeiten, die auch umweltverträglich sind.	Bevorzugter Ladeort: heimische Garage, Parkhaus
	Fahrzeug: Volvo	Fahr- und Standzeiten:	Bildung: Akademiker	Einstellung zum Auto: prestigeträchtiges	Bevorzugtes

Standzeit-Typ	Fahrzeug-merkmale	Nutzungsroutinen	Nutzertyp	Einstellungen	Ladeoptionen
	S60e und BMW Aktive	regelmäßig 1-2 Tage während Geschäftsreisen, nachts und teilweise tagsüber in der Garage		Nutzobjekt	Ladekonzept/ Geschäftsmodell: Kauf eines Komplettpakets: energieoptimiertes Smart Home mit Elektrofahrzeugen
		Nutzung: zur Arbeit hin und zurück, zu Verkehrsnotenpunkten, kurze Freizeitfahrten	Einkommen: gehoben	Einstellung zum gesteuerten Laden: wenn alles reibungslos und komplikationsfrei funktioniert: prima	
			Geschlecht: männlich/ weiblich	Einstellung zum gesteuerten Entladen: wenn alles reibungslos und komplikationsfrei funktioniert: und monetär Entlastung bringt: prima	
			Lebensphase: Vollzeit und Teilzeit im gehobenen Alter		
	<b>Familienauto, primär von „Papa“ genutzt</b>	Wohnort: ländlich	Alter: Ingo Hartmann 45, Gabriele Hartmann 44, Laura 12 und Jannis 14	Werte/ Einstellungen allgemein: konservativ-bürgerlich, gemütliches zuhause ist wertvoll, Umweltschutz sollte nicht mit Zeitaufwand oder Verzicht verbunden sein,	Bevorzugter Ladeort: heimische Garage, öffentlicher Parkplatz arbeitsnah
	Fahrzeug: Audi Kombi E	Fahr- und Standzeiten: täglich neun Stunden arbeitsplatznah, nachts in der Garage	Bildung: Realschulabschluss, Berufsausbildung	Einstellung zum Auto: Statussymbol für gehobene Lebensqualität	Bevorzugtes Ladekonzept/ Geschäftsmodell: Einstieg über Unfallersatztarif (Test und Information), dann Vertrag mit EVU (Teilfinanzierung Neuwagen + Verpflichtung Auto regelmäßig zu entladen)
		Nutzung: zur Arbeit hin und zurück, Gelegenheits- und Urlaubsfahren	Einkommen	Einstellung zum gesteuerten Laden: nur nach erfolgreichem Testen im Alltag	

Standzeit-Typ	Fahrzeugmerkmale	Nutzungsroutinen	Nutzertyp	Einstellungen	Ladeoptionen
			Geschlecht: männlich, weiblich	Einstellung zum gesteuerten Entladen: nur nach erfolgreichem Testen im Alltag und finanziellem Ausgleich	
			Lebensphase: Vollzeit und Hausfrau mit Ehrenamt in mittlerem Alter		
<b>Flottenbetreiber</b>					
<b>Transport</b>	<b>Lieferdienste für Einzelhandel mit Kleintransporter</b>	Standort: Firmengelände Gewerbegebiet	Familienunternehmen mit Migrationshintergrund	Traditionell-ökonomisch. Kulturellwertkonservativ. Hohes Bemühen um Gesetzeskonformität	Bevorzugter Ladeort: Auf eigenem Firmengrundstück
	Fahrzeug: Vito E-CELL von Mercedes-Benz.	Fahrzeiten: Werktags täglich. Standzeiten: Nachts und am Wochenende ggf. zwischen den Liefertouren	Technologische Aspekte: Ladevolumen ist entscheidend, Reichweite muss Liefertour entsprechend	Einstellung zum Auto: Effizient, kostenbewusst, Symbol für wirtschaftlichen Erfolg.	Bevorzugtes Ladekonzept/ Geschäftsmodell: Integration in bestehende Infrastruktur (Parkplatz, Gabelstaplerbeladung)
		Nutzung: Täglich zwei Liefertouren mit je 80- 120 km	Kaufberatung bzgl. Ausstattung, aufgeschlossen gegenüber Leasingmodelle	Einstellung zum gesteuerten Laden: Fahrzeug muss verfügbar sein, sehr stark ökonomisch beeinflussbar	
			Keine Formalisierung der Fahrzeuganschaffung im Unternehmen: Freie Unternehmerentscheidung, stark ökonomisch geprägt und durch direkte monetäre Förderung beeinflussbar.	Einstellung zum gesteuerten Entladen: Stark ökonomische Bewertung des Batterieausfallrisikos. Aufgeschlossen gegenüber monetäre Anreizen	
			Eigenerwerb, Substitutionskauf für dieselbetriebenes		

