

# Elektromobilität: Gegenwart oder Zukunft?

## Förderung der Elektromobilität durch innovative Infrastruktur- und Geschäftsmodelle

*Benjamin Wagner vom Berg<sup>1</sup>, Frank Köster<sup>2</sup>, Jorge Marx Gómez<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Abteilung Wirtschaftsinformatik I, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg*

*<sup>2</sup>Institut für Verkehrssystemtechnik,*

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Braunschweig*

### 1 Einleitung und Zielsetzung

Das Thema Elektromobilität ist kein Zukunftsthema, sondern in der Gegenwart angekommen. Es ist nicht mehr die Frage, ob Elektroautos in großer Zahl die Straßen dieser Welt bevölkern und Fahrzeuge mit herkömmlichem Verbrennungsmotor verdrängen werden. Es ist nur noch die Frage, wann dies der Fall sein wird.

Die Gründe für diese Entwicklung sind hinlänglich bekannt: Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß herkömmlicher Fahrzeuge begünstigt den Klimawandel, fossile Brennstoffe gehen zur Neige, die Automobilindustrie steckt in einer existenziellen Krise und gleichzeitig steigt die Nachfrage nach individueller Mobilität enorm durch Schwellenländer wie Indien und China. Das Umwelt- und Prognoseinstitut e.V. (UPI) sagt in diesem Zusammenhang einen Anstieg des weltweiten PKW-Bestandes bis 2030 um das 4,5 fache voraus (UPI 2009). Eine Lösung für diesen Problembereich bietet die Elektromobilität, da sie individuelle Mobilität ohne den Malus der Umweltbelastung zumindest technisch ermöglicht.

Sicherlich gilt, dass alleine der Umstieg auf die Elektromobilität das Klimaproblem nicht lösen kann. Zwar sind schon mit dem heutigen Strommix bei einem Elektrofahrzeug die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 46% niedriger als bei einem Fahrzeug mit herkömmlichem Verbrennungsmotor, aber für einen entscheidenden Beitrag zur Klimaproblematik muss auch die Stromerzeugung noch stärker CO<sub>2</sub>-reduziert erfolgen (Beyers 2009). Daher muss der Wandel zur Elektromobilität auch unmittelbar mit dem Ausbau regenerativer Energiequellen verbunden sein. Weiterhin muss auch der mit einer steigenden Elektromobilität einhergehende Ressourcenverbrauch (z. B. für die Lithium-Ionen Akkus berücksichtigt und gesteuert werden

(Beyers 2009). Natürlich darf die Diskussion über Elektromobilität nicht dazu führen, weiterhin uneingeschränkt auf die individuelle Mobilität zu setzen und nachhaltige Mobilitätskonzepte zu ignorieren (Beyers 2009). Aber auch hier bietet die Elektromobilität neue Chancen, deren Betrachtung jedoch den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde.

Für die Volkswirtschaften wird die Elektromobilität trotz allem zukünftig ein großes Gewicht haben und sich zu einer Schlüsselindustrie entwickeln. Ausgewiesene Fachleute wie Prof. Dr. Ferdinand Dudenhöffer, Inhaber des Lehrstuhls für ABWL und Automobilwirtschaft an der Universität Duisburg-Essen bezeichnen die Entwicklung hin zur Elektromobilität in den nächsten 20 Jahren „als größte Revolution seit Henry Fords Tin Lizzy“ (Dudenhöffer 2009).

Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln, wie es der „Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung“ (Bundesregierung 2009, S. 26) fordert, hätte eine äußerst positive Veränderung der Wirtschaftslage und des Arbeitsmarktes zur Folge. Eine Studie der Universität Berkeley in Kalifornien geht in diesem Zusammenhang davon aus, dass durch die Umstellung auf Elektroautos in der dadurch entstehenden Industrie bis zu 350.000 neue Arbeitsplätze bis 2030 in den USA geschaffen werden. Aufgrund der geringeren Belastung der Menschen durch Abgase wird mit Einsparungen im Gesundheitswesen von 205 Milliarden US-Dollar gerechnet (Becker T et al. 2009, S. 3). Auch wenn für Deutschland solche Zahlen nicht vorliegen, so sei in diesem Zusammenhang auf das Beispiel Windenergie verwiesen. In dieser in den 90er Jahren neu entstandenen Branche arbeiteten im Jahr 2007 bereits 84.300 Beschäftigte. In der gesamten Branche der regenerativen Energie sogar 245.000. (Kratzat et al. 2008, S. 5). Der zu erwartende Effekt auf den Arbeitsmarkt durch einen konsequenten Einstieg in die Elektromobilität dürfte auch vorsichtig prognostiziert in einer ähnlichen Dimension liegen.

