

H. Proff / J. Schönharting
D. Schramm / J. Ziegler (Hrsg.)

Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität

Betriebswirtschaftliche
und technische Aspekte

Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität

Heike Proff • Jörg Schönharting
Dieter Schramm • Jürgen Ziegler (Hrsg.)

Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität

Betriebswirtschaftliche und technische Aspekte

Herausgeber
Heike Proff,
Jörg Schönharting,
Dieter Schramm,
Jürgen Ziegler,
Universität Duisburg-Essen,
Deutschland

ISBN 978-3-8349-3232-7
DOI 10.1007/978-3-8349-7117-3

ISBN 978-3-8349-7117-3 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Gabler Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden 2012

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Einbandentwurf: KünkelLopka GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist eine Marke von Springer DE.

Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-gabler.de

Vorwort der Herausgeber

Die Forschung zur Mobilität weist eine sehr dynamische Entwicklung und große thematische Breite auf. Insbesondere im sich abzeichnenden Übergang in die Elektromobilität stellt sich die Frage nach den zukünftigen Entwicklungen in der Mobilität. Antworten auf diese Frage wurden auf dem 3. Wissenschaftsforum Mobilität - Future Trends in Mobility am 7. Juli 2011 in Duisburg diskutiert.

Das Wissenschaftsforum Mobilität wird seit 2008 jährlich von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften an der Universität Duisburg-Essen veranstaltet und bietet Forschern ein Forum zur intensiven Diskussion von Forschungsarbeiten zu diesem Themenfeld.

Die Beiträge auf dem 3. Wissenschaftsforum lassen sich vier Themenblöcken zuordnen, die auch die Teile dieses Tagungsbandes bilden:

- zukünftige Entwicklungen im Automotive Engineering,
- zukünftige Entwicklungen im Automotive Management,
- zukünftige Mobilitätskonzepte – Ansätze und Wirkungen und
- die Zukunft der mobilen Kommunikation und Services.

Die Diskussionen auf dem 3. Wissenschaftsforum Mobilität zeigten, dass Mobilitätsanbieter vor sehr großen Herausforderungen stehen. Folgende Entwicklungstrends sind erkennbar:

1. eine Reduzierung kleinerer Fahrzeuge auf Funktionalität als Antwort auf veränderte Kundenwünsche und verschärfte Umwelanforderungen,
2. Tendenzen zu einem veränderten Mobilitätsverhalten (z.B. Zunahme von Car Sharing) und
3. eine Aufwertung der Premiumfahrzeuge durch mobile Kommunikation und Innovationen im Automotive Engineering.

Diese Herausforderungen können nur durch die konsequente und koordinierte Zusammenarbeit technischer, verkehrswissenschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Forschung gemeistert werden. Sie werden getrieben und begleitet durch die ehrgeizigen Anstrengungen in wichtigen Industrieländern und vor allem in China.

Für die materielle Unterstützung des 3. Wissenschaftsforums Mobilität danken wir sehr herzlich RWE Deutschland, Evonic Industries, den Grillo Werken, Bertrandt und dem Förderverein Ingenieurwissenschaften an der Universität Duisburg-Essen. Wir danken auch den Automobilherstellern Opel und Ford sowie Evonik und RWE für die während der Tagung ausgestellten Elektrofahrzeuge, dem Fraunhofer inHaus-Zentrum in Duisburg, wo wir tagen durften und dem Gabler Verlag | Springer Fachmedien für die Bücher. Unser besonderer Dank gilt den wissenschaftlichen Mitarbeitern und Hilfskräften am Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre & Internationales Automobilmanagement, allen

voran Benjamin Jung und Markus Lange für die Organisation der Veranstaltung sowie Thomas Martin Fojcik und Lukas Schilling für die Koordination der Tracks zu den vier Themenblöcken und die Bearbeitung des Tagungsbandes.

Wir hoffen, dass zukünftige Entwicklungen in der Mobilität aufgezeigt werden konnten.

Heike Proff

Jörg Schönharting

Dieter Schramm

Jürgen Ziegler

Inhaltsverzeichnis

Vorwort der Herausgeber	V
Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität - Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte – Einordnung	1
Plenumsvorträge.....	3
1 Vom Batteriefahrzeug zur Elektromobilität	5
2 Management-Herausforderungen für FORD im Übergang zur Elektromobilität ..	21
3 Mobilität als Wachstums- und Werttreiber	41
Track 1a - Zukünftige Entwicklungen im Automotive Engineering	61
1 Kurzfassung	63
2 Empirische Analyse und Bewertung von Brennstoffzellen	67
3 Die Rolle der Kommunen bei Marktdurchdringungsszenarien für Elektromobilität	81
4 Einfluss verschiedener Nebenverbraucher auf Elektrofahrzeuge.....	91
5 Elektronik von Elektrofahrrädern	105
6 Mathematische Optimierung der elektromagnetischen Reibbremse eines passiven elektrischen Phasenstellers unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Anforderungen.....	121
7 Werkzeuge für die Fahrzeugsimulation mit unterschiedlichen Antriebstopologien.....	135
8 Vorteile in der Simulation eines Hybridfahrzeugmodells durch den topologiebasierten Modellierungsansatz	147
9 Automatisierte Generierung von realitätsgetreuen Umgebungsszenarien für Fahrsimulatoren.....	161
10 Barrieren in der Umfeldererfassung für autonome Notbrems- und Ausweichsysteme	175
11 Anwendungsbezogener Sensorsystemvergleich für ein Gefahrenbremssystem ..	189
12 A Model Predictive Approach for a Fuel Efficient Cruise Control System.....	201
13 Thermoelektrische Systeme zur Energierückgewinnung im Kraftfahrzeug	213
Track 1b - Zukünftige Entwicklungen im Automotive Management	227
1 Kurzfassung	229
2 Automobilmarktsimulation zur strategischen Planung von Produktportfolios im Übergang zur Elektromobilität	231
3 Industriedynamiken und das Management von Ambidextrien.....	245
4 Beidhändiges Management im langfristigen, radikalen diskontinuierlichen Übergang der Automobilindustrie in die Elektromobilität	259

5	Identifying Future Strategic Options for the Automotive Industry.....	273
6	Produktionsprogrammplanung bei Lagerproduktion variantenreicher Automobile.....	287
7	Mixing Push & Pull to survive in China: Value Stream Design in an automotive case	301
8	Capacity for Change.....	315
9	Kundenbegeisterung durch Service Excellence im Automobilssektor	333
10	„Grüne“ Showrooms.....	343
11	Internet als Neuwagen-Vertriebskanal	355
12	Veränderte Kundenwünsche als Chance zur Differenzierung.....	367
13	Strategische Vermarktung von Technologieinnovationen für Zulieferer	383
14	Kooperationsstrategien von Automobilproduzenten entlang der sich neu ordnenden Wertschöpfungskette	391
15	Der Weg zur emissionsfreien Mobilität	405
16	Risikomanagement der Automobilzulieferer in Deutschland.....	425
Track 2 - Zukünftige Mobilitätskonzepte - Ansätze und Wirkungen		437
1	Kurzfassung	439
2	Welche Anforderungen sollen Elektrofahrzeuge erfüllen?.....	445
3	Trends in der Mobilitätseinstellung von Studierenden und Mitarbeitern deutschsprachiger Hochschulen.....	455
4	Entwicklung eines Konzepts zur Innenstadtbelieferung mittels Elektromobilität	467
5	Wirkungen und Risiken einer City-Maut als zentrale Säule eines städtischen Mobilitätskonzepts	479
6	Verkehr in der postfossilen Gesellschaft	493
7	Mobilität findet Stadt	501
8	Elektromobilität im ländlichen Raum.....	517
9	Smart Mobility	527
10	Planung eines Ladeinfrastrukturnetzes für Elektrofahrzeuge in Berlin.....	549
11	VeloCityRuhr: Clearing House für urbane Fahrradmobilität.....	563
Track 3 - Die Zukunft der mobilen Kommunikation und Services		577
1	Kurzfassung	579
2	Service-based recommendations for context-aware navigation support	583
3	Simulation der Interaktion von Elektrofahrzeugdaten und Navigationsdaten	599
4	Mobiles Internet.....	611
5	Fahrzeug-Infrastruktur-Kooperationen an Lichtsignalanlagen	629
Schlussbetrachtung		641

Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität - Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte - Einordnung

Prof. Dr. Heike Proff, Thomas Martin Fojcik (Universität Duisburg-Essen)

Diskussion und Forschung zur zukünftigen Mobilität erhalten durch die Elektromobilität eine ganz neue Dimension und neue Impulse. Der Übergang in die Elektromobilität wird aus betriebswirtschaftlicher Sicht in drei Phasen erfolgen (vgl. Proff in diesem Tagungsband): in der ersten Phase werden neue Geschäftsmodelle für die Elektromobilität parallel zu den Geschäftsmodellen der Verbrennungstechnologien entwickelt, in der zweiten (Übergangs)Phase, in der der Marktanteil von Elektrofahrzeugen die Grenze von 5 Prozent überschreitet, erfolgt eine Umkehr von der traditionellen zur neuen Technologie und in der dritten Phase werden die traditionellen Technologien vollständig aus dem Markt verdrängt.