Standzeit-Typ	Fahrzeugmerkmale	Nutzungsroutinen	Nutzertyp	Einstellungen	Ladeoptionen
			Lieferfahrzeug		
<b>E-Flotten-Firmenpool</b>	<b>Dienstwagen für Mitarbeiter, Firmenpool für regionale Fahrten</b>	Standort: Düsseldorf und weitere große Städte	Innovatoren im Unternehmen: Partner	Werte/ Einstellungen allgemein: das unternehmensinterne Leitbild sieht vor, dass Innovationen für Wirtschaft und Gesellschaft forciert werden sollen	Bevorzugter Ladeort: an den Standorten, öffentlichen Ladestationen
	Elektrische Fahrzeuge in jeder Fahrzeugklasse	Fahr- und Standzeiten: unregelmäßig	Aufnahme von Obergrenzen und Referenzwerten in die Car Policy mit resultierenden Bonus-/Maluszahlungen Wettbewerb der Mitarbeiter, initiiert durch die Geschäftsleitung	Einstellung zum Auto: funktionales Nutzfahrzeug, Prestigeobjekt	Geschäftsmodell: vertrag des Beratungsunternehmens mit EVU
		Nutzung: als Dienstwagen und für regionale Fahrten von den Unternehmensstandorten aus		Einstellung zum gesteuerten Laden: wird motiviert durch das Bonussystem	
			Art des Kaufs: Erstkauf, Subventionierung im Rahmen eines geförderten Pilotprojektes	Einstellung zum gesteuerten Entladen: wird allgemein akzeptiert, da Mitarbeiter hierfür auch Bonuspunkte erhalten	
<b>Personenbeförderung</b>	<b>e-Taxi</b>	Standort: zentral	Umweltfaktoren: Gesetze, Kunden, Konkurrenten	Werte/ Einstellungen allgemein	Bevorzugter Ladeort
	Fahrzeug: VW Milano Taxi	Fahr- und Standzeiten: Zu Stoßzeiten (morgens, abends, bei Veranstaltungen etc.)	Infrastruktur: Induktionsparkplätze nötig	Einstellung zum Auto: Technisch	Bevorzugtes Ladekonzept/ Geschäftsmodell: Induktives kostenloses Laden bei Stromüberschuss

Standzeit-Typ	Fahrzeugmerkmale	Nutzungsroutinen	Nutzertyp	Einstellungen	Ladeoptionen
		Nutzung: zur Personenbeförderung	Nutzung der technischen Innovation und des „grünen Images“ der Emob	Einstellung zum gesteuerten Laden: Nur wenn der Betrieb nicht gestört wird, kostenlose Abnahme von „Überschüssen“	
			Art des Kaufs: Erstkauf, ggf. Subventionierung	Einstellung zum gesteuerten Entladen: Nur wenn der Betrieb nicht gestört wird	
<b>Intermodale Verkehrsteilnehmer</b>					
<b>Flexibles e-Carsharing</b>	<b>Flexibler junger Carsharer</b>	Wohnort: Innenstadt	Alter: 24 -27	Werte/ Einstellungen allgemein: Pragmatisch, hedonistisch	Bevorzugter Ladeort, e-Carsharing-Station
	Fahrzeug: e-- Smart	Fahr- und Standzeiten: Fahrtzeiten kurz , Standzeiten auch kurz	Bildung: In Ausbildung/ Studium	Einstellung zum Auto: Nutzen statt besitzen	Bevorzugtes Ladekonzept/ Geschäftsmodell: so komfortabel wie möglich
		Nutzung: Gelegentlich, z.B. als Ersatz für Taxifahrten, spontane Tagestrips oder Transporte	Einkommen: gering	Einstellung zum gesteuerten Laden: kein Interesse	
			Geschlecht: Egal	Einstellung zum gesteuerten Entladen: kein Interesse	
			Lebensphase: Student oder Berufseinsteiger		
<b>Traditionelles e-Carsharing</b>	<b>Familien Carsharer</b>	Wohnort: Innenstadt	Alter: 38- 42 (Eltern)	Werte/ Einstellungen allgemein: nachhaltig, ökologisch bewusst, ernährungsbewusst, konsumkritisch	Bevorzugter Ladeort: Kostenlose V2G-Parkplätze, eCarsharing-Station