Die Aufmerksamkeit, die dem Thema mittlerweile zumindest im Marketing zugebilligt wird, zeigte sich eindrucksvoll auf der diesjährigen Internationalen Automobil-Ausstellung (IAA) 2009 in Frankfurt. Elektrofahrzeuge sind hier das bestimmende Thema und nahezu alle großen Hersteller haben sich diesem Thema auf die eine oder andere Weise genähert und verschiedenste eigene Konzepte präsentiert (Stern.de 2009). Eine Neuheit ist aber, dass auch Energiekonzerne wie E.ON und RWE in großem Stil auf einer IAA anzutreffen sind. Hier deutet sich an, dass ein völlig neuer Markt entsteht, auf dem Automobilhersteller, Energieunternehmen und neue Unternehmen als Service Provider wie z. B. das kalifornische Unternehmen „Better Place“ mit noch nicht abzuschätzenden Gewichtsverteilungen agieren werden. Der regionale Energieversorger EWE beispielsweise präsentierte im November 2009 sein eigenes in Zusammenarbeit mit dem mittelständischen Autobauer Karmann entwickelte Elektroauto „E3“ (EWE AG, 2009). Bei der öffentlichen Präsentation des Fahrzeugs in der EWE Arena in Oldenburg präsentierte die EWE neben dem Fahrzeug auch eine Vision der Nutzung von Elektroautos eingebettet in eine neue Netzstruktur (smart grids).

Dies unterstreicht einen Trend, der nicht nur die Antriebstechnik der Fahrzeuge betrifft, sondern sich insbesondere in vollkommen neuartigen Nutzungskonzepten und Geschäftsmodellen widerspiegeln wird. Diesen Trend hat auch die Autoindustrie erkannt. Karl-Thomas Neumann, Chef des Automobil-Zulieferers Continental sagt hierzu: „Das Elektroauto markiert einen technologischen Umbruch, der die etablierten Modelle der Autoindustrie herausfordert“ (Handelsblatt.de 2009a). Fortschritte bei der Entwicklung dieser Geschäftsmodelle werden maßgeblich darüber entscheiden, wie schnell sich die Elektromobilität in der Breite durchsetzen wird. In diesem Zusammenhang können geeignete Konzepte zur Anreizschaffung für den Endkunden zeitnah einzelne technische Problembereiche kompensieren helfen, wie z. B. die mangelnde Reichweite von Elektroautos und die langen „Tankzeiten“ zum Wiederaufladen der Batterie. Diese müssen sich in zukunftsgerichtete Modelle einbetten und diese geeignet vorbereiten.

Es existieren bereits heute eine Reihe von Lösungsansätzen unterschiedlichen Reifegrades, die insbesondere in der Kombination sehr vielversprechend sind. Allerdings haben diese bisher nicht zu einer klaren Vorstellung von dem Nutzungskonzept oder Geschäftsmodell geführt, welches für die Markteinführung von Elektroautos einen effektiven Boost darstellt.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen eine Auswahl dieser Konzepte und deren Potential näher betrachtet werden. Dies auch auf dem Hintergrund, inwiefern sich neue Erfordernisse für Business Applikationen ergeben, welche die Realisierung der Nutzungskonzepte und der Geschäftsmodelle in geeigneter Weise unterstützen.

## 2 Sich wandelnder Stellenwert des Automobils

Der Stellenwert des Automobils ist in unserer Gesellschaft nach wie vor hoch. Das Automobil ist ein gewisses Statusobjekt, Ausdruck eines bestimmten Lifestyles oder einfach nur Mittel zur Erlangung individueller Freiheit durch Mobilität. Allerdings ist das Auto heute auch ein Gebrauchsgegenstand mit einem relativ niedrigen Nutzungszeitraum (im Sinne der Verweildauer bei einem Besitzer) und nicht mehr ein Kaufobjekt mit hohen Anschaffungskosten und einer dementsprechend langen Besitzdauer wie es bis in die 80er Jahre der Fall war.

Dies ist teilweise mit immer kürzeren Innovationszyklen in der Fahrzeugtechnik zu begründen, die Automobile teilweise substantiell prägen – bspw. im Bereich der Assistenz und Automation oder der Infotainment-Anwendungen. Darüber hinaus tragen auch eine allg. Werteänderung, eine Veränderung des Mobilitätsverhaltens (z. B. muss kleinräumige und großräumige Mobilität nicht mit dem immer gleichen Transportmittel umgesetzt werden), politische Weichenstellungen (z. B. Steuervorteile) oder auch ein wachsendes ökologisches Gewissen zur Veränderung des Stellenwerts von Automobilen bei. Gerade letzteres wird zuletzt auch durch prominente Persönlichkeiten und Schauspieler als „Chic“ vorgelebt: Arnold Schwarzenegger und Brad Pitt sind Beispiele hierfür, die über ihr Interesse an der

Elektromobilität (sie sind Käufer des Tesla-Roadsters, der mit einem Elektroantrieb ausgestattet ist) zu deren zukünftigem Image beitragen.

Automobilhersteller sind hiermit in Teilen bereits jetzt massiv konfrontiert. Sie begreifen deshalb auch heute nicht mehr nur den Verkauf von Fahrzeugen selbst als Grundlage ihres Business, sondern arbeiten intensiv an der Erschließung neuer Märkte, die mehr die Mobilität als Dienstleistung in den Mittelpunkt rücken als nur das Herstellen von Automobilen. Markenprägende Produkte sind in diesem Kontext gerade Services, die (individuelle) Mobilität ermöglichen – heute sind dies insbesondere die Finanzierung und die Instandhaltung von Fahrzeugen. Dies sind für alle großen Automobilhersteller wichtige Handlungsfelder, in denen sie substantielle Anteile ihrer Wertschöpfung generieren.