Wie auf dem 3. Wissenschaftsforum in Duisburg werden die Forschungsbeiträge im Tagungsband vier Themenfeldern zugeordnet (vgl. Abb.1):

1. Automotive Engineering

(technische Lösungen im Übergang zur Elektromobilität, Simulationen und Fahrerassistenzsysteme)

2. Automotive Management

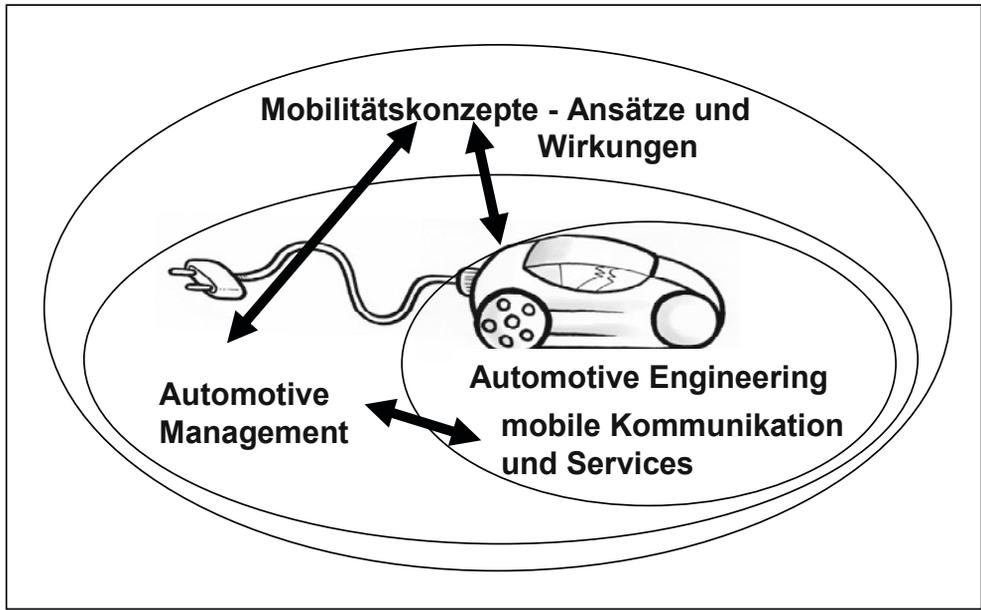
(Markt für die neue Elektromobilität, Prozessoptimierungen, Vertrieb der neuen Mobilität und Managementherausforderungen im Übergang zur Elektromobilität).

3. Mobilitätskonzepte

(Nutzerverhalten in der Elektromobilität, neue integrierte Konzepte z.B. für den Stadtverkehr und im ländlichen Raum, Modellversuche)

4. Mobile Kommunikation und Services

(Navigationssysteme und neue Konzepte der intelligenten Verkehrssteuerung).

Abbildung 1.1 Forschungsfelder zur Mobilität der Zukunft

Wenn Deutschland den Übergang in die Elektromobilität mit treiben und die automobilen Wertschöpfung im Land halten möchte, müssen technische und betriebswirtschaftliche Anforderungen optimiert und zusammengeführt werden. Dies ist eine interdisziplinäre Aufgabe. Wettbewerbsvorteile entstehen an den Schnittstellen.

| Plenumsvorträge

1 Vom Batteriefahrzeug zur Elektromobilität

Neue Beweglichkeit durch intermodale und energetische Vernetzung

Weert Canzler, Andreas Knie (Innoz – Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel, Berlin)

1	Vom Batteriefahrzeug zur Elektromobilität	5
1.1	Elektromobilität als systematischer Ansatz	6
1.2	Die Zeit nach der „Rennreiselimousine“	6
1.2.1	Nutzen statt besitzen.....	8
1.2.2	Reichweite kein wirkliches Problem	10
1.2.3	Neue Verkehrsdienstleistungen	11
1.3	Vielfach vernetzt.....	12
1.3.1	Puffer nur im Flottenmanagement	13
1.3.2	Mobilitätspyramide.....	14
1.4	Aussichten	15
1.4.1	Offene Fragen geblieben.....	16
1.4.2	Elektromobilität reloaded?	18
	Literatur.....	19

1.1 Elektromobilität als systematischer Ansatz

Im mittlerweile dritten Jahr des E-Mobility-Hypes ist klar, dass es sich beim Elektrofahrzeug nicht nur um ein Auto mit einem anderen Antrieb handelt, sondern dass es um den Einstieg in eine neue Form von Mobilität geht. Mehr noch, es geht um den qualitativen Sprung vom Elektroauto zur vernetzten Elektromobilität. Elektromobilität umfasst ebenso Elektrofahräder, so genannte Pedelecs, E-Roller, darüber hinaus neue, erst als Prototypen oder Designskizzen vorhandene elektrische Fahrzeuge und eben auch die klassischen Elektrofahrzeuge – Schnellzug, S- und U-Bahn, Tram und Oberleitungsbusse. Und es geht dabei auch um neue Nutzungskonzepte jenseits des Privatfahrzeugs [2].

Die vernetzte Elektromobilität von morgen ist allerdings voraussetzungsreich. Sie steht erst ganz am Anfang. Es muss sich erst noch zeigen, ob die fachübergreifende, interdisziplinäre Form der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Zusammenarbeit trägt und ob Deutschland auch tatsächlich einen systemischen Ansatz entwickeln und dauerhaft stabilisieren kann. Derzeit erkennen die Automobilhersteller, dass mit dem Autobesitz in den wachsenden Ballungszentren der Welt alleine kein Staat mehr zu machen ist, und man sich hier auf Kooperationen mit dem öffentlichen Verkehr einlassen muss. In den Megacities dieser Welt ist einfach nicht genügend Platz für das Privatauto für alle. Ebenso zeichnet sich ab, dass es bei der Elektromobilität von morgen eben nicht nur um ein Verkehrssystem geht, sondern ebenso um eine radikal geänderte Energieversorgung. Elektromobilität bedeutet auch: Verkehr und Smart Grid, das „intelligente Stromnetz“, wachsen zusammen. Autounternehmen investieren in Windparks, weil sie künftig Autos plus grünen Strom vertreiben wollen.

Diese Trends hätte noch vor wenigen Jahren kaum jemand für möglich gehalten. Ebenso wenig war absehbar, dass sich in der 2010 von der Bundesregierung eingesetzten „Nationalen Plattform Elektromobilität“ (NPE) eine Kooperation entwickelt, in der fast alle relevanten Akteure auf das industriepolitische Ziel verpflichten lassen, „Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität“ zu werden. Das einvernehmliche Aushandeln von Entscheidungen der verschiedenen Interessensgruppen in der NPE bietet einerseits die Aussicht auf eine stabile Diskursgemeinschaft. Andererseits hemmt es aber auch schon im Vorfeld durch Starrheit und Bewegungslosigkeit Innovationen. Der Ausgang ist offen.