Standzeit-Typ	Fahrzeug-merkmale	Nutzungsroutinen	Nutzertyp	Einstellungen	Ladeoptionen
	Fahrzeug: - Chryslers ecoVoyager	Fahr- und Standzeiten: Fahrzeiten kurz , Standzeiten auch eher kurz	Bildung: eher Akademiker, aber zunehmend auch untere Bildungsschichten	Einstellung zum Auto: Nutzen statt besitzen	Bevorzugtes Ladekonzept/ Geschäftsmodell: Vergünstigte V2G Carsharing- oder Parktarife
			Einkommen: mittel bis gering	Einstellung zum gesteuerten Laden: Als Teil „grüner Mobilität“ akzeptiert	
			Geschlecht: Egal	Einstellung zum gesteuerten Entladen: Als Teil „grüner Mobilität“ akzeptiert	
			Lebensphase: Familiengründung		
			Werte/ Einstellungen : Expeditives und SÖ Milieu, „grüne“ Alternativen wichtig,		
„Sonntags- fahrer“	Auto für Wochenendfahr- ten	Wohnort: eher zentral	Alter: 38 – 54 bzw. Senioren	Werte/ Einstellungen allgemein: Kostenbewusst	Bevorzugter Ladeort: am Ausflugsort, im Straßenraum oder zu Hause
	Fahrzeug: gebrauchtes E- Auto	Fahr- und Standzeiten: Ausflüge am Wochenende, sonst ÖPNV	Bildung: eher Akademiker	Einstellung zum Auto: Keine hohe Bindung, pragmatisch	Bevorzugtes Ladekonzept/ Geschäftsmodell: universelle Infrastruktur/ Abrechnungsmodelle
		Nutzung: nur am Wochenende für kurze Hin- und Rückfahrt	Einkommen: Mittel bis hoch	Einstellung zum gesteuerten Laden: Keine Einwände	
			Geschlecht: egal	Einstellung zum gesteuerten Entladen: Keine Einwände, wenn Komfort erhalten bleibt	
			Lebensphase: Familiengründung oder Senioren		

### 7.3 Literatur

Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2010): Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann, Status quo – Herausforderungen – offene Fragen. acatech bezieht Position – Nr. 6, Berlin/ Heidelberg.

Ahrend, C. (2011): Ergebnisbericht der Technischen Universität Berlin im Teilprojekt: Analyse Nutzerverhalten und Raumplanung regionale Infrastruktur, Berlin.

BCS - Bundesverband CarSharing e.V. (2011): Jahresbericht 2010, Veränderungen fordern die Branche – wir gestalten den Wandel, Berlin, [http://www.carsharing.de/images/stories/pdf\\_dateien/jahresbericht\\_2010\\_endversion.pdf](http://www.carsharing.de/images/stories/pdf_dateien/jahresbericht_2010_endversion.pdf) [26.01.2011]

Bain& Company (2011): Elektromobilität stellt einen echten und nachhaltigen Systemwechsel dar, [http://www.bain.de/home/presse/news\\_archiv\\_2011/elektromobilit%C3%A4t\\_stellt\\_einen\\_echten\\_und\\_nachhaltigen\\_systemwechsel\\_dar.htm](http://www.bain.de/home/presse/news_archiv_2011/elektromobilit%C3%A4t_stellt_einen_echten_und_nachhaltigen_systemwechsel_dar.htm) [24.06.2011]

Banning, T. E. (1987): Lebensstilorientierte Marketingtheorie. Analyse und Weiterentwicklung modelltheoretischer und methodischer Ansätze der Lebensstil-Forschung im Marketing. Heidelberg 1987

BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2011): Gutachten „Flexibilisierung“: Zentrale Ergebnisse und Bewertung, Berlin, [http://www.bdew.de/internet.nsf/id/1997CB655301C2E2C125792F0041B8AA/\\$file/Gutachten\\_Flexibilisierung\\_Kernaussagen.pdf](http://www.bdew.de/internet.nsf/id/1997CB655301C2E2C125792F0041B8AA/$file/Gutachten_Flexibilisierung_Kernaussagen.pdf) [26.01.2012].

