



Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung
Institute for Futures Studies and Technology Assessment

**DOSSIER
ELEKTROMOBILITÄT UND
DIENSTLEISTUNGEN**

Max Marwede Michael Knoll

ArbeitsBericht Nr. 39/2010

Erarbeitet im Rahmen des BMBF-Vorhabens:

Entwicklung eines Instrumentariums zur Verzahnung von Dienstleistungs- und
Energieforschung – am Beispiel der Begleitforschung der Fördermaßnahme
„Wettbewerb Energieeffiziente Stadt“

Berlin 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Mobilität und CO2-Emissionen	3
3	Elektrofahrzeuge als Stromspeicher und Systemintegration	5
4	Politischer Rahmen und Förderprogramme	7
5	Privatwirtschaftliche Aktivitäten.....	8
6	Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität in den Kommunen.....	8
7	Rahmenbedingungen für Geschäftsmodelle	10
8	Geschäftsmodelle	11
9	Aktuelle Beispiele	12
9.1	Better Place	12
9.2	STAWAG StromSTA® Mobil.....	13
9.3	Mobiles Regelergiekraftwerk - rollende Energiespeicher	
	(Vehicle to Grid)	14
9.4	Fahrstromanbieter und Roaming	15
10	Aktivitäten	16
11	Literatur	17

1 Einleitung

Dieses Dossier steckt den politischen, ökologischen, ökonomischen und technischen Rahmen der individuellen Elektromobilität ab, in dem Kommunen neue Dienstleistungen für eine nachhaltige Mobilität entwickeln können.

2 Mobilität und CO₂-Emissionen

20 % der Emissionen in Deutschland entfallen auf den Straßenverkehr.

Die in Deutschland vom Verkehr verursachten CO₂-Emissionen beliefen sich im Jahr 2007 auf 20 % der Gesamtemissionen (Straßenverkehr 19 %). Zwischen 1990 und 2007 sanken die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs um 4,2%. Der Trend zu leistungsfähigeren und schwereren Fahrzeugen und der damit verbundene Kraftstoffmehrerverbrauch führte hier trotz der Weiterentwicklung der Fahrzeugtechnik zwischen 1990 und 1999 zu einem Emissionsanstieg. Erst seit dem Jahr 2000 gehen die CO₂-Emissionen zurück. Dazu tragen vor allem sparsamere Motoren und weiterentwickelte Fahrzeugkonstruktionen sowie eine starke Zunahme des Anteils von Pkw mit Dieselmotor bei (Umweltbundesamt 2009a). Dagegen führte die „Umweltprämie“ zu keinem messbaren Rückgang der Emissionen. Es wurden zwar mehr Fahrzeuge der Klein- und Kompaktklasse gekauft, insgesamt beträgt der Fahrleistungsanteil, den die substituierenden Pkw an der Fahrleistung aller Pkw haben jedoch nur 4 %. (ifeu 2009).

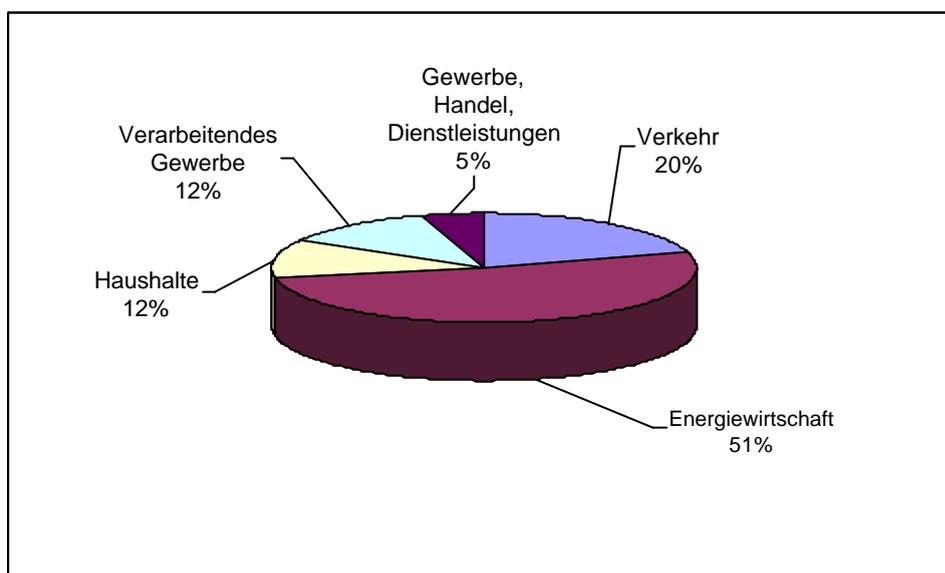
Mit erneuerbarer Elektromobilität könnten bis zu 67 Mio. t. Emissionen vermieden werden.

Würde man nur die fahrzeugbedingten Emissionen betrachten, wären Elektrofahrzeuge Null-Emissionsfahrzeuge. Wird jedoch die Vorkette, d.h. die Emissionen, die durch Produktion und Transport der Energieträger entstehen, berücksichtigt, ergibt sich ein anderes Bild. Die Emissionen können nur dann deutlich gesenkt werden, sofern der Strom aus erneuerbare Energien stammt (siehe Abbildung 2:).