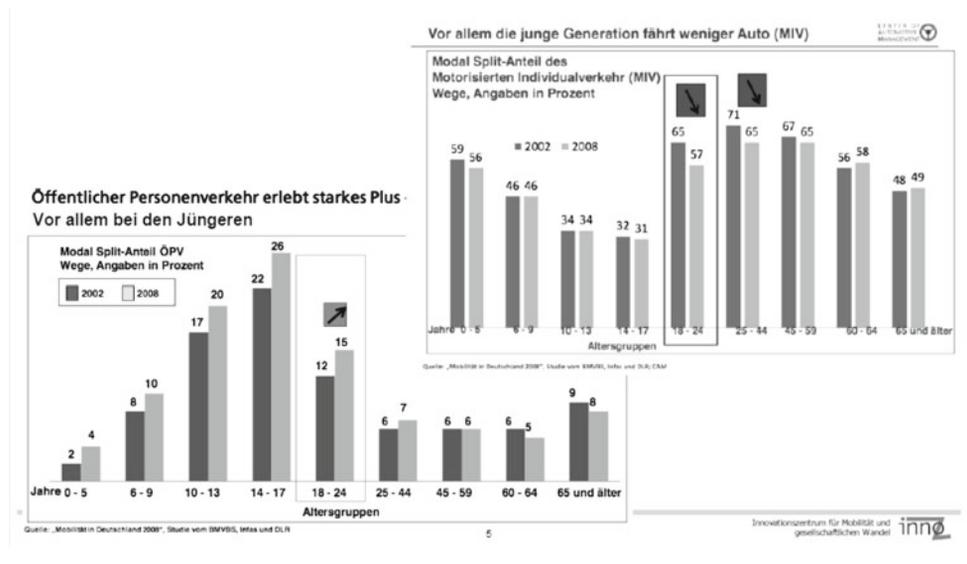
1.2 Die Zeit nach der „Rennreiselimousine“

Die generellen Trends sind absehbar, auch wenn sie gerne verdrängt werden: Das Ende des „billigen Öls“ ist erreicht, das diagnostiziert selbst die Internationale Energieagentur mittlerweile (IEA 2010). Doch selbst wenn es genügend einfach zu förderndes Öl gäbe, muss der Verkehr sich von der Verbrennung flüssiger Kohlenwasserstoffe verabschieden, um die global verbindlichen Klimaschutzziele zu erreichen. Die fossile Ära im Verkehr geht zu Ende. Das Konzept des Universalautos kommt an seine Grenzen, das Leitbild der Rennreiselimousine verliert an Kraft. Längst hat eine Phase des Übergangs in die post-fossile Mobi-

lität begonnen [19].

Zugleich sind gesellschaftliche Trends im Gange, die Auswirkungen auf den Verkehr haben: In den hoch motorisierten westlichen Gesellschaften führt nicht zuletzt der demografische Wandel vor allem hinsichtlich der Alterung in den kommenden Jahrzehnten zu widersprüchlichen Effekten. Die Verkehrsleistung insgesamt wird in der alternden Gesellschaft weniger stark wachsen oder sogar zurückgehen, dies wird alle Verkehrsträger betreffen. Aber auch qualitative Änderungen in der Verkehrsnachfrage sind zu erwarten. Der Bedarf an individueller Beweglichkeit wird bei den künftigen Alten gegenüber früheren Altengenerationen eher noch steigen. Das ist heute schon erkennbar, die älteren Verkehrsteilnehmer fahren weniger mit den Öffentlichen und mehr Auto. Im Vergleich der einzelnen Altersgruppen zeigt sich ein doppelter Generationeneffekt:

Abbildung 1.1 Generationeneffekt im Modal Shift (Anteil der Verkehrsmittel am Gesamtverkehrsmarkt)



Erstellt von Christian Maertins

In modernen Gesellschaften, die Individualisierung und Flexibilisierung eine so hohe Wertschätzung beimessen, ist klar: „Eigenzeiten“ und „Eigenräume“ bleiben bestimmende Kriterien bei der Verkehrsmittelwahl [7]. Zugleich verändert sich die Bedeutung des Autos. Das Auto hat viel von seiner emotionalen Aufladung verloren. Der Kauf von Autos tritt ja bereits seit Längerem in den Hintergrund. Leasing ist bei den gewerblichen Nutzern seit vielen Jahren der beliebteste Weg, die Autonutzung zu finanzieren. Wo der Grad der Motorisierung schon lange hoch ist, ist das Auto zur Selbstverständlichkeit geworden. Sein

Nimbus ist verblasst. Das Auto ist längst zu einem Gebrauchsgegenstand geworden, verfügbar, überall vorhanden, „einfach da“ wie Strom, Wasser oder das Telefon. Damit verbunden sind neue Nutzungsmuster: Wie beim Internet ist der Zugang entscheidend, weniger der Eigentumstitel. „Access“ hat der Ökonom Jeremy Rifkin als den Modus künftigen Konsums erkannt [17]; das gilt mehr und mehr auch im Verkehr, zumal dann, wenn er mit anderen Infrastrukturnetzen zusammenwächst.

1.2.1 Nutzen statt besitzen

Das Auto hat als Statussymbol und als Instrument des demonstrativen Konsums ernst zu nehmende Konkurrenz erhalten. Mobiltelefone, Kleidung oder Computer eignen sich ebenso zur Demonstration sozialer Unterschiede. Vor allem für die Jüngeren ist das Auto zwar ein alltägliches Verkehrsmittel mit hoher Verfügbarkeit, jedoch weniger ein Status- und Prestigeobjekt als in den Vorgängergenerationen. Zwar gibt es keine generelle Abkehr der Jüngeren vom Auto [18]. Doch mehren sich die Zeichen, dass sich das einst enge Verhältnis lockert: So sinkt die Führerscheinquote in Deutschland erstmalig seit Jahrzehnten. Bei den unter 26-Jährigen fiel sie von 90,6 Prozent im Jahr 2000 auf 75,5 Prozent im Jahr 2008. Zugleich gehen junge Kunden der Autoindustrie verloren: 2009 waren laut der Statistik des Kraftfahrt-Bundesamtes nur noch sieben Prozent der Neuwagenkäufer unter 30 Jahre alt, im Jahre 1999 waren es noch 17 Prozent gewesen [2].

Doch geht es nicht nur um Besitz und Prestigewert. Auch in der tatsächlichen Verkehrsmittelnutzung hat das Auto Anteile eingebüßt. Das gilt zumindest für Großstädte, wie das Beispiel Berlin zeigt. Dort haben sich im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts die Anteile der verschiedenen Verkehrsträger gerade bei den Jüngeren signifikant verändert: In der Altersgruppe der 18- bis 24-Jährigen hat sich der Radverkehrsanteil von sechs Prozent im Jahr 2002 auf zwölf Prozent im Jahr 2008 erhöht, auch der Fußverkehrsanteil stieg von 22 auf 26 Prozent und der Anteil des öffentlichen Verkehrs ebenfalls von 35 auf 42 Prozent, verloren hat hingegen der motorisierte Individualverkehr – sowohl bei der Anzahl der Fahrer als auch der Mitfahrer. Hier gab es in dem Untersuchungszeitraum einen drastischen Rückgang von 38 auf 21 Prozent [10][20][11].

Gewinner der Veränderungen in der städtischen Verkehrsmittelwahl ist vielerorts das Fahrrad. Selbst in Städten wie Paris, London oder Barcelona, in denen noch vor Jahren kaum jemand aufs Rad gestiegen wäre, ist ein regelrechter Fahrradboom ausgebrochen. Die weltweiten Erfolge von öffentlichen Fahrradverleihangeboten unterstreichen das: Mittlerweile ist das Fahrrad in den europäischen Metropolen zu einem etablierten Verkehrsmittel geworden, dessen Anteil an den täglichen Wegen im Schnitt und übers ganze Jahr gerechnet bereits die Zehn-Prozentmarke überschritten hat. Der Fahrradanteil am Verkehrsaufkommen hat in erster Linie dort stark zugenommen, wo er bislang gering war. Außerdem wird das Fahrrad wesentlich häufiger als das Auto mit anderen Verkehrsmitteln kombiniert. Die zunehmende Nutzung des Fahrrades ist nur ein Beleg einer wachsenden inter- und multimodalen Verkehrspraxis.

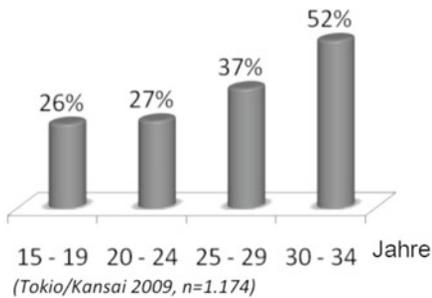
Fast überall in den früh motorisierten Regionen der Welt gibt es diese Tendenzen. Der

Prestigeverlust des Automobils, die Autoabstinenz der Jüngeren oder der (Wieder-) Aufstieg des Fahrrads sind Phänomene, die praktisch überall in Europa sowie in den verdichteten Städten Nordamerikas wie San Francisco, Portland, Boston oder New York zu beobachten sind. Auch in Japan schlägt der Verband der Autoproduzenten Alarm. Dort ist in der fast 20-jährigen wirtschaftlichen Stagnationsphase seit Anfang der 1990er-Jahre der heimische Autoabsatz um fast ein Fünftel gesunken und besonders stark war der Einbruch wiederum bei den Jüngeren, wie **Abbildung 1.2** zeigt:

Abbildung 1.2 Bedeutungsverlust des Autos bei Jüngeren in Japan

„Kuruma banare“ oder: Demotorisierung in Japan

Jeder zweite bis vierte jüngere Japaner hat „kein Interesse“ am Kauf eines neuen Wagens.