Becker, M. (2010): Elektromobilität, Die Strategie der Bundesregierung, Vortrag auf dem 4. Salzgitter-Forum Mobilität am 4. Mai 2010, [http://ostfalia.de/export/sites/default/de/ifvm/download/4SFM/Vortraege\\_4SFM/Elektromobilit%20Die%20Strategie%20der%20Bundesregierung%20Becker.pdf](http://ostfalia.de/export/sites/default/de/ifvm/download/4SFM/Vortraege_4SFM/Elektromobilit%20Die%20Strategie%20der%20Bundesregierung%20Becker.pdf), [06.07.11].

Bilharz, M. (1999): Selbstorganisation oder Markthandeln? Eine sozio-ökonomische Analyse des Car-Sharing, Diplomarbeit in der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Regensburg, [http://www.ipu-ev.de/sites/default/files/20051103\\_car-sharing-mitgrafik.pdf](http://www.ipu-ev.de/sites/default/files/20051103_car-sharing-mitgrafik.pdf), [26.01.2012].

Ecofys(2009): Einführung von lastvariablen und zeitvariablen Tarifen, Studie im Auftrag der Bundesnetzagentur, Berlin, <http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/153298/publicationFile/6483/EcosysLastvariableZeitvariableTarife19042010pdf.pdf> [26.01.2012].

Canzler, W. (2011): Umsteigen leicht gemacht – Fahrrad, ÖPNV, Carsharing, Beitrag auf dem Metropolenkongress des Bündnis 90/ Die Grünen am 12.03.11 in Berlin, <http://gruenes-blog.de/metropolenkongress/wp-content/uploads/2011/03/dr-weert-canzler-Metropolenkongress-Vortrag1.pdf>[06.07.11].

Chakraborty, S., Kramer, W., Kroposki, B., Martin, G., McNutt, P., Kuss, M., Markel, T., Hoke A. (2011) Interim Test Procedures for Evaluating Electrical Performance and Grid Integration of Vehicle-to-Grid Applications, Technical Report des National Renewable Energy Laboratory der USA, Juni 2011, <http://www.nrel.gov/docs/fy11osti/51001.pdf>, [26.01.12].

Chantelau, J. (2001): Elektromobilität- Ein neuer und vielfältiger Markt im Mittelpunkt, CHARGE Europe AG, Berlin.

CVO – Corporate Vehicle Observatory von Arval (2008): CVO Podiumsdiskussion „Telematiksysteme in Pkw-Flotten“, Kirchheim.

CVO – Corporate Vehicle Observatory von Arval (2009): CVO Podiumsdiskussion „Unternehmensfuhrpark – Produktionsfaktor oder Kostentreiber?“, Kirchheim.

CVO – Corporate Vehicle Observatory von Arval (2010b): Batterie im Fuhrpark: Beschleunigungs- oder Bremsfaktor?, Kirchheim.

CVO – Corporate Vehicle Observatory von Arval (2011): CVO Barometer 2011, Kirchheim.

Dataforce (2011): Elektrofahrzeuge in deutschen Fuhrparks, Zur künftigen Bedeutung von Elektrofahrzeugen in deutschen Flotten, Frankfurt/ Main.

Deffner, J., Birzle-Harder, B., Hefter, T., Götz, K. (2011): Elektrofahrzeuge in betrieblichen Fahrzeugflotten – Akzeptanz, Attraktivität und Nutzungsverhalten, Ergebnisbericht im Rahmen des Projekts Future Fleet, Frankfurt, <http://www.futurefleet.de/images/stories/ergebnisse/Ergebnisbericht.pdf> [31.01.2012].

destatis – Statistisches Bundesamt (2011): Verkehr aktuell, Fachserie 8, Reihe 1.1, Nr. 05/2011, Wiesbaden.

Dinger, A., Ripley, M., Mosquet, X., Rabl, M. (2010): Batteries for Electric Cars – Challenges, Opportunities and the outlook to 2020, The Boston Consulting Group 1/2010, <http://www.bcg.com/documents/file36615.pdf>, [06.07.11].

Ernst & Young (2010): Gauging interest for plug-in hybrid and electric vehicles in select markets - Compared results, [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Gauging-interest-for-plug-in-hybrid-and-electric-vehicles/\\$FILE/Gauging-interest-for-plug-in-hybrid-and-electric-vehicles.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Gauging-interest-for-plug-in-hybrid-and-electric-vehicles/$FILE/Gauging-interest-for-plug-in-hybrid-and-electric-vehicles.pdf), [06.07.11].