Die Elektromobilität erscheint in diesem Zusammenhang als ein vielversprechendes Konzept, um neue Geschäftsmodelle, die den oben angedeuteten Trend nahezu zwangsläufig fortsetzen, derart umzusetzen, so dass ein wirtschaftlicher Erfolg für Automobilhersteller sichergestellt ist. Hierfür sind neue Wirtschaftsbündnisse essentiell, die sich aktuell zwischen Automobilherstellern und Energiekonzernen anbahnen (s.o.).

### 3 Technik

Mit Hilfe der hier betrachteten Geschäfts- und Infrastrukturmodelle sollen die heute existierenden Limitationen hinsichtlich Reichweite und durchgehender Verfügbarkeit von Elektromobilen, die in erster Linie aus der Batterietechnik resultieren, ausgeglichen werden. Schon heute lässt sich erkennen (z. B. Tesla-Roadster), dass sich mit dem Antrieb durch Elektromotoren neue Möglichkeiten bieten, welche die Möglichkeiten des Verbrennungsmotors hinsichtlich Leistung und Verbrauch übertreffen werden. Während ein Auto mit Verbrennungsmotor beispielsweise 80% der getankten Energie nicht umsetzt und verliert, nutzt ein modernes Elektrofahrzeug über 80% der Energie (Ursin und Höckel 2008).

In einer Übergangszeit werden Hybrid-Fahrzeuge und damit Verbrennungsmotoren als Alternativantrieb oder auch lediglich als Stromgenerator und damit als Range Extender (Reichweitenverlängerer) für Elektromotoren eine Rolle spielen. Da die Förderung der Einführung reiner Elektromobile in dieser Arbeit im Fokus steht, wird auf eine nähere Betrachtung der verschiedenen Hybridfahrzeug-Konzepte wie Elektrofahrzeuge mit Reichweiteverlängerung (REEV), Plug-In Hybridfahrzeuge (PHEV), Hybridfahrzeug (HEV), Brennstoffzellenfahrzeuge (FCHEV) (Bundesregierung 2009, S. 7) verzichtet.

### 4 Infrastrukturmodelle

Beim Thema Infrastruktur gilt es in erster Linie die Frage zu beantworten, wie eine optimale Aufladung der Batterie des Elektroautos geschehen kann und die in der

Einleitung genannten Defizite ausgeglichen werden können. Weiterhin bietet Elektromobilität auch Chancen für eine Verbesserung der Infrastruktur zum Vorteil der Kunden und der Umwelt. In diesem Zusammenhang stehende wichtige Fragen sind:

- Welches sind die optimalen technischen Wege zur Versorgung der Fahrzeuge mit Strom?
- Welche Bedürfnisse und Präferenzen des Verbrauchers sind in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen?
- Welche (Gesamt-)Kosten sind mit der Stromlieferung verbunden?
- Wie lassen sich diese Kosten für den Service Provider und damit auch für den Kunden minimieren?
- Wie lässt sich die Nutzung „sauberen Stroms“ sicherstellen und fördern?
- Welche Chancen bietet der Einsatz intelligenter Netze im Zusammenhang mit Elektroautos?

Im Folgenden sollen drei wichtige Infrastruktur-Konzepte unter Berücksichtigung der oben gestellten Fragen untersucht werden. Die vorgestellten Konzepte wurden aufgrund ihres hohen Potentials für eine erfolgreiche und schnelle Durchsetzung der Elektromobilität ausgesucht. Es werden dabei auch die Vor- und Nachteile dieser Konzepte untersucht. Es existiert eine Vielzahl weiterer interessanter Konzepte, z. B. auch bezüglich der Verknüpfung von öffentlichen Verkehrsmitteln mit individuellen Verkehrsmitteln, die für das Thema Elektromobilität eine hohe Bedeutung haben. Auf eine genaue Betrachtung muss aber im Rahmen dieser Arbeit verzichtet werden.

#### 4.1 Ladekonzept

Unter dem Ladekonzept wird hier zunächst generell verstanden, dass die Fahrzeugbatterie sei es über eine öffentliche Ladestation oder über eine heimische Ladestation (Steckdose Carport, Garage etc.) vom Fahrzeughalter aufgeladen werden muss. Allein aufgrund der Tatsache, dass in Deutschland 40% der Fahrzeughalter über keine privaten Lademöglichkeiten verfügen, ist die Schaffung öffentlicher Ladestationen unabdingbar (Zetsche 2009, S. 6).

Entscheidend für das Ladekonzept ist die dahinter stehende Ladestrategie. Die einfache Ladestrategie (naive charging strategy) bedeutet, dass der Service Provider nicht beeinflusst, wann der Kunde wie viel Strom abnimmt. Eine intelligente Ladestrategie (smart charging strategy) beeinflusst das Ladeverhalten des Kunden (Crabtree D et al. 2009, S. 22 ff.).

Über eine intelligente Ladestrategie lassen sich verschiedene Ziele erreichen:

- Gewinnoptimierung des Service Providers durch Reduzierung der Einkaufskosten für den notwendigen Strom, da die Kosten zeitvariabel sind.
- Schaffung attraktiver Preismodelle für den Kunden durch Weiterreichung des Preisvorteils.