Der häufigste genannte Grund: „Almost no need to use a car in everyday life“.

Die Ausgaben für das eigene Auto sinken, die Ausgaben für Internet, Mobiltelefonie und andere Mobilitätsdienste wachsen.



Ausgaben für das Auto je Haushalt 2000-2005
Ausgaben für Internet und Mobiltelefonie 2000-2005
Wachstum der Mietwagenbranche 2000-2008

(Newsweek, 16.2.2008, A post-car society)

Eigene Darstellung nach Bratzel 2010. Quellen: Statistics Bureau of Japan, Global Insights, Arthur D. Little Japan

Erstellt von Christian Maertins

Allerdings bleiben diese Entwicklungen auf Ballungsräume begrenzt. In ländlichen Regionen dominiert im Alltagsbetrieb weiterhin die private Automobilnutzung. In Deutschland hat die größte empirische Untersuchung des Verkehrsverhaltens, die Studie „Mobilität in Deutschland“, in ländlichen Regionen im Jahre 2008 praktisch eine 100-prozentige Verfügbarkeit von Autos gemessen. Daran dürfte sich auch auf mittlere Sicht wenig ändern, denn zum einen muss man sich dort weder um Parkraum und Staus sorgen noch gibt es überhaupt Alternativen zum Auto. Und für die Jüngeren auf dem Land gilt nach wie vor: Das eigene Auto ist und bleibt *das* individuelle Freiheitsversprechen [23].

Das Kombinieren der unterschiedlichen Verkehrsmittel wird zu einer in öffentlichen Räu-

men sichtbaren sozialen Praxis, was intermodalen Mobilitätsdienstleistungen neue Chancen eröffnen. Die Erfahrungen aus der Vergangenheit zeigen, dass sich die Markterfolge aber auch nur dann einstellen, wenn die kombinierten Verkehrsangebote einfach, routinefähig und natürlich zuverlässig sind – also ein „nutzen ohne nachzudenken“ möglich ist. Nur intuitiv nutzbare Mobilitätsdienstleistungen mit geringen Transaktionskosten können zur Alternative zum privaten Auto werden [16].

1.2.2 Reichweite kein wirkliches Problem

Lange Zeit argumentierten Autobauer und Fachjournalisten, dass eine Reichweite von 500 Kilometern und mehr für die Akzeptanz von Autos unerlässlich sei. Dabei weiß die Verkehrsforschung schon seit Jahrzehnten, dass im städtischen Verkehrsgeschehen eine hohe Nahraumorientierung vorherrscht [8][9]. Betrachtet man nur die tatsächlichen Wege, käme man in der Alltagsnutzung mit 100 Kilometer Reichweite völlig aus. Sicherlich darf man nicht unterschätzen, dass bei der Nutzung der Rennreiselimousine die Option, längere Strecken zu fahren und die Vorstellung, immer und überall hin zu kommen, omnipräsent sind. Es bleibt eine attraktive Eigenschaft der konventionellen Fahrzeuge, dass ihre Besitzer wissen, sie könnten jederzeit auch lange Strecken fahren.

Aber was ist denn, wenn die Nutzer vorher bereits wissen, dass das gewählte Fahrzeug nur 100 Kilometer weit kommt? Dieses Experiment hat die Autoindustrie bislang nicht gewagt. Erste Erfahrungen aus verschiedenen Versuchen mit elektrischen Fahrzeugen belegen, dass die eingeschränkte Reichweite für die Pilotkunden von nachrangiger Bedeutung ist [1]. Diejenigen, die sich auf ein solches Fahrzeug einlassen, kommen mit der im Vergleich zum konventionellen Auto limitierten Reichweite gut zurecht. Wer vom Abenteuer Elektrofahrzeug begeistert ist, also nicht nur in Umfragen seine Sympathie bekundet, sondern tatsächlich die wenigen Chancen auf die Nutzung ergreift, nimmt auch Einschränkungen in Kauf. Noch besteht diese Gruppe der fast überwiegend aus Männern mittleren Alters mit technischem Ausbildungsintergrund, die in einem Mehrpersonenhaushalt in städtischer Umgebung wohnen, überdurchschnittlich gebildet sind und auch überdurchschnittlich gut verdienen. Das ist eine Zielgruppe, die nicht zu den Stammkunden des öffentlichen Verkehrs gehört und dennoch eine erhöhte Bereitschaft zeigt, auch den öffentlichen Verkehr zu nutzen und zum Beispiel längere Fahrten mit der Bahn zu absolvieren. Voraussetzung jedoch ist, dass der Umstieg in den öffentlichen Verkehr transparent und einfach möglich ist.

Diese Erfahrungen sind keineswegs neu. Bereits aus früheren Versuchen mit E-Mobil-Testflotten wurden Erfahrungen gesammelt, die vor allem eines zeigen: Nutzer von Elektroautos stellen sich schnell auf die Leistungseinschränkungen der Fahrzeuge ein. Dahinter steht die empirische Erkenntnis aus vielen techniksoziologischen Studien, dass sich der Umgang mit neuen Techniken während des Gebrauchs ändert. Nicht die Erwartungen an eine Technik dominieren deren Nutzung, sondern vielmehr bestimmen deren faktische Möglichkeiten und Grenzen den Umgang mit der Technik. In Befragungen und mithilfe von teilnehmender Beobachtung ließ sich bei vielen Nutzern von Elektrofahrzeugen eine Lernkurve rekonstruieren, die zeigt: Sie haben sich auf die Beschränkungen des batteriebe-

triebenen Elektrofahrzeugs eingestellt und im Alltag lebbar und „passende“ Nutzungsweisen ausgebildet. Dies war in der Vergangenheit meistens umso schwieriger, weil kaum öffentlich zugängliche Ladestationen vorhanden waren.

Die Dynamik im Verhältnis zum Elektroauto, das im Vergleich mit der Rennreiselimousine mit Verbrennungsmotor nur eingeschränkt nutzbar ist, lässt sich an seinem Bedeutungswechsel über die Zeit ablesen: Oft haben Fahrer eines Elektroautos dieses zunächst als Zweitwagen betrachtet. Im Laufe der fortdauernden Nutzung wurde es jedoch zum faktischen Erstwagen. Seine angenehmen Fahreigenschaften, die Vorteile der Geräuschlosigkeit, die wohlwollende Aufmerksamkeit der Umwelt – all das hat viele Elektroautonutzer dazu gebracht, es sukzessive häufiger zu fahren, das E-Mobil in Alltagsroutinen einzubauen und es damit zum Erstwagen zu machen [6].

Alle Nutzerbefragungen zeigen im Übrigen, dass die Nutzer durchweg angetan sind von den Fahreigenschaften. Die Pilot-Nutzer schätzen das leise, abgasfreie Fahren und sind von der vollen Kraftentfaltung des Elektroantriebs gleich beim Start positiv überrascht. Sie berichten davon, dass die spezifischen Fahreigenschaften des E-Antriebs sie dazu gebracht haben, ihren Fahrstil zu verändern. Viele Befragte geben an, sich mit dem E-Auto „gleitend“ im Strom des Verkehrs zu bewegen und das Fahrzeug vorausschauend zu steuern. Vom „Surfen“ ist bisweilen die Rede oder vom „fließenden Fahrstil“. Auffällig ist außerdem, dass viele Pilotnutzer im Laufe der Nutzungszeit zunehmend Gefallen an der Rekuperation, d.h. an der bewussten Rückführung von Bremsenergie, finden. Es entwickelt sich oft geradezu ein eigentümlicher Ehrgeiz, möglichst oft und lange Energie aus Bremsvorgängen in die Batterie zurückzuspeisen.

Allerdings werden diese positiven Fahreindrücke häufig dadurch getrübt, dass die Fehleranfälligkeit der Fahrzeuge bisher und insbesondere in den Wintermonaten zu groß ist. Kritisch ist und bleibt auch die Preiswahrnehmung. Obwohl die Fahrzeuge einen durchweg sehr positiven Eindruck hinterlassen haben, sind die Menschen nicht bereit, wesentlich mehr für sie zu bezahlen als für gewöhnliche Automobile. Diese fehlende Zahlungsbereitschaft für die deutlich teureren E-Autos wird aber von den Probanden unter den gegebenen Bedingungen der bestehenden Funktionsräume getroffen. Diese sind ja prinzipiell änderbar. Fragt man nach anderen Vorteilen, die man diesen Autos einräumen sollte, dann steigt das Interesse wieder. Besonders hoch im Kurs steht in Ballungsräumen das privilegierte Parken. Dies wäre – so das einhellige Statement der Befragten, die regelmäßig elektrisch fahren – ein echter Nutzervorteil, der zur Popularisierung der Fahrzeuge beitragen könnte [5].