EURELECTRIC - Union of the Electricity Industry (2010): Market Models for the Roll-Out of Electric Vehicle Public Charging Infrastructure, A EURELECTRIC concept paper, September 2010, [www.eurelectric.org/Download/Download.aspx?DocumentFileID=64865](http://www.eurelectric.org/Download/Download.aspx?DocumentFileID=64865) [06.07.11].

Fleischer, T.; Weil, M. (2010): E-Mobilität und Energiespeicher im Blickfeld der Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse Erste Analysen und zukünftige Forschungsaufgaben, in: ITAS - Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (Hrsg.): TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG – Theorie und Praxis Herausgeber: Nr. 3, 19. Jahrgang - Dezember 2010, S. 56-64.

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation - IAO, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, e-mobil BW GmbH - Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Systemanalyse (2010): BWe mobil, IKT- und Energieinfrastruktur für innovative Mobilitätslösungen in Baden-Württemberg, Stuttgart, [http://www.e-mobilbw.de/Resources/Systemanalyse\\_BWemobil\\_IKT\\_Energie.pdf](http://www.e-mobilbw.de/Resources/Systemanalyse_BWemobil_IKT_Energie.pdf), [06.07.11].

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation- IAO, PWC - PriceWaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (2010): Elektromobilität - Herausforderungen für Industrie und öffentliche Hand, Frankfurt/ Main, <http://www.iao.fraunhofer.de/images/downloads/elektromobilitaet.pdf>, [06.07.11].

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung – ISI (o.J.): Forschungsergebnisse im Bereich Beladungsinfrastruktur, Karlsruhe, [www.fraunhofer-isi-cms.de/elektromobilitaet/Media/forschungsergebnisse/12795511297019-77.22.102.21-6.1.3.\\_Beladungsinfrastruktur.pdf](http://www.fraunhofer-isi-cms.de/elektromobilitaet/Media/forschungsergebnisse/12795511297019-77.22.102.21-6.1.3._Beladungsinfrastruktur.pdf) [30.01.2012].

Fuchs, H. Groth., S. (2009): Standpunkt von VIU und DTI zur steuerlichen Forschungsförderung, VIU - Verband Innovativer Unternehmen e.V. und DTI - Deutsche Verband für Technologietransfer und Innovation e.V., Berlin.

Geels, F. W. (2001): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study, Paper für die Nelson and Winter Conference, vom 12.-15. Juni 2001, in Aalborg.

Grunwald, A. (2005): Zur Rolle von Akzeptanz und Akzeptabilität von Technik bei der Bewältigung von Technikkonflikten, in: Technikfolgenabschätzung, Theorie und Praxis Nr. 3, 14. Jahrgang - Dezember 2005, S. 54-60.

Götz, K., Jahn, T., Schultz, I. (1998): Mobilitätsstile in Freiburg und Schwerin. Ergebnisse eines sozialwissenschaftlichen Projekts zu „Mobilitätsleitbildern und Verkehrsverhalten“. In: Internationales Verkehrswesen, Jg. 50 H. 6, 256-261

Hartmann, Peter H. (1999): Lebensstilforschung. Darstellung, Kritik und Weiterentwicklung. Opladen 1999

Heffner, R., Kurani, K., Turrentine, T. (2006): Symbolism and the Adoption of Fuel-Cell Vehicles, California Fuel Cell Partnership Working Meeting, West Sacramento, 05.12, 2006.

Henseler, J. (2006): Das Wechselverhalten von Konsumenten im Strommarkt. Eine empirische Untersuchung direkter und moderierender Effekte. DUV, Wiesbaden, 2006.

Hierzinger, R., Herry, M., Seisser, O., Steinacher, I., Wolf-Eberl, S. (2011): Energy Styles: Klimagerechtes Leben der Zukunft – Energy Styles als Ansatzpunkt für effiziente Policy-Interventions. Wien.

Hinrichs, H. (2011): Verbindung von IKT und Elektromobilität auf Stadtwerkeinfrastrukturen: Ein Geschäftsfeld für Energieversorger, smartlab Innovationsgesellschaft mbH, Düsseldorf.

HTW - Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (2011): Flottenbetrieb mit Elektrofahrzeugen und Flottenmanagement unter dem Aspekt der Elektromobilität in der Modellregion Sachsen, Ergebnisse der Befragung sächsischer Flottenbetreiber, Dresden 2011, [http://sax-mobility.de/wp-content/uploads/2010/11/Marktanalyse\\_KEMA\\_KURZFASSUNG.pdf](http://sax-mobility.de/wp-content/uploads/2010/11/Marktanalyse_KEMA_KURZFASSUNG.pdf), [26.01.12].