- Optimale Nutzung der Fahrzeuge als Speicher für Strom aus regenerativen Energiequellen (s. Kap. 4.3)

Der nötige Ausbau öffentlicher Ladestationen ist mit einem enormen Aufwand verbunden. Die RWE schätzt den Gesamtaufwand für eine flächendeckende Ladeinfrastruktur in Deutschland auf drei Milliarden Euro (RWE 2009). Hierbei sind eine Reihe von Gesichtspunkten zu berücksichtigen:

- Für die Fahrzeughalter, die über keine privaten Lademöglichkeiten verfügen, müssen auch Lademöglichkeiten innerhalb von privaten Parkflächen und Wohngebieten geschaffen werden, da sonst die Nacht als Ladezeitraum ausfällt.
- Öffentliche Ladestationen benötigen zwar keine großen Flächen, dennoch ist eine sichtbare und aufzubauende Infrastruktur nötig. Dies kann wie z. B. im Falle von Windkraftträdern im regenerativen Bereich zu Bürgerbegehren z. B. wegen der Veränderung des Stadtbilds führen.
- Aufgrund der langen Ladezeiten ist die Frequenz der Ladevorgänge pro Ladestation sehr niedrig (s. hierzu auch Kap. 4.2). Es ist daher eine sehr hohe Anzahl an Ladestationen erforderlich, wenn Elektromobilität flächendeckend und maßgeblich eingesetzt werden soll.

Im Zusammenhang mit der Ladestrategie ist auch ein weiterer Ausbau der Stromnetze durch Einbindung von Informationstechnologie zu sogenannten intelligenten Netzen (smart grids) unabdingbar. Hierzu müssen neue Lade-, Steuerungs- und Abrechnungsstrukturen geschaffen werden. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn Elektroautos nicht nur als Stromkonsumenten, sondern die Batterien auch als Stromspeicher genutzt werden sollen (Beyers 2009).

## 4.2 Austauschsystem

Ein interessantes Infrastruktur-Konzept zur Neutralisierung der heute noch begrenzten Ladekapazität und der langen Ladezeit von Batterien stellt das Austauschsystem des Service Providers für Elektromobilität „Better Place“ dar. Das vom ehemaligen SAP-Vorstandsmitglied Shai Agassi gegründete und mit 200 Mio. Euro Investitionskapital ausgestattete Start-Up-Unternehmen setzt auf eine einfache, aber wirkungsvolle Idee. Anstatt Batterien wiederaufzuladen, werden sie ausgetauscht. Hierfür wurde bereits ein vollautomatisches Austauschsystem entwickelt, das den Batteriewechsel innerhalb von zwei Minuten vornimmt und so den Ladevorgang auf die Dauer eines Tankvorgangs bei herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren reduziert (hibryd-autos.info 2009). Der Fahrer wird dabei durch die eigens entwickelte In-Car-Software AutoS unterstützt, z. B. durch Anzeige des Ladezustands oder auch durch die Navigation zur nächsten Lade- oder Austauschstation (Graunitz 2009a). Ein wesentliches Problem könnte also hiermit gelöst werden, um Elektroautos auch für Langstrecken beziehungsweise für längere Nutzungszeiten im Stadtverkehr (Taxis, Busse) nutzbar zu machen. Die Fre-

quenz für die „Tankvorgänge“ ist dabei abhängig von der eingesetzten Batterie höher als bei herkömmlichen Kraftstofffahrzeugen.

Es gibt zwei wesentliche Voraussetzungen für die Nutzung des Systems:

- 1) Die Fahrzeuge müssen mit einem entsprechenden Austauschsystem ausgestattet werden, was eine Kooperation mit den Autoherstellern voraussetzt. Eine erste solche Kooperation existiert bereits mit dem Hersteller Renault-Nissan, der seine Modelle Fluence und Zoe mit dem System von Better Place ausstattet (Golem 2009a).
- 2) Es ist ein flächendeckendes Netz von Austauschstationen zu schaffen, was mit einem enormen Investitionsaufwand verbunden ist. Erste Pilotprojekte diesbezüglich sind bereits in Israel, Dänemark, Japan, Australien und den USA initiiert bzw. entsprechende Vereinbarungen geschlossen worden (betterplace.com 2009). Better Place bemüht dabei das Bild von Inseln, die in sich geschlossene Areale bilden und so leichter auszustatten sind.

Neben dem Infrastrukturmodell hat Better Place auch ein simples jedoch hochinteressantes Geschäftsmodell entwickelt. Die Batterien sollen nicht Eigentum des Kunden sein, sondern Eigentum des Service Providers bleiben. Das heißt, der Kunde tauscht bei einem „Tankvorgang“ nur eine Leihbatterie gegen eine Andere aus. Die Batterie ist sozusagen nur „Behältnis“ der Ware Strom wie beispielsweise eine Milchflasche mit Pfand. Der Kunde kauft somit auch sein Fahrzeug ohne diese Batterie, was den Fahrzeugpreis entsprechend stark reduziert. Die Batterie macht heute ca. ein Drittel des Fahrzeugpreises aus. Der Kunde zahlt somit nicht mehr einzeln für Batterie und den Strom, sondern für die gefahrenen Kilometer – z. B. schließt er einen Vertrag über 30.000 km jährlich ab oder auch eine Flatrate. (Graunitz 2009b).