1.2.3 Neue Verkehrsdienstleistungen

Das batteriebetriebene Autofahren wird auf absehbare Zeit mit einer – gegenüber dem bisherigen konventionellen Auto – geringeren Reichweite und mit längeren Ladezeiten verbunden sein. Eine bezahlbare „Superbatterie“ mit einer dramatisch höheren Speicherdichte zu akzeptablen Kosten wird es nach Lage der Dinge in den kommenden zehn bis 20 Jahren nicht geben. Es führt also in eine Sackgasse, wenn man die Ansprüche an E-Mobile

mit den konventionellen Vorstellungen vom klassischen Automobil überformt. Lässt man sich auf realistische Erwartungen der Vorzüge und der Einschränkungen von Elektroautos ein, erhält man eine vollkommen andere Perspektive: Das Elektroauto wird zum integralen Element eines umfassenden öffentlichen Verkehrsangebotes. Damit ist es nicht mehr das universell nutzbare Fahrzeug und gleichsam autistische Artefakt, das es über Jahrzehnte war, sondern Teil einer neuen Vernetzungsstruktur. Die Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsträger mit ihren jeweiligen Stärken unter Einschluss des Elektroautos „verführt“ seine Benutzer zu intermodalen Verkehrsdienstleistungen. Das Ergebnis ist eine *moderne Beweglichkeit*, die das Bedürfnis nach individualisierter Mobilität mit einer hohen Effizienz und einer für künftige Generationen verträglichen Ressourcenverwendung verbindet.

Allerdings bedeutet das auch, dass das integrierte elektrische Automobil nicht mehr in Privatbesitz, sondern Teil von professionell gemanagten Flotten in öffentlicher Nutzung ist. Das Auto verändert seinen Charakter radikal. Eingeschränkte Reichweiten und lange Ladezeiten sind so gesehen keine Handicaps, sondern vielmehr eine Chance, denn sie zwingen zur Kombination mit anderen Verkehrsmitteln. Die bisherigen Pilotnutzer jedenfalls kommen gegenüber den konventionellen Autofahrern auf eine mehr als doppelt so hohe Fahrtenzahl in Bussen und Bahnen. Und dies ohne wahrgenommene Einschränkung.

Einen privaten Markt für E-Fahrzeuge jedenfalls wird es in den kommenden Jahren voraussichtlich kaum geben. Im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug bleiben sie zu teuer. E-Mobile im Flottenmanagement haben gegenüber Privatnutzungen dagegen handfeste Vorteile. Sie lassen sich organisiert und damit auch kontrolliert einsetzen. Sie erreichen eine höhere Fahrleistung als im privaten Gebrauch. Und vor allem lassen sie sich gezielt aufladen, nämlich dann, wenn der Strom am günstigsten ist, weil das Angebot die Nachfrage übersteigt. Mit bestehenden Konzepten für das Management von Fahrzeugflotten kann damit einerseits der Nutzwert der Flotte als Mobilitätsbaustein und zugleich als neue Option für die Stromnetzstabilität gesichert werden.

Zugleich wird Intermodalität als Geschäftsmodell interessant und möglich. Das geteilte Auto hat als Elektroauto möglicherweise erstmals eine Chance, aus der Nische herauszukommen, in der es sich seit vielen Jahren bewegt (konzeptionell bereits in: [3]). Soll dieses „intermodale E-Mobility-Angebot“ nicht eine Vision bleiben, muss es zumindest Ansätze und günstige Bedingungen zu ihrer Realisierung geben. Viel versprechende Ansätze wie in Paris, in Amsterdam oder auch in einigen deutschen Pilotversuchen gibt es bereits. Wie hoch ihr Potenzial ist, hängt nicht zuletzt davon ab, wie professionell sie verfolgt werden.

1.3 Vielfach vernetzt

Elektrofahrzeuge haben einen zusätzlichen Reiz: Sie sind als Speicher für überschüssigen regenerativen Strom einsetzbar und sie können kurzfristig und flexibel für eine bessere Balance des Stromnetzes sorgen. Damit können sie gerade auf der Niederspannungsebene eine Pufferfunktion im Stromnetz einnehmen, das bei einem steigenden Anteil regenerativ erzeugten Stroms auf zusätzliche Speicheroptionen dringend angewiesen ist. In einem

zweiten Schritt folgt das Vehicle-to-Grid-Modell (V2G) mit bidirektionalem Laden, also der Stromfluss in die Batterie und aus ihr heraus. Dann könnten bestimmte Energiemengen in Zeiten von hoher Nachfrage wieder ins Netz zurückgespeist werden. Die technischen Voraussetzungen für das anspruchsvolle bidirektionale V2G werden allerdings in den nächsten Jahren kaum vorhanden sein. Aber bereits jetzt sind die Potenziale für die erste, technisch weniger voraussetzungsreiche „Überlauffunktion“ enorm. Bisher sind die Berechnungen über die Speicherpotenziale noch sehr grob, doch die Größenordnung ist viel versprechend [21]. Schon die für 2020 angepeilte Summe von einer Million Elektrofahrzeugen könnte eine erhebliche Speicherreserve für überschüssigen regenerativen Strom bilden und die Chancen erhöhen, durch gezieltes Laden die Regelenergie signifikant zu erhöhen.

Das E-Auto wird durch tarifliche Anreize zum Puffer in einem Netz, das mittel- und langfristig mit häufiger, aber unregelmäßig anfallendem überschüssigem Strom aus regenerativen Quellen umgehen muss. Es wird zunehmend wichtiger, diese Spitzen in der Produktion von regenerativen Energien aufnehmen zu können und damit die Volatilität des Netzes zu dämpfen. Aufgrund fehlender Speichermöglichkeiten wird der nach gesetzlichen Vorgaben vorrangig einzuspeisende Wind- und Solarstrom durch Abschaltung verschenkt oder sogar mit negativen Preisen bis zu 500 Euro je MWh belegt und dann ins Ausland verkauft. Netzfremdliche E-Fahrzeuge in genügender Zahl könnten dies verhindern.

1.3.1 Puffer nur im Flottenmanagement

Doch wie realistisch ist diese Idee der Netzstabilisation durch E-Fahrzeuge? Ein zeitversetztes Laden innerhalb einer definierten Periode dürfte kein Problem darstellen. Beispielsweise würde sich bereits ein interessanter Spielraum für den Stromeinspeiser ergeben, wenn bei einer Nachtladung lediglich vereinbart wird, dass morgens um 7 Uhr die Batterie des E-Autos vollständig geladen sein soll, das Fahrzeug aber bereits ab 21 Uhr an der Steckdose hängt. Innerhalb von zehn Stunden könnte das Energieversorgungsunternehmen dann gesteuert laden, wenn es zur Stabilisierung des Netzes andernorts nicht nachgefragten Strom loswerden möchte. Vattenfall hat das gesteuerte Laden im Rahmen des Berliner Mini-E-Versuchs ausführlich getestet und sieht darin eine Chance, erhebliche Kosten einzusparen, die man ansonsten für die Anpassung der Leistungskapazitäten ausgeben müsste [4]. Es bestehen jedoch erhebliche Zweifel, ob Privatnutzer über das Nachtladezeitfenster hinaus die Souveränität über ihr Fahrzeug abgeben, um die potentielle Ladezeit zu verlängern und damit in den Genuss vergünstigter Stromtarife zu kommen. Ganz anders sieht es beim professionellen Flottenbetrieb aus: Sowohl das zeitlich versetzte Puffern als auch vor allem das in einigen Jahren mögliche bidirektionale V2G ist vor allem deshalb für Flotten eine realistische Perspektive, weil diese ein vorausschauendes Lastenmanagement wesentlich einfacher und verbindlicher gewährleisten als es die individuelle private Nutzung kann. Flottenmanager sind darin geschult, die verfügbaren Fahrzeuge optimal einzusetzen. Das geregelte Laden von E-Fahrzeugen ist für die Flottendisposition ein zusätzlicher Parameter in ihrem logistischen Kerngeschäft.

Voraussetzungen für gesteuertes Laden im ersten Schritt und für bidirektionales Laden im

zweiten Schritt sind differenzierte Tarife und Einspeisevergütungen für überschüssigen Strom aus erneuerbaren Quellen. Eine Anpassung bzw. Erweiterung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) müsste die Speicherfunktion des E-Fahrzeuges definieren und eine verlässliche Vergütung für den zu leistenden „Netzintegrationsausgleich“ vorsehen (weitergehend dazu: [2]).