Das gesamte CO₂-Emissionsreduktionspotential ist in einer Studie von Engel (2007) berechnet worden. Bei einer weitgehenden Umstellung des Bestandes aller Klein-, Mittel und Oberklasse auf reine Elektro- sowie Hybridfahrzeuge könnten die 40 Mio.

Fahrzeuge etwa 29 Mio. t Treibhausgase (CO₂-Äquivalente) einsparen.¹ Würde statt des deutschen Strommix ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energien zum Einsatz kommen, könnten sogar bis zu 67 Mio. t Emissionen vermieden werden. Das entspräche 46 % der heutigen CO₂-Emissionen des deutschen Straßenverkehrs (Umweltbundesamt 2009b). Deutlich reduzieren lassen sich die CO₂-Emissionen also erst, wenn man erneuerbare Energien benutzt. Der Nachweis über den Bezug grünen Ladestroms zu Hause oder an der Elektrotankstelle könnte über zertifizierten Ökostrom erbracht werden.

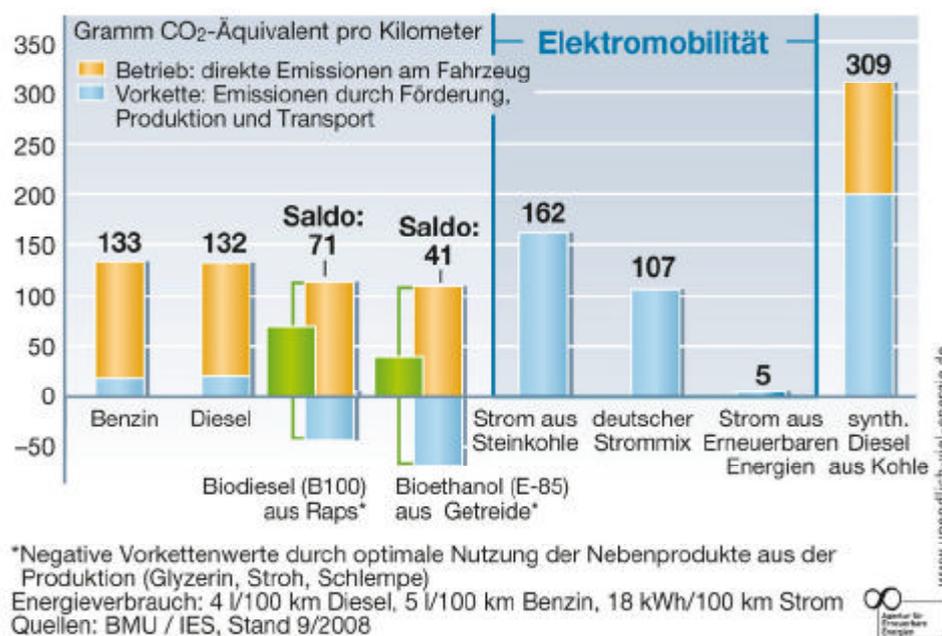
Abbildung 1: Anteil der CO₂-Emissionen der einzelnen Sektoren im Jahr 2007 in Deutschland



Quelle: Umweltbundesamt 2009b

¹ Wenn man jedoch beachtet, dass in Deutschland 2020 nur eine Millionen Elektrofahrzeuge auf dem Markt sein sollen, dann muss man hier von einem langfristigen Potential sprechen.

Abbildung 2: Treibhausgasemissionen verschiedener Kraftstoffe und Antriebsarten



Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien 2009

Mit Elektromobilität werden neben Klimaschutz auch Perspektiven einer verbesserten Energieversorgungssicherheit durch Nutzung heimischer erneuerbarer Energien aufgezeigt.

3 Elektrofahrzeuge als Stromspeicher und Systemintegration

Während der Einsatz von Elektrofahrzeugen bislang auf Nischenanwendungen bzw. auf das Segment der Elektroleichtfahrzeuge beschränkt war, wird mit den Fortschritten in der Batterie-, Motoren- und Getriebetechnik, aber auch in der Informations- und Kommunikationstechnik, die Aufmerksamkeit wieder auf eine zunehmende Elektrifizierung von herkömmlichen Fahrzeugen gelenkt. Dabei gibt es unterschiedliche Fahrzeugkonzepte (Bleichwitz et al. 2009; Pehnt et al. 2007):

- ein rein batteriebetriebenes Elektrofahrzeug, dessen Batterie über das Stromnetz geladen werden kann,

- ein Hybridfahrzeug mit einer Kombination aus Elektroantrieb und eines weiteren Antriebs, i.d.R. Verbrennungsmotor und einer relativ kleinen Batterie oder
- ein Plug-In Hybrid (PHEV), d.h. ein Hybridfahrzeug dessen Batterie auch über das Netz geladen werden kann.²

Während der Markteinführung ist eine schrittweise Elektrifizierung der Fahrzeugantriebe abzusehen. Neben der Einführung rein elektrisch betriebener Fahrzeuge ist zunächst die serienmäßige Einführung von Hybridfahrzeugen attraktiv, weil Ladeinfrastruktureinrichtungen bislang kaum vorhanden sind.