Hüttl, R., Pischetsrieder, B., Spath, D. (Hrsg., 2010): Elektromobilität: Potenziale und wissenschaftlich-technische Herausforderungen; acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Springer-Verlag, Berlin, [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Publikationen/acatech\\_diskutiert/acatech\\_diskutiert\\_Elektromobilitaet\\_WEB.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/acatech_diskutiert/acatech_diskutiert_Elektromobilitaet_WEB.pdf), [06.07.11].

Hunecke, Marcel; Böhler, Susanne; Grischkat, Sylvie; Haustein, Sonja (2008): Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauches und der Stoffströme unterschiedlicher Mobilitätsstile durch zielgruppenspezifische Mobilitätsdienstleistungen. Endbericht. <http://eco.psy.ruhr-uni-bochum.de/mobilanz/index.php?page=publications>

Hunecke, Marcel; Wulfhorst, Gebhard (2000): Raumstruktur und Lebensstil - wie entsteht Verkehr? In: Internationales Verkehrswesen (52) Heft 12/2000, S 556-561

IKEM (2011): Neue Geschäftsmodelle der Elektromobilität Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität, Greifswald.

Ilg, P. (2010): Modellregion Elektromobilität, in: automotive IT: Car IT, Mobilität 3.0, Ausgabe 01/ 2010, S. 26, [http://automotiveit.eu/e-books/car-it\\_mobilitaet\\_30/carIT.pdf](http://automotiveit.eu/e-books/car-it_mobilitaet_30/carIT.pdf), [20.01.2012].

- Infas, DLR, BMVBS (2010): Mobilität in Deutschland 2008, Ergebnisbericht, Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends, Bonn/ Berlin, [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008\\_Abschlussbericht\\_I.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf), [06.07.11].
- Janner, T., Markovic, I., Janasz, T., Hiesinger, F. (2011): Electromobility, A Case for Business Transformation, in: 360°, the business transformation journal, 2/ Oktober 2011, S. 36-45, [http://360-bt.com/issue2\\_pdf/360\\_02\\_\\_complete.pdf](http://360-bt.com/issue2_pdf/360_02__complete.pdf).
- Jüttner, J. (2011): Benutz mich!, Focus-Money, Nr. 27/2011, [http://www.focus.de/finanzen/boerse/car-sharing-benutz-mich\\_aid\\_641155.html](http://www.focus.de/finanzen/boerse/car-sharing-benutz-mich_aid_641155.html)[06.07.11].
- Kainer, A., Sturm, M. (2009): Elektromobilität: Geschäftsmodell entscheidender Erfolgsfaktor., Roland Berger Strategy Consultants, Wien.
- KBA – Kraftfahrt-Bundesamt (2011): Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2011, Januar 2011, Flensburg, [www.kba.de](http://www.kba.de).
- KBA – Kraftfahrt-Bundesamt (2012): Pressemitteilung Nr. 3/2012 - Der Fahrzeugbestand am 1. Januar 2012, Flensburg, [www.kba.de](http://www.kba.de)
- Kollosche, I. (2011): E-mobility Berlin 2025 - Die Wege in eine elektromobile Zukunft, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 20. Jg., Heft 1, April 2011.
- Kortus-Schultes, D., Olschewski, I., Küppers, J. (2010): Wer warum elektrisch fährt. In: Autohaus 21/2010.
- Lieberman, B., Tholin, K. (2004): Retail Real-Time Pricing for Mass Market Customers – Experience, Perspectives, And Implications For A Post-2006 Policy Framework, Illinois CommerceCommission, August 3, 2004.
- Lippautz, S., Winterhoff, M. (2011): Automotive Viewpoint Winning on the E-mobility Playing Field - How to avoid a “red” business case for “green” vehicles, Arthur D. Little, [http://www.arthurdlittle.com/ba-aktuelle-themen\\_de.html?&no\\_cache=1&category=19&view=474](http://www.arthurdlittle.com/ba-aktuelle-themen_de.html?&no_cache=1&category=19&view=474), [06.07.11].
- Lucke, M., Fiedeldey, M. (2011): Fahrzeugbrand des SaxoElectrique, Presse-Information der Allgäuer Überlandwerk GmbH, Dezember 2011, Kempten, [http://www.ee-tour.de/files/user/irene\\_pr\\_e\\_autounfall\\_v02.pdf](http://www.ee-tour.de/files/user/irene_pr_e_autounfall_v02.pdf) [31.01.2012].
- Lund, H., Kempton, W. (2008): Integration of renewable energy into the transport and electricity sectors through V2G, in: Energy Policy, Volume 36, Issue 9, September 2008, S. 3578–3587.
- Meyer, G., Valldorf, J. (2010): Advanced Microsystems for Automotive Applications (2010): Smart Systems for Green Cars and Safe Mobility, Berlin.
- Müller, H., Voigt, S., Erichson, B. (2009): Befragungsbasierte Methoden zur Ermittlung von Preisresponsefunktionen: Preisbereitschaft oder Kaufbereitschaft? FEMM Working Paper No. 27, August 2009, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, [http://www.fww.ovgu.de/fww\\_media/femm/femm\\_2009/2009\\_27.pdf](http://www.fww.ovgu.de/fww_media/femm/femm_2009/2009_27.pdf), [06.07.11].
- NPE – Nationale Plattform Elektromobilität (2011, hrsg. von der Gemeinsamen Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung): Zweiter Bericht der nationalen Plattform Elektromobilität, Bonn, <http://www.pt-elektromobilitaet.de/mediathek/dateien/nep-zweiter-zwischenbericht.pdf>, [06.07.11].

- NPE (2010a, hrsg. von Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung): Zwischenbericht der Arbeitsgruppe 3. Lade-Infrastruktur und Netzintegration, Nationale Plattform Elektromobilität, Berlin.
- NPE (2010b, hrsg. von Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung): Zwischenbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität, Bonn.
- Peters, A., Dütschke, E. (2010): Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität Analyse aus Expertensicht. Fraunhofer ISI.
- Petersen, M. (1995): Ökonomische Analyse des Car-Sharing, Wiesbaden.
- Piepenbrink, A., (2009): Elektromobilität – eine neue Herausforderung, Karmann E-Mobil GmbH. Goslar.
- Reichwald, R. (1978): Zur Notwendigkeit der Akzeptanzforschung bei der Entwicklung neuer Systeme der Bürotechnik, Band 1 der Arbeitsberichte "Die Akzeptanz neuer Bürotechnologien", Hochschule der Bundeswehr, München.
- Richter, M., Steiner, L. (2011): Begleitforschungs-Studie Elektromobilität: Potentialermittlung der Rückspeisefähigkeit von Elektrofahrzeugen und der sich daraus ergebenden Vorteile, Darmstadt 2011.
- Rogers, E. M. (1954): Diffusion of innovations, New York.
- Rüdiger, A. (2001): Elektroautos stabilisieren Stromnetz erst richtig bei bidirektionaler Betriebsweise, VDI-Nachrichten vom 25.11.2011, Düsseldorf, <http://www.vdi-nachrichten.com/artikel/Elektroautos-stabilisieren-Stromnetz-erst-richtig-bei-bidirektionaler-Betriebsweise/56024/2> [02.01.12].
- RPE (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität Berlin, hrsg. von BMWi, BMVBS, BMU, BMBF, Publikation der Bundesregierung, Berlin.
- Sächsische Energieagentur et al (2011): Flottenbetrieb mit Elektrofahrzeugen und Flottenmanagement unter dem Aspekt der Elektromobilität in der Modellregion Sachsen. Zusammenfassung der Ergebnisse der zweiten Befragung sächsischer Flottenbetreiber, [http://sax-mobility.de/wp-content/uploads/2011/06/2011\\_06\\_06\\_Marktanalyse-II\\_kurz.pdf](http://sax-mobility.de/wp-content/uploads/2011/06/2011_06_06_Marktanalyse-II_kurz.pdf), [06.07.11].
- Scherfke, S., Schütte, S., Wissing, C., Nieße, A., Tröschel, M. (o.J.): Simulationsbasierte Untersuchungen zur Integration von Elektrofahrzeugen in das Stromnetz, Oldenburg.
- Schlager, K. (2010): Kundenerwartungen an die Elektromobilität. Vortrag auf dem Anwenderforum MobiliTec vom 20. April 2010, Hannover.
- Schnell, M. (2009): Einführung in die Akzeptanzforschung am Beispiel von Web-TV, WissenHEute,, Jg.62 1/2009, S. 4-12.
- Schreyögg, G., Sydow, J., Koch, J. (2003): Organisatorische Pfade – Von der Pfadabhängigkeit zur Pfadkreation?, in: Schreyögg, G./Sydow, J. (Hrsg.): Managementforschung 13: Strategische Prozesse und Pfade. Wiesbaden.
- Spath, D., Pitschesrieder, B. (2010): Elektromobilität – Ein Technologie mit Historie und Zukunft, in: Hüttl, R., Pischetsrieder, B., Spath, D. (Hrsg., 2010): Elektromobilität: Potenziale und wissenschaftlich-technische Herausforderungen; Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Springer-Verlag, Berlin, S. 11-19.

- Sommer, K. (2011): Continental Mobilitätsstudie 2011, Präsentation der Ergebnisse, [http://www.conti-online.com/generator/www/com/de/continental/presseportal/allgemein/elektromobilitaet/workshop\\_2011\\_12\\_15/download/studie\\_de.pdf](http://www.conti-online.com/generator/www/com/de/continental/presseportal/allgemein/elektromobilitaet/workshop_2011_12_15/download/studie_de.pdf) [26.01.2012].
- Sovacool, B. K., Hirsh, R. F. (2009): Beyondbatteries: An examination of the benefits and barriers to plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) and a vehicle-to-grid (V2G) transition, *Energy Policy* 37/ 2009, S. 1095 – 1103.
- Technomar (2009): Kurz- und mittelfristige Erschließung des Marktes für Elektroautomobile Deutschland – EU. Ergebnisse Breitenbefragung aus weiblicher Sicht, München, [http://www.technomar.de/studien/T%20510\\_09\\_Angebot\\_E-Auto.pdf](http://www.technomar.de/studien/T%20510_09_Angebot_E-Auto.pdf), [06.07.11].
- Timm, C., Vierbauch, C. (2011): Elektromobilität – Chancen durch wertschöpfende Geschäftsmodelle nutzen, Management Consultants München, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 61 Jg. 2011, Heft 3, Essen.
- TÜV Rheinland (2010): Ergebnisse der repräsentativen Befragung zur Akzeptanz von Elektroautos, Köln, [http://www.tuv.com/news/de/deutschland/ueber\\_uns/presse/meldungen/newscontentde\\_20424.jsp/T%C3%9CV%20Rheinland-Studie:%20Deutsche%20warten%20auf%20Elektro-Golf%20-%20Breite%20Akzeptanz%20f%C3%BCr%20Elektroautos%20in%20Deutschland](http://www.tuv.com/news/de/deutschland/ueber_uns/presse/meldungen/newscontentde_20424.jsp/T%C3%9CV%20Rheinland-Studie:%20Deutsche%20warten%20auf%20Elektro-Golf%20-%20Breite%20Akzeptanz%20f%C3%BCr%20Elektroautos%20in%20Deutschland), [06.07.11].
- Viehmann, S. (2012): Das Risiko Akku-Lebensdauer, in: ZEIT Online, 20.01.2012, <http://www.zeit.de/auto/2012-01/elektroauto-batterie-kapazitaet/seite-1> [30.01.2012].
- Voith Turbo GmbH (2010): Die Motorisierung wird global zunehmen, Interview mit Prof. Dr.-Ing. Kay W. Axhausen, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme an der ETH Zürich, in: *News, Das Kundenmagazin von Voith Turbo*, Nr. 2/2010, Heidenheim, S. 19-21.
- Wallentowitz, H., Freialdenhoven, A., Olschewski, I. (2010): Strategien zur Elektrifizierung des Antriebstranges: Technologien, Märkte und Implikationen, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW), Wiesbaden.
- Wilde, T., Hess, T., Hilbers, K. (2008): Akzeptanzforschung bei nicht marktreifen Technologien: typische methodische Probleme und deren Auswirkungen, in: *Proceedings der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008*, München, S. 1031-1043.
- Wittemann, N., Feldmann, S. (2011): Neue Wertschöpfungskette Elektromobilität Norbert, Sebastian, PRTM Management Consultants, *Jahrbuch der Unternehmensberatung 2011*, Kindle Edition FAZ-Institut, Frankfurt/ Main.
- Wymann, O. (2009): *Elektromobilität 2025-Powerplay beim Elektrofahrzeug*, München.
- Yetano Roche, M., Mourato, S., Fishedick, M.(2010): Public Attitudes Towards and Demand for Hydrogen and Fuel Cell Vehicles: A Review of the Evidence and Methodological Implications. In: *Energy Policy* 38/10, S. 5301–5310.