V2G-Modelle stehen und fallen mit der technischen Fähigkeit der Speichereinheiten im Fahrzeug, präzise und zuverlässig speichern und rückspeisen zu können. In der Batterieforschung und in der weiteren Optimierung der Steuerungselektronik müsste diesem Ziel daher hohe Priorität eingeräumt werden. Bisher gehen die Forschungsanstrengungen schwerpunktmäßig in Richtung einer hohen Reichweite und einer starken Zyklfestigkeit, weil als Referenz das herkömmliche Automobil mit einem reichweitenstarken Verbrennungsmotor dient. Es kommt jedoch darauf an, die avisierten Forschungsvorhaben im Rahmen der Schaufensterprojekte dafür zu nutzen, die verschiedenen Modelle zu testen, entsprechende Fantasie zuzulassen und auch die technischen Tests auf die verschiedenen Vernetzungsoptionen mit dem Stromnetz hin zu justieren. Diese Zielsetzung ist in den Forschungsprogrammen ausdrücklich zu verankern.

1.3.2 Mobilitätspyramide

Wie ein intermodales Angebot konkret aussehen kann, wurde im Rahmen des vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Modellvorhabens „BeMobility“ in Berlin und Brandenburg entwickelt (siehe www.bemobility.de). Erstmalig besteht damit ein Angebot aus einem Guss, das im Sommer 2011 schon viele Kunden testen konnten. Die Basis einer Zeitkarte für den öffentlichen Verkehr wird ergänzt durch ein Carsharing-Zeitkontingent sowie durch eine Flatrate für die Nutzung von öffentlichen Fahrrädern. Idealerweise gehört in eine zukünftige Angebotserweiterung auch eine wählbare Anzahl an Fernfahrten mit der Deutschen Bahn dazu. Alles ist bequem in einem Tarif über eine App zu nutzen. Und so sieht das integrierte Angebot in Form einer Mobilitätspyramide aus:

Abbildung 1.3 Mobilitätspyramide



Erstellt von Frank Wolter

Die Mobilitätspyramide verknüpft konsequent die Basismobilität in Bahnen und Bussen mit den Zusatzoptionen im Schienenfernverkehr, Mietwagen und Mietfahrrad, die es bisher als gebündeltes Angebot nicht gegeben hat. Sie verspricht einfache Verfügbarkeit, individuelle Nutzungsprofile und einen günstigeren Preis als die Summe seiner einzelnen Komponenten. So könnte sie zur echten Alternative für das private Auto avancieren. Das elektrische Fahrzeug kann damit zu einem Element eines leistungsstarken Verbundes werden. Das vermeintliche Handicap einer zu geringen Reichweite löst sich in der integrierten Betrachtung auf.

1.4 Aussichten

Die höchsten Hürden für die Realisierung intermodaler Mobilitätskonzepte sind angesichts der notwendigen und tief greifenden Transformationen nicht technischer, sondern vielmehr sozialer und innovationskultureller Art. Ungewohnte Bündnisse und Kooperationen ohne Vorbild sind nötig, um eine attraktive vernetzte Elektromobilität zu verwirklichen. Die Wettbewerbsordnung sowie auch die Finanzierungsstrukturen wichtiger Branchen

bieten keine Voraussetzungen für notwendige radikale Innovationen. Sie geben Anlass, vom Auto-, Bahn- oder Energieunternehmen zum umfassenden Mobilitätsdienstleister zu mutieren. Hinzu kommt, dass mit der notwendigen Ausdehnung des bisherigen Kerngeschäfts für die Unternehmen existenzielle Identitätsfragen auf die Agenda geraten. Wer macht was und wer ist für was zukünftig verantwortlich? Das komplexe Zusammenspiel braucht Räume, in denen diese Grenzüberschreitung ohne Gesichtsverlust in einem vertraulichen, produktiven Umfeld möglich ist. Es bedarf einer „Allianz der Willigen“ und keines Bündnisses, bei dem man nicht weiß, ob hier Unternehmen nur mitmachen, um bei der erstbesten Gelegenheit auf die Bremse zu treten.

Unter der geschickten Regie der Gemeinsamen Geschäftsstelle (GGEMO) jedenfalls wurden in der NPE erste Konturen entwickelt und Korsettstangen für einen solchen Raum eingezo- gen. Im Mai 2010 richtete die Geschäftsstelle sieben thematisch strukturierte Plattform-Arbeitsgruppen ein, die vier beteiligten Ministerien sowie das Kanzleramt beriefen. Experten aus den Bereichen Industrie, Wissenschaft und Zivilgesellschaft. Ein Lenkungskreis, dem die Staatssekretäre der Bundesministerien, die GGEMO sowie die Vorsitzenden der Arbeitsgruppen angehörten, tagte unter einem eigens berufenen Vorsitzenden monatlich und diskutierte den Arbeitsfortschritt. Begleitet wurde diese Runde durch den so genannten Industriekreis, der vom Verband der Automobilindustrie sowie der Bundesvereinigung der Deutschen Industrie koordiniert wurde, in dem auch die IG Metall vertreten war. Die AG-Vorsitzenden gehören in aller Regel den Vorständen an und der Industriekreis wurde jeweils von den Präsidenten bzw. Vorsitzenden repräsentiert. Hinzu gesellte sich das so genannte Redaktionsteam, das aus je einem Vertreter der AGs sowie des Industriekreises bestand und das den Schreibprozess des Ersten und Zweiten Berichtes übernahm. Auch die Vertreter dieses Teams nahmen an den Sitzungen des Lenkungskreises teil. Ein Katalog an Empfehlungen und Forschungsschwerpunkte liegt vor [15], er ist die Grundlage für die künftige Forschungs- und Innovationsstrategie der Bundesregierung.

1.4.1 Offene Fragen geblieben

Die Unsicherheit über die tatsächlich zu erwartenden Entwicklungen in der Batterietechnik ist allerdings geblieben. Wie viel Euro eine Kilowattstunde Batteriekapazität in zwei, vier oder acht Jahren kosten wird, kann niemand sicher prognostizieren. Wie hoch ist die Zahlungsbereitschaft der Kunden? Wie ließe sich die so genannte TCO-Lücke (Total Cost of Ownership, also die Summe, die ein Fahrzeug den Besitzer über die gesamte Produktlebenszeit tatsächlich kostet) schließen und wie hoch ist sie eigentlich? Und vor allen Dingen die Grundfrage überhaupt: Ist mit einem völligen Ersatz der otto- und dieselmotorischen Verbrennungsfahrzeuge zu rechnen oder sollte man eher davon ausgehen, dass elektrische Autos lediglich einen Nischenmarkt in Metropolen besetzen?

Offen ist zudem, wie angesichts der ungleichen Definitionsmacht der Mitglieder der NPE auf Dauer branchenübergreifende Gemeinsamkeiten erzielt werden können. Anschaffungsprämien können es sicher nicht sein. Bisher lautete die Erfolgsformel gegenüber den heftigen Ansprüchen nach schnellen Subventionen, die Notwendigkeit von weiterer For-

schung und Entwicklung zu deklarieren. In künftigen Leuchtturmprojekten sollen vor allen Dingen noch offene technische Probleme gelöst werden, während in den so genannten Schaufenstern groß angelegte Experimente ermöglicht werden sollen. Die kleinteilige Förderlandschaft der verschiedenen Modellregionen kann im Schaufenster zu sichtbaren Großprojekten gebündelt werden. Es geht hier nicht zuletzt darum, die neuen Mobilitätsdienstleistungen zu erproben. Es geht um Kundenakzeptanz, um das veränderte Nutzungsverhalten und um die Verbindung von energetischen mit verkehrlichen Fragen. In Schaufenstern sollen Experimentierklauseln zur Anwendung kommen, um den notwendigen Rechtsrahmen für eine öffentliche Nutzung von Flächen für die Erprobung von Fahrzeugflotten zumindest zeitlich befristet zu gewähren.