Im Folgenden werden einige Aspekte des Austauschsystems näher betrachtet und Chancen und Schwierigkeiten beleuchtet:

- Für ein funktionierendes System sind erheblich mehr Batterien notwendig, als für den Betrieb eines reinen Ladesystems.  
Ladesystem: Anzahl der Batterien = Anzahl der Fahrzeuge  
Tauschsystem: Anzahl der Batterien = Anzahl der Fahrzeuge + x;  
x = Anzahl der Batterien in den Austauschstationen  
Abhängig von x steigen die Investitionskosten entsprechend stark.
- Um über das bisher dargestellte Insel-Konzept hinauszuwachsen, muss das System zu einem weltweit anerkannten Standard und von allen (führenden) Automobilherstellern eingesetzt werden. Der Aufbau einer flächendeckenden Infrastruktur ist erforderlich.
- Bei einer Kooperation mit Tankstellenbetreibern (z. B. Aral) ließen sich vorhandene Infrastrukturen nutzen und die Investitionskosten so erheblich reduzieren.
- Die Nutzung von Autobatterien als Stromspeicher für Strom aus regenerativen Energiequellen kann zumindest mit den in den Austauschstationen

auf Vorrat gehaltenen Batterien sehr einfach durchgeführt werden. Die Komplexität dafür erforderlicher Smart-Grids ist deutlich geringer, als bei der Einbindung heimischer Haushalte.

- Die Standzeiten betragen nur einen Bruchteil beim Austausch der Batterie gegenüber dem Laden der Batterie an einer öffentlichen Ladestation. Dies ist nur durch eine sehr hohe Zahl an Ladestationen auszugleichen. Für den angestrebten Durchbruch von Elektroautos könnte dies das entscheidende Nadelöhr sein, da ein Großteil aller (öffentlichen) Parkmöglichkeiten mit Ladestationen ausgestattet werden müssten. Heute liegen die Ladezeiten je nach Technologie zwischen acht bis zwei Stunden. Geht man von einer sehr optimistischen Technologieentwicklung aus, die das Aufladen der Batterie innerhalb von 15 Minuten erlaubt, so liegt das Verhältnis zu der Austauschzeit von zwei Minuten immer noch 15 : 2. Also wird die 7,5 fache Anzahl an Ladestationen gegenüber Austauschstationen benötigt. Berücksichtigt sind hierbei nicht die heimischen Ladevorgänge.
- Vorausgesetzt es werden entsprechende Kooperationen mit Tankstellen-Netzen geschlossen, ist das Austauschkonzept im Zweifelsfall schneller umzusetzen, als reine Ladekonzepte mit Smart-Grids, da sowohl Technologie als auch Infrastruktur schon vorhanden sind.

Das Austauschsystem bietet auch aus wirtschaftlicher Sicht ein interessantes Potential für die Betreiber. Beispielsweise kann über eine Ausstattung der Austauschvorrichtung mit RFID-Chips die Kundenbindung durch die Anbindung an intelligente CRM-Systeme erhöht werden, welche die Abschöpfung von Cross- und Upselling-Potentialen ermöglichen. Von maßgeschneiderten Angeboten, die auf einer solchen Datenerhebung basieren, können auch die Kunden selbst profitieren. Natürlich sind hier die entsprechenden Datenschutzrichtlinien zu berücksichtigen. Die Möglichkeiten hier gehen über die heutigen Bonussysteme von Tankstellen weit hinaus (s. auch Kap. 5.2).

#### 4.3 Fahrzeugbatterien als Speicher für Strom aus regenerativer Energie

Wie schon in der Einleitung erwähnt muss mit einer eklatanten Erhöhung der Anzahl von Elektrofahrzeugen auch der Ausbau regenerativer Energien einhergehen. Eines der Hauptprobleme im Bereich der regenerativen Energie liegt heute in der mangelnden Steuerbarkeit der Stromerzeugung aufgrund der Nutzung natürlicher Ressourcen wie Wind und Sonne. Daher müssen substituierende Kapazitäten sicherheitshalber über konventionelle Kohle-, Kern- oder Gaskraftwerke vorgehalten werden. Ließe sich der erzeugte Strom aus regenerativen Energiequellen speichern, wäre das Ausmaß der Substitution stark zu reduzieren. Diese Möglichkeit bietet sich im Rahmen der Elektromobilität über die Nutzung der Batterien bei Fahrzeugstillstand und Netzanschluss. Voraussetzung hierfür sind verbesserte Netze (Smart-Grids), welche Lade- und Speichervorgänge steuern. Untersuchungen zufolge befinden sich Elektroautos an 20 von 24 Stunden des Tages im Still-

stand (Crabtree D et al. 2009, S. 6). In dieser Zeit stehen sie bei einer entsprechend vorhandenen Infrastruktur als Stromspeicher zur Verfügung. Bei einer Umsetzung des Austauschkonzepts kommen zusätzlich die Batterien aus den Austauschstationen hinzu. Geht man davon aus, dass Service Provider und Stromlieferant zwei verschiedene Anbieter sind, ergibt sich aus der Stromspeichernutzung ein Zusatzgeschäft für den Service Provider. Der Kunde wiederum kann Geld „verdienen“, in dem er sein Fahrzeug als Stromspeicher zur Verfügung stellt.