Vehicle to Grid

Mit der Umstellung auf Elektroantriebe sind weitere Optionen verbunden, die nicht unmittelbar mit dem Verkehr zu tun haben. Durch die Speicherung elektrischer Energie ergibt sich die Möglichkeit, Elektroautos interaktiv als mobile Speichersysteme ins Netz zu integrieren (V2G - Vehicle to Grid). Elektroautos sollen in Zukunft als Last für „überschüssige“ erneuerbare Energie, als Quelle für Regelleistung oder zur besseren Auslastung vorhandener Kraftwerkskapazitäten genutzt werden. Viele Elektroautos, die als virtuelles Kraftwerk zusammengeschaltet werden, könnten konventionelle Regelkraftwerkskapazität ersetzen oder der lokalen Notstromversorgung dienen. Für die Netzintegration müssen Elektrofahrzeuge kommunikationstechnisch mit dem jeweiligen Netzbetreiber bzw. Betreiber der Ladeinfrastruktur verbunden sein, um die Potentiale als Stromspeicher bzw. Regelenergieleister zu erschließen. Die notwendige Netzintegration von Elektrofahrzeugen kann Hand in Hand mit dem Umbau des Netzes zum „Smart Grid“, d.h. mit der Verbreitung intelligenter Stromzähler, Demand Side Management, virtueller Kraftwerke u.v.m. geschehen.

Neue Geschäftsmodelle durch rollende Speicher

Aus Sicht der Energieversorger und Netzbetreiber ergibt sich ein neuer Absatzmarkt mit der attraktiven Möglichkeit, die Netzstabilität zu erhöhen und erneuerbare Energie in das Netz zu integrieren. Für die Betreiber erneuerbarer Energieanlagen stellt die Stromerzeugung für die Elektromobilität möglicherweise eine zusätzliche Einkommensquelle dar, die mit entsprechenden Marktmodellen erschlossen werden kann.

² Anm.: Auch Brennstoffzellenfahrzeuge nutzen einen Elektromotor. Brennstoffzellenfahrzeuge werden in diesem Dossier jedoch nicht behandelt, da hierfür andere Systeminfrastrukturen aufgebaut werden müssen als für die Elektromobilität.

4 Politischer Rahmen und Förderprogramme

Förderziele des Bundes

Elektromobilität gilt als eine strategische Option, die Energieeffizienz im Verkehrssektor zu erhöhen. Die Bundesregierung hat im Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) vom August 2007 erstmals Ziele für die Nutzung von Elektromobilität formuliert (Die Bundesregierung 2007). Im Jahr 2020 sollen eine Mio. Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen fahren, deren zusätzlicher Strombedarf aus erneuerbaren Energien gedeckt werden soll. Durch die Nutzung regenerativer Energiequellen soll gleichzeitig ein Beitrag zur Umsetzung der Ausbauziele für Erneuerbare Energien und zur verbesserten Integration fluktuierender Energien in die Netze geleistet werden (Die Bundesregierung 2008). Auch die EU hat im Rahmen ihres Energie- und Klimapakets festgelegt, dass 10 % des in der EU verwendeten Kraftstoffes aus erneuerbaren Quellen kommen muss. Dazu gehören unter anderem Biokraftstoffe, Wasserstoff und ökologisch erzeugter Strom (EU 2009).

Die Nationale Strategiekonferenz Elektromobilität im November 2008 war Auftakt für die Entwicklung eines zehnjährigen Nationalen Entwicklungsplanes Elektromobilität (Die Bundesregierung 2009). Deutschland soll zum Leitmarkt für Elektromobilität entwickelt werden, u.a. indem neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen sowie eine neue Mobilitätskultur und eine moderne Stadt- und Raumplanung im Kontext Elektromobilität entwickelt werden. Bestandteil dieses Planes sind auch Konzepte zur Einführung der Elektromobilität bei Nutzfahrzeugen.

Mit Mitteln des Konjunkturpakets II der Bundesregierung sind deshalb unterschiedliche Fördermaßnahmen auf den Weg gebracht worden. Zu nennen sind u.a. das BMVBS Förderprogramm „Modellregionen Elektromobilität“ (BMVBS 2009), in dem mehrere Feldversuche mit 115 Mio. Euro gefördert werden und der BMU FuE Förderschwerpunkt „Intelligente Netze, erneuerbare Energien und Elektromobilität“. Dieser unterstützt u.a. FuE-Maßnahmen für „innovative Mobilitätsdienstleistungen – gestützt auf IKT Anwendungen und entsprechende Geschäftsmodelle und der Akzeptanz von neuen Mobilitätsmodellen“ (BMU 2009). In mehreren Städten und Regionen werden bereits im Rahmen des vom Bundeswirtschaftsministeriums geförderten E-Energy Projektes (www.e-energy.de) Erfahrungen mit der Integration von Elektrofahrzeugen in die Netze gesammelt.

Auf Bundesländerebene beteiligt sich u.a. NRW mit dem Wettbewerb „ElektroMobil.NRW“ und der Clusterinitiative „Excellenz.NRW“ an der Förderung der Elektromobilität.

5 Privatwirtschaftliche Aktivitäten

Neue Akteurskonstellationen in einem neuen Markt.

Die Automobilindustrie sieht die Elektromobilität als eine Möglichkeit, ihre Flottenemission zu senken. Für die Energieversorger ergibt sich ein neuer Absatzmarkt. Für die Umsetzung von Elektromobilitätskonzepten finden beide zuvor nicht in engem Kontakt stehende Branchen zusammen. So kooperieren derzeit etwa die Daimler AG und die RWE AG in dem Pilotprojekt E-mobility, BMW mit Vattenfall und VW mit E.ON. Ähnliche Projekte werden von Renault, Nissan und „Betterplace“ durchgeführt. Auch ganz neue Automobilhersteller wie Tesla Motors oder die norwegische Firma Think treten auf den Markt. Aber auch andere Branchen wie die Chemieindustrie und die Informations- und Telekommunikationsbranche sind in diesem Innovationsfeld wichtige Akteure. Zudem ändert sich die Kette der Zulieferer: Firmen wie Bosch oder Siemens, die lange Erfahrungen in der Entwicklung von Elektromotoren haben, werden wichtiger. Batteriehersteller entwickeln neue Lösungen für Elektroautos. Ob und wie Ölkonzerne in den Markt treten werden, ist derzeit nicht abzusehen.

6 Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität in den Kommunen

Nutzervorteile: Freies Parken für Elektroautos!?

Neben der öffentlichen Förderung und privatwirtschaftlichen Initiativen und Projekten können besonders Kommunen mit Fördermaßnahmen zur Verbreitung von Elektromobilität beitragen. Kommunen sind derzeit durch den privaten motorisierten Individualverkehr besonders belastet; für sie ergäben sich besondere Vorteile durch Elektromobilität wie: keine lokalen Emissionen, kein Lärm, Teilverlagerung des Individualverkehrs auf neue energie- und flächeneffiziente Leichtfahrzeuge für eine stadt-verträgliche Mobilität, Synergien im Querverbund, Unterstützung von kommunalpolitischen Umweltschutzziele (Feinstaub, Lärmemissionen, Umweltzonen) und innovative Impulse zum Wechsel auf einen umweltschonenderen urbanen Individualverkehr. Im Folgenden werden Maßnahmen zur Förderung von Elektromobilität aufgelistet:

- Steuerliche Anreize: Steuerreduktionen oder Steuerbefreiung auf CO₂ Basis, individuelle KfZ Steuer für Elektrofahrzeuge (in Abhängigkeit des bezogenen Stroms), negative Steuer für KfZ Fahrzeuge
- Direkter Zuschuss bei Kauf eines Elektrofahrzeuges oder zinsgünstige Kredite

- Ordnungsrechtliche Vorgaben für den Anteil von Elektrofahrzeugen bei Neuzulassung
- Politische Zielvorgaben für den Flottenkauf im Rahmen der öffentlichen Beschaffung; öffentliche Beschaffung nutzen (auch zusammen mit anderen Städten und Gemeinden), um durch das Volumen Anschaffungspreise zu senken und einen Markt zu schaffen (z.B. Unternehmen, die für die Stadt arbeiten, dazu verpflichtet, Elektrofahrzeuge zu fahren)
- Nachhaltige Mobilitätskonzepte durch die Kombination von ÖPNV mit Elektromobilität
- Nutzervorteile: Privilegien für Null- bzw. Niedrigemissionsplaketten: Kostenloses Parken für Elektrofahrzeuge, Befreiung von City-Maut oder Nutzen der Busspuren; einheitliche Kennzeichnung und Reservierung von Stromtankstellen-Parkplätzen (z.B. Null Emissions-Feinstaubplakette verbunden mit Parkausweis; siehe Abbildung 3:)
- Bereitstellung von Ladeinfrastruktur: privat (Garage, Stellplatz), öffentlich (Park- und Kaufhäuser, öffentlicher Raum), Tankstellensystem (Infrastruktur, Abrechnung und Dienstleistungen), Versorgung öffentlicher Stromtankstellen mit Strom aus erneuerbaren Energien, Integration in das Stadtbild (Verkehrsträger, Stadtmöblierung)
- Strompreinsnachlass durch Versorger, wenn PHEV oder Elektrofahrzeuge für Netzdienstleistungen zur Verfügung stehen

Abbildung 1: Fiktiver Parkausweis für Autos mit Nullemissionsplakette



Quelle: Ruschmeyer 16.07.2009

7 Rahmenbedingungen für Geschäftsmodelle

Die praktische Ausgestaltung von Elektromobilitätskonzepten hängt von zahlreichen Faktoren wie z.B. technologische Entwicklung und Akzeptanz ab.

Begrenzte Reichweite

Ein zentrales technologisches Innovationsfeld ist das der Entwicklung von Batterien (Energiedichte, Ladezyklen und -zeiten, Gewicht, Kosten etc.). Die relativ geringe Energiedichte der derzeit am Markt befindlicher Batterien begrenzt die Reichweiten auf zwischen 100 und 300 km. Deswegen kommen Elektrofahrzeuge primär für den Verkehr in Ballungszentren und für Kurzstrecken in Frage. Für andere Anwendungen ist der Einsatz eines kleinen Verbrennungsmotors zur Reichweitenverlängerung möglich (extended range electric vehicle, E-REV).

Wird das heutige Nutzerverhalten betrachtet, legt der durchschnittliche deutsche PKW-Fahrer an etwa 80 % der Tage eines Jahres weniger als 40 km zurück. Diese Strecken machen in der Summe mehr als die Hälfte der jährlichen Fahrleistung aus. Das heißt, dass beispielsweise mit Plug-In Hybriden (PHEV), mit einer elektrischen Reichweite von 40 km, theoretisch mehr als die Hälfte der jährlichen Fahrleistung eines durchschnittlichen PKW-Fahrers rein elektrisch zurückgelegt werden könnte. Der Verbrennungsmotor im Hybrid sichert die Abdeckung von Langstreckenfahrten.

Lange „Tankzeiten“

Bei ausschließlich elektrisch betriebenen PKW dauert das Laden von 12 kWh Strom (ausreichend für ca. 100 km bei effizienten Fahrzeugen) bei konventioneller haushaltsüblicher Anschlussleistung von 3 kW rund vier Stunden. Da der PKW im Schnitt 23 Stunden am Tag ruht, steht theoretisch ausreichend Ladezeit zur Verfügung – für Pendlerfahrzeuge tagsüber am Arbeitsplatz oder abends an der heimischen Steckdose. Umfragen haben jedoch ergeben, dass Nutzer höchstens 2 Stunden Ladezeit akzeptieren und in Sachen Reichweite kaum Abstriche machen wollen (TÜV Süd 2009). Deswegen sind für eine breite Akzeptanz, höhere Reichweiten und vielfältigere Nutzungsmöglichkeiten, Schnellladungen mit mehr als der Leistung von 10 kW, die ein Starkstromanschluss im Haushalt hat, notwendig.

Hohe Leistungen (50-250 kW) für schnelle Ladezeiten könnten in kommerziell betriebenen Stromtankstellen zu Verfügung gestellt werden. Die Kosten für derartige Ladestationen belaufen sich auf 1.000 € bis 7.000 € plus Wartungskosten von 150 € im Jahr (Wietschel 2009). Bei einer Leistung von 75 kW könnten 12 kWh (ausreichend für

100 km) in 10 min geladen werden. Geht man davon aus, dass fünf Fahrzeuge am Tag an dieser Station aufgeladen werden, würden bei einem Preis von 20 Cent/kWh im Jahr 4.400 € umgesetzt werden. Für einen höheren Umsatz müssten Geschäftspläne berücksichtigen, wie viele Fahrzeuge realistisch am Tag geladen werden und ob die Nutzer bereit sind, für eine Schnellladung mehr als den normalen Strompreis zu zahlen..

8 Geschäftsmodelle

Bei der Entwicklung von Geschäftskonzepten für Elektromobilität sollten folgende Rahmenbedingungen beachtet werden: Die Reichweite der Fahrzeuge ist begrenzt. Für den Pendelverkehr und den städtischen Verkehr reicht die Batteriekapazität im Regelfall aus. Gleichzeitig möchten die Mehrzahl der Nutzer aber kaum Einschränkung hinnehmen. Deshalb sollten Optionen zur Erhöhung der Reichweite, der Beschleunigung des Ladevorgangs oder zum bequemen Batteriewechsel mitgedacht werden, die den Komfort nicht einschränken.

Neben der Fahrleistung spielt die Netzintegration der Fahrzeuge und ihre Möglichkeit, Netzdienstleistungen bereit zu stellen, eine große Rolle. Hier müssen zusätzlich Fragen der Kommunikationsschnittstellen zum Netzbetreiber, der Tankstromabrechnung und der Transparenz und Qualitätssicherung (z.B. Nachweis für grünen Strom) mitbeachtet werden. Folgende Graphik zeigt Elemente möglicher Geschäftsmodelle:

Abbildung 2: Dienstleistungsmodelle für Elektromobilität

Quelle: IZT

9 Aktuelle Beispiele

Im Folgenden werden beispielhafte Geschäftsmodelle vorgestellt.

- Better Place
- STAWAG StromSTA® Mobil
- Rollende Energiespeicher
- Fahrstromanbieter

9.1 Better Place

Finanzierungsmodell wie beim Mobilfunk: „Pay per Kilometer“

Das Business-Modell ist an die Mobilfunkbranche angelehnt: Ein Kunde kauft das Elektroauto ohne Batterie von einem beliebigen Fahrzeughersteller. Ein Dienstleister (Infrastrukturbetreiber) finanziert die Kosten für eine auswechselbare Batterie, stellt die Ladeinfrastruktur bereit und rechnet die gefahrenen Kilometer und den dabei

verbrauchten Strom in Form von Gebühren ab. Die Batterien besitzen eine Reichweite von ca. 160 km. Sie werden beim Kunden zu Hause, am Arbeitsplatz oder auf öffentlichen Parkplätzen mit dafür von den Infrastrukturbetreibern errichteten Stationen aufgeladen. Um längere Fahrtstrecken zu ermöglichen, werden Akkumulatorenwechsel-Stationen aufgebaut, in denen die erschöpfte Batterie automatisch durch eine frische ersetzt wird. Batteriewechselstationen mit einer Wechselzeit unter zwei Minuten wurden von BetterPlace erfolgreich demonstriert. Das Unternehmen hat in Israel öffentliche Ladestationen aufgebaut und verfolgt Pläne, ein Infrastrukturnetzwerk im Wert von 1 Mrd. Dollar in San Francisco und Umgebung aufzubauen.

Das Geschäftsmodell, den Betrieb und die Wartung von Batterien sowie den Aufbau der Infrastruktur über Stromnutzungserlöse zu finanzieren, hat mehrere Vorteile. Für den Kunden fallen die hohen Anfangsinvestitionen eines Batteriekaufes und das Risiko, eine Batterie zu kaufen, deren Lebenszeit kürzer als die des Autos ist, weg. Außerdem können alle Parteien sich auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren: die Batteriehersteller konkurrieren untereinander um Preis und Leistung, Fahrzeughersteller können sich auf Design und Bau von Elektroautos konzentrieren, ohne sich um Batterien zu sorgen, und Batterie-Infrastrukturbetreiber müssen Dienstleistungen und Produkte anbieten, die im Vergleich zu Plug-In Hybriden und der Reichweiterweiterung durch Tankstellen wirtschaftlich wettbewerbsfähig sind. (Better Place 2009; Becker 2009)

9.2 STAWAG StromSTA® Mobil

Neue ÖPNV-Kunden durch Elektroroller

Die STAWAG, Stadtwerke Aachen Aktiengesellschaft, baut öffentliche Elektro-Tankstellen für Elektroroller in der Aachener Innenstadt auf. Die ersten 100 Kunden erhalten entweder einen Zuschuss von 100 € beim Kauf eines Elektrorollers oder ein 6-Monats-Ticket für den ÖPNV. Die erste Tankstelle mit 350 Watt Solarmodul – also Strom aus erneuerbarer Energie – ist schon installiert worden und hat zwei Steckdosen für Elektroroller. Weitere vier sollen im Jahr 2009 noch gebaut werden. Die Steckdosen können mittels einer Elektro-Tankkarte der STAWAG freigeschaltet werden, mit der bis Ende 2010 unbegrenzt Fahrstrom getankt werden kann (Flatrate). Kunden des Unternehmens erhalten diese Karte kostenfrei. Alle anderen Fahrer von Elektrofahrzeugen können sie für 50 Euro erwerben. (STAWAG 2009)

9.3 Mobiles Regelenergiekraftwerk - rollende Energiespeicher (Vehicle to Grid)

Der Fahrzeughalter als Prosumer: Er verbraucht Strom und stellt Rege lenergie bereit.

Fahrzeuge stehen zu 90 % der Zeit und es sind selten mehr als 10 % der Fahrzeuge auf den Straßen in Bewegung. Außerdem verkraften heutige Lithium-Ionen-Akkus deutlich mehr Ladezyklen als für das Fahrzeug tatsächlich über die Lebensdauer benötigt werden. Diese ungenutzten Ressourcen könnten, wenn die Autos zum Laden mit dem Netz verbunden sind, für die Bereitstellung von Netzdienstleistungen verwendet werden. PHEVs oder Elektroautos könnten zur lokalen Verbesserung der Netz- bzw. Spannungsqualität beitragen, indem sie bei Bedarf als Senke oder Quelle zu oder abgeschaltet werden. Sie können auf diese Weise direkt zur Entlastung der vorgelagerten Netzebenen dienen und den notwendigen Einsatz von Regelenergie (Kraftwerke, Spitzenlastspeicher etc.) reduzieren helfen. Das ist besonders vor dem Hintergrund zunehmender Einspeisung dezentraler und erneuerbarer Energie auf Mittel- und Niederspannungsebene und der damit verbundenen Notwendigkeit, die Vielzahl von unterschiedlichen Erzeugern optimal zu managen, von Bedeutung. Ein weiterer Vorteil von Batteriespeichern ist, dass sie sofort verfügbar sind, weil eine Aufheiz- oder Hochfahrphase entfällt.

Das Konzept sieht für die Bereitstellung von Regelenergie eine Vergütung vom Netzbetreiber an den Fahrzeughalter vor. Ein Geschäftsmodell wäre das Verleasen der Batterie vom Netzbetreiber. Wenn das Auto am Netz zu Verfügung steht, könnten die Leasinggebühren billiger sein als zu Fahrzeiten.

Die Regelleistung könnte auch direkt zu Marktpreisen vergütet werden. Bei einem rückspesefähigen Elektrofahrzeug könnte es für den Besitzer finanziell interessant werden, das Auto mal etwas öfter oder länger stehen zu lassen. Denn nur wenn das Auto am Netz hängt, kann er mit seiner ‚Regelenergie‘ handeln.

Einige Fragen sind bei dem Konzept derzeit noch ungelöst: Das Konzept setzt eine hinreichende Anzahl von netzgekoppelten Fahrzeuge voraus (bzw. die begründete Aussicht), damit die Netzdienstleistung für den Netzbetreiber überhaupt interessant wird. Denn es muss eine entsprechende intelligente Lade- und Kommunikationsinfrastruktur aufgebaut werden, die ein Monitoring der zur Verfügung stehenden Speicherkapazität und Regelenergie ermöglicht und über interaktive Stromzähler, die Lade- und Entladevorgänge intelligent steuert. Auch hinsichtlich der Akzeptanz, Batterien zur Verfügung zu stellen, sind noch offene Fragen bspw. bezüglich einer transparenten Preisgestaltung und fairen Risikoverteilung zu klären. Ein

Batterieleasingkonzept könnte diese Hürden überwinden. Das Monitoring der Fahrzeuge bedeutet auch, dass das Fahrverhalten der Besitzer genau aufgezeichnet werden kann. Wie hier der Datenschutz gewährleistet werden kann, ist eine weitere noch zu klärende Frage. (Engel 2006; Pehnt et al. 2007; Letendre et al. 2006)

9.4 Fahrstromanbieter und Roaming

Neuer Absatzmarkt Fahrstrom mit Roamingangebot

Energieversorger und Stadtwerke können neben Haushaltsstrom in Zukunft auch Anbieter für Fahrstrom in Kombination mit Ökostrom sein. Hier muss der Nachweis erbracht werden, dass jede getankte Kilowattstunde aus erneuerbaren Energien stammt. Die Tankinfrastruktur könnten von den Stadtwerken an dafür gekennzeichneten Parkplätzen aufgebaut werden, wo Elektroautos mit einer Null-Emissions-Plakette kostenlos parken dürfen. Für die Abrechnung kann auf ein Verfahren, welches aus dem Mobilfunkmarkt bekannt ist, zurückgegriffen werden. Der Nutzer eines Elektrofahrzeuges wählt einen Fahrstromanbieter. Lädt der Nutzer nicht bei seinem Fahrstromanbieter sondern bei einem Dritten, so wird diesem vom Fahrstromanbieter die entsprechende Menge gutgeschrieben (Roaming). Die Kosten für die „Fremdnutzung“ werden dann jeweils separat auf der Rechnung des Anbieters an den Nutzer aufgelistet. Wichtig hierbei ist der diskriminierungsfreie Zugang aller Fahrstromanbieter zu unterschiedlichen Anbietern von Ladeinfrastrukturen. Auch Zusatzinformationen, wie z.B. der Nachweis „grüner“ Kilowattstunden, könnten mit übermittelt werden. Bestehende Kommunikationsstandards (z.B. IEC 61850) müssten noch ergänzt werden. Dabei kann an laufende Bemühungen zur Markteinführung von intelligenten Stromzählern angeknüpft werden. (Mühlenhoff 2009b)

10 Aktivitäten

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über diverse Aktivitäten (nach Mühlenhoff 2009a)

Automobilkonzerne	
BMW	Elektro-Mini im Flottenversuch mit Vattenfall, gefördert durch das Bundesumweltministerium, diverse Hybridmodelle angekündigt
Citycom/CityEL, Twike	etablierte Produzenten von Leicht-Elektrofahrzeugen seit den 1990er Jahren
EcoCraft/Duracar/Karmann	Kleinserienproduktion von Elektro-Transportern, Kleinserienproduktion eines Elektrofahrzeugs („E3“) für 2009 angekündigt, Kooperation mit EWE
Daimler	Elektro-Smart im Flottenversuch in Kooperation mit RWE ab 2009, Serienproduktion eines Elektro-Smart ab 2012 angekündigt, div. Hybridmodelle für serienmäßige Produktion angekündigt
Opel/GM Volt	Elektro-Mittelklassewagen, ab 2011 angekündigt
Volkswagen	Golf Twin Drive im Flottenversuch mit E.On, gefördert durch das Bundesumweltministerium, Serienproduktion Elektro- und Hybridfahrzeuge „Up“, „Space“, u.a. ab 2010 angekündigt
Zulieferer	
Li-Tec/Evonik	Entwicklung von Lithium-Ionen-Akkus, Partnerschaft mit Daimler
GAIA Akkumulatorenwerke	Produktion von Lithium-Ionen-Akkus, Partnerschaft mit VW-Flottenversuch und mit Duracar/Karmann
Continental/INA-Schaeffler	Zulieferer für Akkus und Antriebsstrang
Projekte und Initiativen	
SmartWheels	IKT für Elektromobilität/Abrechnung, Geschäftsmodelle und IKT Dienste http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Presse/pressemitteilungen,did=301874.html
BDEW Initiative ELAN 2020	ELAN steht für "Elektrofahrzeuge intelligent am Netz". Ziel Elektroautos den Weg zum Massenmarkt ebnen.
www.park-charge.de	Bei Park & Charge werden auf reservierten Parkplätzen einfache abschließbare und einheitlich gekennzeichnete Stromtankstellen aufgestellt.
Förderprogramm Modellregionen Elektromobilität" des BMVBS	Aufforderung zur Interessensbekundung bis April 2009
BMU FuE Förderschwerpunkt „Intelligente Netze, erneuerbare Energien und Elektromobilität“	Gewinner: RegModHarz und Mannheim (Green Fleet) http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/pdf/44159.pdf

11 Literatur

Agentur für Erneuerbare Energien (2009): Dossier: Erneuerbare Elektromobilität. Online verfügbar unter <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/verkehr/detailansicht/article/129/dossier-erneuerbare-elektromobilitaet.html>, zuletzt geprüft am 22.09.2009.

Better Place (2009). Online verfügbar unter <http://www.betterplace.com/>, zuletzt geprüft am 20.07.2009.

Becker, Thomas (2009): Electric Vehicles in the United States. A new Model with Forecasts to 2030. Herausgegeben von Berkeley University of California. Center for Entrepreneurship & Technology. Berkeley.

Bleischwitz, Raimund; Giljum, Stefan; Kuhndt, Michael; Schmidt-Bleek, Friedrich (2009): Eco-innovation : putting the EU on the path to a resource and energy efficient economy. Herausgegeben von Environment and Energy Wuppertal Institute for Climate, Sustainable Europe Research Institute und Factor Institute ten UNEP/Wuppertal Institute on Sustainable Consumption and Production. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. Online verfügbar unter http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/ws38.pdf, zuletzt aktualisiert am 21.04.2009, zuletzt geprüft am 16.07.2009.

BMU (2009): „Intelligente Netze, erneuerbare Energien und Elektromobilität“. Ein BMU-Programm anwendungsorientierten Forschung im Bereich Mobilität im Rahmen des zweiten Konjunkturpakets der Bundesregierung. Herausgegeben von Projektträger Jülich. Online verfügbar unter http://www.fz-lich.de/ptj/lw_resource/datapool/_pages/pdp_730/Bekanntmachung_intelligente_Netze_BMU.pdf, zuletzt aktualisiert am 18.02.2009, zuletzt geprüft am 16.07.2009.

BMVBS (2009): Förderprogramm "Modellregionen Elektromobilität" des BMVBS. Herausgegeben von Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) Bundesministerium für Verkehr. Online verfügbar unter <http://www.bmvbs.de/Verkehr,1405.1068661/Foerderprogramm-Modellregionen.htm>, zuletzt geprüft am 16. Juli 2009.

Die Bundesregierung (2007): Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm. Online verfügbar unter http://www.bundesregierung.de/nsc_true/Content/DE/Artikel/2007/12/Anlagen/2007-12-05-integriertes-energie-und-klimaprogramm,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/2007-12-05-integriertes-energie-und-klimaprogramm, zuletzt aktualisiert am 17.01.2008, zuletzt geprüft am 16.07.2009.

Die Bundesregierung (2008): Sachstand und Eckpunkte zum Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität, zuletzt aktualisiert am 20.11.2008, zuletzt geprüft am 16.07.2009.

Die Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/nationaler-entwicklungsplan-elektromobilitaet-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>.

Engel, Tomi (2006): Das Elektrofahrzeug als Regelenergiekraftwerk des Solarzeitalters. Herausgegeben von Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie. Online verfügbar unter <http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/Engel-V2G-Regelenergiekraftwerk.pdf>, zuletzt aktualisiert am 07.09.2006, zuletzt geprüft am 21.07.2009.

EU (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG.

ifeu (2009): Abwrackprämie und Umwelt - eine erste Bilanz. Herausgegeben von Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Bundesministerium für Umwelt. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu). Online verfügbar unter http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ifeu_abwrackpraemie_bf.pdf, zuletzt aktualisiert am 03.09.2009, zuletzt geprüft am 22.09.2009.

Letendre, Steven; Denholm, Paul; Lilienthal, Peter (2006): Electric & Hybrid Cars - New Load, or New Resources? In: Public Utilities Fortnightly, Jg. 2006, H. Dezember, S. 28–37. Online verfügbar unter <http://www.ferc.gov/about/com-mem/wellinghoff/5-24-07-electric-hybrid-wellinghoff.pdf>, zuletzt geprüft am 21.07.2009.

Mühlenhoff, Jörg (2009a): Hintergrundinformation Erneuerbare Elektromobilität. Herausgegeben von Agentur für Erneuerbare Energien, zuletzt aktualisiert am 15.04.2009.

Mühlenhoff, Jörg (2009b): Markteinführung von Elektromobilität aus Sicht der Erneuerbaren Energien. Herausgegeben von Agentur für Erneuerbare Energien.

Pehnt, Martin; Hoepfner, Ulrich; Merten, Frank (2007): Elektromobilität und erneuerbare Energien. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, zuletzt aktualisiert am 30.04.2008, zuletzt geprüft am 16.07.2009.

Ruschmeyer, Thomis (2009): Was bewegt uns morgen? Elektromobilität mit erneuerbaren Energien ist heute schon machbar. Was braucht es, was muss geschehen, was wird nicht geschehen?, "Erster deutscher Elektromobilitätskongress". 16.07.2009. Bonn. Veranstalter: nova Institut GmbH.

STAWAG - Stadwerke Aachen AG: Eröffnung Elektro-Tankstelle. Pressemitteilung vom 19.05.2009. Online verfügbar unter http://www.stawag.de/presse/pressearchiv/eroeffnung_elektro_tankstelle.html, zuletzt geprüft am 20.07.2009.

TÜV Süd (2009): Zeit ist reif für E-Mobilität. Technomar und TÜV SÜD stellen auf AMI 2009 Studie vor. Unter Mitarbeit von Frank Volk.

Umweltbundesamt (2009a): Emissionen des Verkehrs. Entwicklung der energiebedingten Emissionen. Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3577>, zuletzt aktualisiert am 22.09.2009, zuletzt geprüft am 22.09.2009.

Umweltbundesamt (2009b): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2009: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2007. Online verfügbar unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3727.pdf>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2009, zuletzt geprüft am 22.09.2009.

Wietschel, Martin (2009): Energiewirtschaftliche Perspektive der Elektromobilität, "Erster deutscher Elektromobilitätskongress". 16.07.2009. Bonn. Veranstalter: nova Institut GmbH.