Um wirkungsvoll die neue Verkehrswelt vorzubereiten, sind einige Änderungen in der Konstruktion der NPE notwendig: Die Möglichkeit der Beteiligung der Umwelt- und Verbraucherverbände muss sich deutlich verbessern, damit die hier vorhandene Kompetenz sich in den Diskursen und auch Entscheidungen widerspiegeln kann. Ebenso wichtig ist eine Antwort auf die Frage, wie sich die ambitionierten Forschungs- und Entwicklungsprogramme verwalten lassen. Denn die vier involvierten Bundesministerien beharren auf ihre jeweiligen Zuständigkeiten, während die Industrie gern nur einen Ansprechpartner hätte. Hinzu kommt ein Grundsatzproblem des modernen Wissensmanagements, das beim Übergang vom batterieelektrischen Fahrzeug in die Elektromobilität deutlich wird: Das deutsche Innovationssystem ist immer noch von der Vorstellung einer Kaskade geprägt, nach der das Wissen aus der Grundlagenforschung langsam in die Anwendungen fließt, um am Schluss in neue Produkte und Dienstleistungen zu münden. Dementsprechend sehen auch die forschungsinstitutionelle Anordnung und die Finanzierungsregeln aus: Universitäten oder auch die Institute der Max-Planck-Gesellschaft sollen sich der Grundlagenforschung widmen, sie bekommen ihre Ausgaben auch, weil ja zweckfrei geforscht wird, bis zu 100 Prozent ersetzt. Sobald dann eine Projektlinie identifiziert wird und die anwendungsnahen Institute wie beispielsweise die der Fraunhofer-Gesellschaft übernehmen, gibt es nur noch eine Teilkostenerstattung. Wenn sich dann Industrieunternehmen beteiligen, sinkt die Förderquote nochmals deutlich. Diese zuwendungs- und haushaltsrechtliche Grundordnung widerspricht aber den tatsächlichen Geneseprozessen des Neuen. Innovationen – und dies gilt insbesondere für die Elektromobilität – sind keine Top-Down-Veranstaltungen und verlaufen vor allen Dingen nicht linear. Sie entstehen vielmehr in reflexiven Schleifen und werden von Versuch und Irrtum geprägt. Dies geschieht völlig quer zu den ordnungspolitischen Idealen und Förderstrukturen.

Die Förderpraxis auf Basis des überkommenen Kaskadenmodells ist voller Absurditäten. Eine Universität, die aus fertigen Komponenten ein Auto bauen möchte, erhält die volle Förderung der Kosten aus öffentlichen Geldern, während ein Industrieunternehmen, das sich aufgrund von Problemen in der Anwendung von Ladestationen mit dem Thema induktives Laden im Format der Grundlagenforschung beschäftigt, nur ein Drittel der Kosten ersetzt bekommt. Die Vergabe des Geldes sollte sich in Zukunft weniger danach ausrichten, wer der Empfänger, sondern welchen Zweck die Förderung verfolgen soll. Möglicherweise bietet der mehrfach diskutierte Vorschlag, die gesamte Förderung in einem Fonds zu konzentrieren, hier neue Perspektiven der Mittelvergabe.

1.4.2 Elektromobilität reloaded?

So ganz neu ist der aktuelle E-Mobility-Hype im Übrigen nicht. Während Ende der 1990er Jahre nach dem ernüchternden Rügenversuch die Branche das E-Auto wieder in die Ecke stellte, blieb alleine China am Ball. Der damalige Präsident der Tongji-Universität in Schanghai und heutige Minister für Wissenschaft und Forschung, Wan Gang, wurde zum Koordinator eines nationalen Programms ernannt und er verkündete bereits 2003, dass die Elektromobilität die Lösung für die Probleme des 21. Jahrhunderts darstelle und dass dies Chinas große Chance zur Technologieführerschaft sei.

Auf der Suche nach weiteren Unterschieden zu damals wird man an der französischen Atlantikküste im wunderschönen La Rochelle fündig. Hier haben betagte Peugeots 106 mit elektrischem Antrieb bis heute überlebt und zwar als Carsharing- Fahrzeuge. Technische, logistische und kostenbezogene Probleme sind im Carsharing lösbar. Außerdem erbringt es den Nachweis der Nützlichkeit. Interessierte E-Autonutzer brauchen sich keine teuren Autos zu kaufen, sondern nutzen dieses im Carsharing gelegentlich. Die geteilten Kosten dafür können sich breite Kreise der Bevölkerung leisten. Auf die gleiche Menge Fahrzeuge kommen nicht nur mehr Menschen; man fährt noch dazu sauberer und viel leiser. Der Nutzungsaufwand sinkt zudem drastisch, weil mittlerweile der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechniken verbreiteter, zuverlässiger und kostengünstiger ist. Das Orten, Buchen und das Abrechnen von Mietfahrzeugen ist dadurch bequemer geworden, die Nutzungsschwellen deutlich gesunken.

Der Übergang vom batterieelektrischen Fahrzeug zur Elektromobilität markiert genau diesen Paradigmenwechsel weg von der Fixierung auf das technische Gerät und weg von der Konzentration auf die Rennreiselimousine als Referenzprojekt. Wer das E-Auto jedoch in den direkten Vergleich schickt, der kann gar nicht an der Verbreitung interessiert sein, weil unter den gegebenen Umständen auch heute keine breite Nutzerakzeptanz zu erzielen ist. Stattdessen kann ein Gesamtsystem, das neue Dienstleistungen integriert, die nicht nur Autos sondern auch Pedelecs und E-Scooter umfassen, und das auch die übrigen Angebote der Busse und Bahnen einbezieht, zu einem neuen leistungsstarken Verbund werden. Verbindet man zusätzlich diese neuen verkehrlichen Optionen mit den Erfordernissen eines intelligenten Stromnetzes und den Möglichkeiten der Telekommunikation, dann drückt der Begriff der Elektromobilität tatsächlich diese neue Tiefe und Breite der Wertschöpfung aus. Hierzu bedarf es einer abgestimmten Koordination der Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Denn zurzeit herrscht noch das Referenzbild des klassischen Automobils vor und es droht die gleiche „Fehloptimierung“ wie in den frühen Jahrzehnten. Die Batteriefor- schung, die Ladeinfrastruktur und auch die Fahrzeugtechnik können nicht weiter getrennt bearbeitet werden in dem vermeintlich sicheren Wissen, man habe das gemeinsame Ziel eines neuen Autos klar vor Augen. Mit der mehrfachen Integration entwickelt sich aus dem alternativen Antriebsprojekt ein modernes Innovationsvorhaben, dessen Komplexität und Gestaltungsbedürftigkeit sicherlich nicht zu unterschätzen sind, dessen Optionen auf systemische Lösungen für eine nachhaltige Stadtentwicklung aber auch nicht überschätzt werden können.

Literatur

- [1] Bühler, F., Neumann, I., Cocron, P., Franke, Th., Krems, J., Schwalm, M., Keinath, A. (2010): Die Nutzerstudie im Rahmen des Flottenversuchs MINI E Berlin – Methodisches Vorgehen und erste Erfahrungen im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung. In: Mager, Thomas J. (Hrsg.). *Mobilitätsmanagement – Beiträge zur Verkehrspraxis*. Köln.
- [2] Canzler, W. Knie, A. (2011): *Einfach aufladen. Mit Elektromobilität in eine saubere Zukunft*. München.
- [3] Canzler, W., Knie, A. (1998): *Möglichkeitsräume. Grundrisse einer modernen Mobilitäts- und Verkehrspolitik*. Wien u. a.
- [4] Eckardt, C. F. (2011): *Green EMobility powered by Vattenfall. "Gesteuertes Laden zur Integration erneuerbarer Energien"*, Vortrag auf dem „Forum Elektromobilität 2011“ am 31.5. 2011 in Berlin, als download: http://www.forumelektromobilitaet.de/assets/mime/c214521ef7401f7c2cfd01f996059585/KONGRESS2011_Eckhardt.pdf
- [5] InnoZ - Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (2011): *Erste Ergebnisse aus dem BeMobility-Projekt*. Berlin. Ms.
- [6] Knie, A./Berthold, O./Harms, S./Truffer, B. (1999): *Die Neuerfindung urbaner Mobilität. Elektroautos und ihr Gebrauch in den USA und Europa*. Berlin.
- [7] Knie, A. (1997): *Eigenraum und Eigenzeit. Zur Dialektik von Mobilität und Verkehr*. In: *Soziale Welt*. Heft 1/1977. S. 39-55
- [8] Kutter, E. (1974): *Mobilität als Determinante städtischer Lebensqualität*, in: *Beiträge zu „Verkehr in Ballungsräumen“ (Jahrestagung der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft)*, Köln/Berlin.
- [9] Kutter, E. (2007): *Raum und Verkehr*, in: Schöller, O., Canzler, W., Knie, A. (Hrsg.): *Handbuch Verkehrspolitik*, Wiesbaden, S. 252-278
- [10] MiD (2002): *Infas/DIW: Mobilität in Deutschland 2002. Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten. Endbericht 2003* (als download: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/03_kontiv2002/pdf/projektbericht_mid2002_250703.pdf)
- [11] MiD (2008): *Infas/DIW: Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Struktur, Aufkommen, Emissionen, Trends*, Bonn/Berlin 2010 (als download: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf)
- [12] Mitchell, W. J./Borroni-Bird, Ch. E./Burns, L. D.: *Reinventing the Automobile. Personal Urban Mobility for the 21st Century*. Cambridge/MA 2010
- [13] MOP (2002): *Zumkeller, D., Chlond, B., Kuhnimhof, T.: Panelauswertung 2002, Fortführung und erweiterte Auswertungen zum Haushaltspanel sowie zu Kraftstoffverbrauch und Fahrleistungen*, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe 2003 (als download: <http://mobilitaetspanel.ifv.uni-karlsruhe.de/de/downloads/mop-berichte/index.html>).
- [14] MOP (2008): *Zumkeller, D., Chlond, B., Kagerbauer, M., Kuhnimhof, T., Wirtz, M.: Erhebungswellen zur Alltagsmobilität (Herbst 2009) sowie zu Fahrleistungen und Treibstoffverbräuchen (Frühjahr 2010)*, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe 2010 (als download: <http://mobilitaetspanel.ifv.uni-karlsruhe.de/de/downloads/mop-berichte/index.html>)
- [15] NPE - Nationale Plattform Elektromobilität (2011): *Zweiter Bericht*. Berlin.
- [16] *Projektgruppe Mobilität (2004): Die Mobilitätsmaschine. Versuche zur Umdeutung des Autos*. Berlin.
- [17] Rifkin, J. (2000): *Access. Das Verschwinden des Eigentums. Warum wir weniger besitzen und mehr ausgeben werden*. Frankfurt am Main/New York.
- [18] Rust, H. (2011): *Das kleine Schwarze. Jugendliche Autoträume als Herausforderung für das Zukunftsmanagement*, Wiesbaden.
- [19] Schindler, J./Held, M. (2009): *Postfossile Mobilität: Wegweiser für die Zeit nach dem Peak Oil*. Bad Homburg.
- [20] *Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2011): Stadtentwicklungsplan Verkehr Berlin*.