## 5 Geschäftsmodelle

### 5.1 Berücksichtigung des Kundenverhaltens

Die Universität Berkeley (Kalifornien, USA) hat zum Thema Elektromobilität zahlreiche Studien durchgeführt und unter anderem einen Algorithmus für eine intelligente Ladestrategie entwickelt. Der Algorithmus errechnet dabei auf Basis relevanter Eingangsvariablen (zeitabhängige Unterschiede in den Strompreisen etc.) unter bestimmten operationalen Bedingungen (Anzahl Ladevorgänge zu bestimmten Zeiten) die minimalen Einkaufspreise für den Strom.

Weiterhin wurden Modelle zum Nutzungsverhalten der Kunden entwickelt. Dafür wurden die unterschiedlichen Bedürfnisse und Anspruchsverhalten untersucht und auf dieser Basis die Kunden klassifiziert. Als Vorlage diente dabei das Verhalten von Mobilfunkkunden (AT&T), das auf Übertragbarkeiten auf Kunden von Service Providern für Elektromobilität untersucht wurde. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass Kunden bereit sind für eine bestimmte Anzahl von Meilen und damit eine bestimmte Menge Strom zu bezahlen.

Hieraus ergeben sich vier verschiedene Kundengruppen: a) Kunden die weniger fahren als der Durchschnitt, b) Kunden die im Durchschnitt liegen, c) Kunden die mehr als der Durchschnitt fahren, d) Premium-Kunden, die für einen flexiblen Service zahlen. Ein hieraus resultierendes Angebotsmodell zur Steuerung des Nutzungsverhaltens zeigt Tabelle 1.

**Tabelle 1: Preismodell abhängig von Strecke pro Monat**

Kategorie Nutzerverhalten (Meilen/Monat)	Personen in Kategorie (%)	Fahrtmodell (Meilen)	Preismodell	Durchschnittsfahrtstrecke (Meilen/Monat)
weniger als 200	10	Abrechnung pro Meile	\$ 0,10/Meile	100
weniger als 600	20	600	\$ 60/Monat oder \$ 0,083/Meile	500
weniger als 1.000	40	1.000	\$ 100/Monat oder \$ 0,080/Meile	800
weniger als 1.500	20	1.500	\$ 150/Monat oder \$ 0,10/Meile	1.500
mehr als 1.500	10	unbegrenzt	\$ 250/Monat oder \$ 0,10/Meile	2.500

(Quelle: Crabtree D et al. 2009, S. 5)

Ebenso wird eine Klassifizierung der Kunden hinsichtlich der Ladezeit vorgenommen, die in ein Angebotsmodell einfließen kann:

1. High Priority Laden: Garantierte Aufladung innerhalb von vier Stunden
2. Low Priority Laden: Garantierte Aufladung innerhalb von acht Stunden

Die höhere Flexibilität bezüglich der Ladezeit ermöglicht es dem Service Provider, Strom zu günstigeren Konditionen einzukaufen.

Ein wesentliches Mittel zur Beeinflussung der Stromkosten ist also die Steuerung des Abnahmeverhaltens des Kunden z. B. über vertraglich festgelegte Ladezeiten oder über abhängig von Menge und Zeitpunkt des Ladens gestaffelte Strompreise. Auf dieser Basis wiederum lassen sich Angebote entwickeln, welche die Präferenzen des Kunden und eine gewinnoptimierte Abnahme berücksichtigen.

Für die Service Provider gilt es dabei, den optimalen Mittelweg zwischen effizienten, gewinnoptimierten Ladestrategien und einem kundengerechten Angebot mit einer zuverlässigen und serviceorientierten Leistung zu finden.

## 5.2 Vorbild Mobilfunk

Die Analogie zwischen Mobilfunkmarkt und Elektromobilität ist augenscheinlich und wird offen z. B. in Artikelüberschriften wie „Tesla baut das iPhone auf Rädern“ (Handelsblatt 2009b) artikuliert.

Die Geschichte des Mobilfunks ist eine wirtschaftliche Erfolgsstory. Im Jahr 2004 lag der Umsatz in Deutschland beispielsweise bei 22,1 Milliarden € (Graband C 2006, S. 3). Das meiste Geld wird dabei nicht mit Telefongebühren, sondern mit Zusatzleistungen verdient, insbesondere mit den dazugehörigen Endgeräten. Da diese Endgeräte in der Einzelschaffung relativ teuer sind, werden sie innerhalb des Mobilfunkvertrages als Bundle mit den Telefongebühren verkauft und monatlich vom Kunden abgezahlt. Der Kunde kauft somit relativ teure Geräte ohne schlagartig Liquidität zu verlieren oder dafür sparen zu müssen.

Die Umstellung von herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor auf Elektrofahrzeuge birgt ein hohes Potential zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Das neue Potential speist sich insbesondere auch aus der Tatsache, dass die Lieferung des Fahrzeugs und die Versorgung mit Strom zum Betrieb des Fahrzeugs von einem Anbieter erfolgen können. Der Anbieter ist dann Service Provider für den „Full-Service“ Elektromobilität. Es wäre also eine Weiterentwicklung des Better Place-Modells, das „nur“ den Verleih der Batterie an den Kunden vorsieht.

Die Fahrzeughersteller würden dabei ähnlich wie die Hersteller von mobilen Endgeräten lediglich als Lieferanten der Service Provider im Rahmen einer B2B-Geschäftsbeziehung auftreten. Stromversorger könnten dabei „nur“ als Stromlieferanten oder auch als Service Provider auftreten. Der Service Provider bietet dem Endkunden verschiedene Vertragsmodelle mit unterschiedlichen Fahrzeugen, Laufzeiten, Strommengen und -verfügbarkeiten an. Je nach Ausgestaltung dieser

vier Parameter können unterschiedliche Kundenbedürfnisse und Zielgruppen berücksichtigt werden.

Voraussetzung für ein solches Modell ist natürlich die Akzeptanz des Kunden. Die zentrale Frage ist hier, ob der Kunde sein Auto wie ein Handy als temporären Gebrauchsgegenstand betrachten kann oder das Auto einen höheren Stellenwert hat. Das Kapitel zwei zeigt, dass der Stellenwert von Auto und Handy z. B. bezüglich des Zwecks als Lifestyle-Objekt oder auch des zeitlich begrenzten Nutzungszeitraums durchaus Parallelen aufweisen. Der Schritt, ein Auto wie ein Handy innerhalb eines zeitlich befristeten Vertrages zur Verfügung zu stellen, ist also nicht groß. Dies ist mit dem Geschäftswagen-Leasing heute sogar schon gängige Praxis. Natürlich müssen die Vertragsbedingungen den höheren Wert der Fahrzeuge gegenüber Handys berücksichtigen und dementsprechend modifiziert werden.

Durch die Zusammenfassung verschiedener Leistungen können weiterhin Kostenvorteile beziehungsweise Liquiditätsvorteile für den Endkunden gegenüber dem Bezug dieser Leistungen von verschiedenen Anbietern generiert werden. Dies geht konform mit dem Konzept des hybriden Leistungsbündels und der Integration von Produkt und Dienstleistung, wozu auch eine eigene Teilkonferenz bei der MKWI 2010 existiert. Die neuen Geschäftsmodelle könnten bei richtiger Anwendung durch die Schaffung von Mehrwerten für den Verbraucher zu einer schnelleren Durchsetzung von Elektrofahrzeugen führen.

Auch für die Fahrzeughersteller bieten die neuen Geschäftsmodelle interessante Möglichkeiten. So können die in Kapitel zwei beschriebenen Mobilitätsdienstleistungen standardmäßig innerhalb eines befristeten Vertrages vereinbart und entsprechende Vergütungen festgelegt werden. Verkauft wird also nicht mehr das Fahrzeug, sondern der Service Mobilität.

Darauf aufbauend würde ein neu konzipierter Einsatz von CRM-Systemen dazu führen, die Kundenbindung zu stärken beziehungsweise die Profitabilität der Beziehung zu erhöhen. Durch die Bündelung der Leistungen bietet sich hierfür eine Vielzahl von Anknüpfungspunkten, die von den heute beteiligten Leistungserbringern nur einzeln genutzt werden können. Hierzu gehören das Fahrzeug an sich und der Fahrzeugservice, die „Tankvorgänge“, das Vertragsmanagement, vom Kunden genutzte Serviceapplikationen etc.

## 6 Fazit und Ausblick

Nach Betrachtung der ausgewählten Infrastruktur- und Geschäftsmodelle gilt es festzustellen, dass die heute existierenden technischen Nachteile von Elektroautos gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren weitestgehend ausgeglichen werden können.

Bei genauer Betrachtung scheint die Umsetzung aller drei hier betrachteten Infrastrukturmodelle sinnvoll. Dies resultiert somit eine Mischung aus Austausch- und Ladekonzept. Nur so scheint es aktuell möglich, die existierenden Limitierun-

gen der heutigen Batterietechnik derart auszugleichen, dass der Kunde Elektroautos als vollwertige Alternative zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor wahrnimmt. Eine damit einhergehende Speicherstrategie zur Förderung der regenerativen Energie ist zwingend erforderlich, da Elektromobilität nur in Zusammenhang mit der Nutzung „sauberen“ Stroms signifikante ökologische Vorteile bringt. Zum Aufbau der Infrastrukturen sind jedoch Investitionen in erheblichem Ausmaß erforderlich. Hier sind Industrie und Staat gleichermaßen gefordert.

Die Chancen der Industrie liegen in den aufgezeigten Geschäftsmodellen. Diese Geschäftsmodelle sind dazu geeignet, auch für den Kunden überzeugende Vorteile zu schaffen. Diese könnten bei richtiger Ausgestaltung den Kunden in kürzester Zeit zu einem Wechsel vom herkömmlichen Fahrzeug zum Elektrofahrzeug bewegen, ohne dass überhaupt an das ökologische Gewissen appelliert werden muss.

Das Beispiel Mobilfunk bietet hier eine Reihe von zu kopierenden Erfolgsmodellen wie durch eine Kombination von Finanzierungsmodellen und Zusatzdiensten aus einer an sich einfachen Dienstleistung (Telefonieren) ein Milliardengeschäft aufgebaut werden kann. Hier spielt nicht zuletzt die geschickte Ausnutzung von Lifestyle-Konzepten und ein maßgeschneidertes Angebot für die jeweilige Zielgruppe eine wichtige Rolle. Diese Möglichkeiten sind auch für den Service Elektromobilität vorhanden. Die Möglichkeiten sind sogar noch deutlich größer, da beispielsweise der Kunde gleichzeitig auch Lieferant ist. In einer Supply Chain bildet der Kunde nicht das Ende der Kette, sondern ist auf eine sehr viel komplexere Weise eingebunden. Die Kundenbeziehung nimmt sowohl aufgrund dieser Tatsache als auch wegen des Gesamtkonzepts „Service Mobilität“ und der in diesem Zusammenhang skizzierten Geschäftsmodelle eine neue Form an. Diese gilt es im Rahmen der Betrachtung dieser Geschäftsmodelle herauszuarbeiten und zu definieren. Auf dieser Grundlage ist es dann möglich Business-Applikationen insbesondere im Bereich CRM und SCM neu zu entwickeln beziehungsweise umzugestalten und zu adaptieren. Es ist aufgrund der hier dargestellten Ansätze abzuschätzen, dass eine solche Entwicklung über eine reine Branchenanpassung weit hinausgehen würde und somit eine weitere wissenschaftliche Untersuchung des Themas als weiterführend erscheint.

## Literatur

- Becker T, Sidhu I, Tenderich B (2009) Electric Vehicles in the United States - A New Model with Forecasts to 2030. CET University of California Berkeley
- Betterplace.com (2009) global progress. <http://www.betterplace.com/global-progress/>. Abruf am 2009-11-24

- Beyers B (2009) Führt das Auto der Zukunft elektrisch. Aachener Stiftung Kathy Beyes. <http://www.faktor-x.info/ressourcen/elektromobilitaetbraugust-2009/> Abruf am 2009-11-24
- Bundesregierung (2009) Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung
- Crabtree D, Faney T, Koudigkalis K, Papavasiliou A, Sidhu I, Kaminsky P, Tenderich B (2009) Optimal Charging of Electric Vehicles. CET University of California Berkeley
- EWE AG (2009), Was uns in Zukunft bewegt. Das Elektroauto E3, [http://www.e3.de/das\\_projekt](http://www.e3.de/das_projekt). Abruf am 2009-11-24
- Dudenhöffer F (2009) Interview Elektromobilität. E-World News - Offizielle Messezeitung der E-World energy & water 2009: 4-5. <http://www.e-world-2010.com/tools/dateien/download.php?id=1065>. Abruf am 2009-11-24
- Golem.de (2009a) Renault: Elektroautos für den Alltag. [http://www.golem.de/showhigh2.php?file=/0909/69890.html&wort\[\]=elektroauto](http://www.golem.de/showhigh2.php?file=/0909/69890.html&wort[]=elektroauto). Abruf am 2009-10-04
- Graband C (2006) Informationen zum Medienstandort Brandenburg: Mobile Entertainment. Medienboard Berlin-Brandenburg GmbH
- Graunitz B (2009b) Die In\_Car-Software AutOS Elektroniknet.de. <http://www.elektroniknet.de/home/better-place/n/d/batteriewechsel-und-geschaeftsmodell/>. Abruf am 2009-11-24
- Graunitz B (2009b) Batteriewechsel und Geschäftsmodell. Elektroniknet.de. <http://www.elektroniknet.de/home/better-place/n/d/die-in-car-software-autos/>. Abruf am 2009-11-24
- Handelsblatt.de (2009a) Elektroauto: Fahrt ins Ungewisse. <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/elektroauto-fahrt-ins-ungewisse;2416141>. Abruf am 2009-11-24
- Handelsblatt.de (2009b) Wie Tesla das „iPhone auf Rädern“ baut. <http://www.handelsblatt.com/technologie/technik/wie-tesla-das-iphone-auf-raedern-baut;2222746>. Abruf am 2009-11-24
- Hybrid-autos.info (2009) Better Place: Batteriewechselstation eingeweiht. <http://www.hybrid-autos.info/news/presse-meldungen/better-place-batteriewechselstation-ingeweiht.html>. Abruf am 2009-11-24
- Kratzat M, Edler D, Ottmüller M, Lehr U (2008) Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt – Bruttobeschäftigung 2007. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- RWE (2009) RWE bietet Stadtwerken und Regionalversorgern maßgeschneidertes Elektromobilitäts-Paket.  
<http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemitteilung/?pmid=4004172>. Abruf am 2009-11-24
- Stern.de (2009) Hoffen auf das Stromwunder.  
<http://www.stern.de/auto/service/iaa-eroeffnung-hoffen-auf-das-stromwunder-1509139.html>. Abruf am 2009-11-24
- Umwelt- und Prognoseinstitut e.V. (2009), UPI 35 – Folgen einer globalen Massenmotorisierung, <http://www.upi-institut.de/upi35.htm> Abruf am 2009-11-24
- Ursin M, Höckel M (2008) Fahren mit Strom – Eine Chance für die Elektrizitätsbranche und die Umwelt. Bulletin SEV/VSE 1/2008: 24-26.
- Zetsche (2009) Auf dem Weg zur emissionsfreien Mobilität – Möglichkeiten und Grenzen des elektrischen Fahrens. 18. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik 2009.