Berlin

- [21] Spiegelberg, G. (2010): „Wir brauchen keine neuen Kraftwerke“. Interview in: como 04/2010. S. 26
- [22] SrV (2008): Endbericht zur Verkehrserhebung, Mobilität in Städten – SrV 2008 und Auswertungen zum SrV-Städtepegel, TU Dresden 2009 (als download: http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/srv/dateien/staedtepegel08_akt)
- [23] Tully, C., Alfaraz, C. (2010): Technikbasierte Raumbezüge im Jugendalltag, in: deutsche jugend, 58. Jg., Heft 3, S. 122-128

2 Management-Herausforderungen für FORD im Übergang zur Elektromobilität

Caspar Dirk Hohage (Ford-Werke GmbH)

2	Management-Herausforderungen für FORD im Übergang zur Elektromobilität	21
2.1	Einleitung	22
2.2	Elektrifizierung – eine 100 Jahre alte Vision.....	22
2.3	Elektromobilität – Ein Paradigmenwechsel	23
2.4	Historie der Elektromobilität bei FORD	24
2.5	Aktuelles Portfolio bei FORD.....	25
2.6	Elektromobilität – Prognosen für die Zukunft.....	27
2.7	FORD und cologneE-mobil	29
2.8	Elektromobilität – Herausforderung für die Fahrzeugentwicklung.....	30
2.9	Allgemeine Entwicklungsstrategien	31
2.10	FORD's Entwicklungsstrategie.....	33
2.11	Elektromobilität: Ford-Organisation (ONE FORD)	36
2.12	Globalisierung – One Ford	37
2.13	Zusammenfassung	39

2.1 Einleitung

Im Rahmen der aktuellen politischen Diskussion und den zukünftig verschärften gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich der Begrenzung der Emissionswerte wird die Entwicklung elektrobetriebener Fahrzeuge in zunehmendem Maße vorangetrieben. Auf dem Weg zur Elektromobilität sehen sich die Fahrzeughersteller neben den technischen Herausforderungen auch vermehrt mit strategischen Fragestellungen hinsichtlich des Gesamtkonzepts Elektrofahrzeug konfrontiert. Neben den internen Auswirkungen auf den Fahrzeug-Entwicklungs- und Produktionsprozess ist hierbei auch vornehmlich die verkehrspolitische Integration von Elektrofahrzeugen in das tägliche Straßenbild zu berücksichtigen.

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über verschiedene Management-Herausforderungen, die auf dem Weg zur Elektromobilität bereits vorhanden/erkannt sind bzw. welche noch zu erwarten sind. Verschiedene Lösungsansätze und strategische Maßnahmen zur Bewältigung der auftretenden Problematik werden im Detail beschrieben, und wenn notwendig, herstellernerneutral behandelt.

2.2 Elektrifizierung - eine 100 Jahre alte Vision

Der aus Batterien gespeiste Elektromotor im Auto ist keine Erfindung der letzten Jahre sondern bereits eine hundert Jahre alte Vision.

Abbildung 2.1



Figure 45. Fred Allison and the 1913 Ford experimental car. (From the collections of Henry Ford Museum & Greenfield Village, neg. 0-1923)

Abbildung 2.1 zeigt den Ford-Ingenieur Fred Allison im Jahr 1913 bei einer Testfahrt mit dem ersten Ford-Elektrofahrzeug, einem Model T. Die elektrische Energie wurde damals in einer Nickel-Eisen-Batterie, die von der Firma Edison hergestellt wurde, gespeichert.

Henry Ford und Thomas Edison waren zu dieser Zeit nicht nur Nachbarn, sondern auch befreundet und arbeiteten gemeinsam an der Entwicklung eines batterieelektrischen Fahrzeugs. Es war geplant, dieses Fahrzeug für – nach heutigen Maßstäben – rund \$ 13.000 zu vermarkten. Die erreichte Höchstgeschwindigkeit betrug ca. 30 km/h und hatte eine Reichweite von ungefähr 70 Kilometern.

Gestoppt wurden alle weiteren Bemühungen jedoch durch die völlige Zerstörung des Edison Entwicklungszentrums in New Jersey durch einen Brand im Jahre 1914, sowie den Ausbruch des Ersten Weltkrieges verbunden mit dem späteren Kriegseintritt der USA.

2.3 Elektromobilität - Ein Paradigmenwechsel

Bereits in den Anfangstagen der Entwicklung von elektrobetriebenen Fahrzeugen war erkennbar, dass diese Art des Antriebs eine Reihe von weit reichenden Änderungen und damit verbunden neue Problematiken/Herausforderungen gegenüber herkömmlichen Antrieben (Otto- und Dieselmotoren) mit sich bringen werden. Hierzu ein paar Beispiele:

- Primär sei hier das Problem der Aggregatsanordnung und des Platzbedarfs ('Package') genannt. Am deutlichsten zeigt sich diese Problematik am Wegfall des Kraftstofftanks und dessen Ersatz durch wesentlich größere Energiespeicher in Form von Batterien. Aufgrund der wesentlich geringeren Energiedichte von Batterien kann eine vergleichbare Kilometerleistung nur auf Kosten eines größeren Bauraums erzielt werden. Herstellerseitig ist man gezwungen, Kompromisslösungen hinsichtlich des kundenseitig nutzbaren Stauraums und der Reichweite einer Batterieladung einzugehen.
- Einen weiteren Aspekt stellt die Getriebeauslegung dar. Diskutiert man derzeit bereits über eine optimale Anzahl von 8, 9 und mehr Getriebestufen für konventionelle Benzin/Diesel-Fahrzeuge, so sind prinzipiell Getriebestufen zur Überwindung des Anfahrens für Elektrofahrzeuge nicht mehr nötig, da der Elektromotor bereits aus dem Stillstand heraus höchste Drehmomente liefert. Wurden deshalb zunächst einstufige Getriebe für ausreichend gehalten, so geht bereits auch hier, getrieben durch Bauraumvorteile, die Tendenz zu zwei- bzw. mehrstufigen Getrieben.
- Die bei konventionellen Motoren (Otto/Diesel) oftmals noch riemengetriebene Komponenten (z.B. Pumpen) werden im Elektrofahrzeug gänzlich mittels eines elektrischen Antriebs betrieben werden. Hierbei stellt vor allem die neuerliche Aggregatsanordnung eine neue Herausforderung dar.
- Das Batteriemangement ist ebenfalls noch relatives Neuland. Die komplette Steuer- und Regelungstechnik erfordert mit fortschreitender Entwicklung stets eine neue Anpassung und Optimierung. Des Weiteren ist jeweils die Kompatibilität mit bereits vorhandenen Systemen zu gewährleisten.
- Die Verwendung von Hochvoltssystemen erfordert neben den zu beachtenden generellen Sicherheitsaspekten auch zusätzliche Maßnahmen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit.