
WZBrief Arbeit

08 | November 2010

Elektromobilität: Innovationen nur in vernetzter Form

Weert Canzler und Andreas Knie

Elektromobilität verändert den
Automobilstandort Deutschland.

Die Chancen liegen in der Vernetzung des
Elektroautos mit anderen Verkehrsmitteln,
dem Stromnetz sowie mit der Informations-
und Kommunikationstechnik.

Die stark spezialisierte deutsche Forschungs-
und Entwicklungslandschaft ist nicht auf die
dafür notwendige Zusammenarbeit der
verschiedenen Sektoren vorbereitet.

Elektromobilität: Innovationen nur in vernetzter Form

Weert Canzler und Andreas Knie

Ausgangslage: Der Hype um die Elektromobilität

Noch herrscht große Unsicherheit. Wie kann ein neuer Markt für Elektromobile aussehen? Wie soll der Absatz eines Produkts funktionieren, das verglichen mit dem konventionellen Automobil deutlich teurer ist und weniger Leistung bringt? Die Angst ist groß, dass viele Arbeitsplätze in der deutschen Automobilindustrie wegfallen. Nicht nur die Unternehmen sind alarmiert. Auch Wissenschaft und Forschung, Hochschulen und Ausbildungssystem stehen vor neuen Herausforderungen. Doch wie kann die Antwort auf diese Fragen aussehen?

Auf der im Mai 2010 von Bundeskanzlerin Merkel eingerichteten „Nationalen Plattform Elektromobilität“ arbeiten in sieben Arbeitsgruppen mehr als 100 Experten aus der Automobilindustrie, der Energie-, Chemie- und Entsorgungswirtschaft sowie Vertreter aus Wissenschaft und Forschung gemeinsam mit Beamten aus vier Bundesministerien an neuen Konzepten für die Zukunft der Elektromobilität. Das Ziel der Bundesregierung lautet: eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen bis 2020. Zu solchen Fahrzeugen zählen reine batterieelektrische Automobile und sogenannte Plug-in-Hybride. Dabei handelt es sich um Automobile, die über einen Hybridantrieb verfügen, dessen elektrischer Antrieb ebenfalls an der Steckdose aufgeladen wird.

Alle deutschen Autohersteller und ihre wichtigsten Zulieferer haben ihre Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten massiv ausgeweitet. Sie haben neue Allianzen gebildet und sind Kooperationen mit asiatischen Batterie- und Fahrzeugherstellern eingegangen, um vor allem in der Batterietechnik einen erheblichen Rückstand aufzuholen. Gleichzeitig haben Energieversorgungsunternehmen die Elektromobilität für sich entdeckt, weil sie sich neue Geschäftsfelder erhoffen.

Angetrieben werden die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durch die USA, Japan, China und auch Frankreich, die Milliarden-Beträge für die Elektrifizierung des Automobils ausgeben.¹ Die Autoindustrie ist eine Schlüsselbranche der deutschen Volkswirtschaft. Sie könnte in den kommenden Jahren massiv bedroht sein, wenn hierzulande nicht analoge Maßnahmen eingeleitet werden (vgl. acatech 2010; EFI 2010). Die deutsche Fahrzeugindustrie kann sich nicht auf dem Ruf ausruhen, exzellente konventionelle Antriebstechnik zu liefern. Sie muss auch in der Lage sein, Elektroantriebe zu produzieren, um die Wertschöpfung am Standort Deutschland zu sichern.

Dazu kommt: In den nächsten Jahren wird die Reichweite eines bezahlbaren Elektroautos kaum mehr als 150 Kilometer betragen. Auch wenn das Interesse in Deutschland an Elektroautos groß ist: Sind Konsumenten bereit, auch mehr zu

bezahlen, obwohl deren Komfort und Reichweite deutlich geringer sind? Befragungen der bisherigen Test- und Pilotkunden zeigen, dass die Begeisterung für die Technik während der Testphase zunimmt. Auch die Reichweitenbeschränkungen werden nicht als nachteilig wahrgenommen. Trotzdem ist die Bereitschaft gering, für solche Fahrzeuge deutlich mehr auszugeben als für konventionelle Autos. Zwar sind einzelne frühe Anwender bereit, höhere Preise für Elektromobilität zu zahlen. Hierauf können jedoch keine stabilen Markteinführungen aufgebaut werden.²

Das ambitionierte Ziel der Bundesregierung von einer Million Elektrofahrzeuge wird also nicht einfach zu erreichen sein. Selbst wenn es gelänge, ist damit keine Revolution im Automobilbau verbunden. Elektrofahrzeuge und Plug-in-Hybride werden gemeinsam in den nächsten Jahren nur einen marginalen Anteil an den Neuzulassungen bilden. Und selbst in den Jahren nach 2017 werden lediglich sieben bis acht Prozent aller Neufahrzeuge über einen elektrischen Antrieb verfügen, wie die folgende Übersicht zeigt.

Neuzulassungen (NZ) elektrisch betriebener Fahrzeuge 2010 bis 2020:
(Elektrofahrzeuge (EF) und Plug-in Hybrid-Elektrofahrzeuge (PHEF) in 1.000 Stück)

	NZ EF + PHEF	Bestand EV + PHEF	Bestand PKW (Mio.)	Anteil an NZ
2010	1	1	41,99	0,0 %
2011	1	2	42,24	0,0 %
2012	5	7	42,50	0,2 %
2013	10	17	42,75	0,3 %
2014	25	42	43,01	0,8 %
2015	50	92	43,27	1,6 %
2016	100	192	43,52	3,1 %
2017	180	372	43,79	5,6 %
2018	230	602	44,05	7,2 %
2019	240	842	44,31	7,5 %
2020	250	1092	44,58	7,8 %

Quelle: Matthies et al. (2010)

Die Realität: Neue Rahmenbedingungen für Mobilität

Die Fixierung auf den elektrischen Antrieb und das plakative Eine-Million-Ziel verstellt leicht den Blick auf Veränderungen der Rahmenbedingungen für den Automobilmarkt. Es geht nur vordergründig um die Chancen einer alternativen Antriebstechnologie und um die Etablierung einer zusätzlichen Nischentechnik. Weitere Faktoren werden erhebliche Konsequenzen für die Branche haben (Deutsche Bank Research 2009; Meißner 2010). In Mega-Cities wie Mexiko-Stadt, Sao Paulo, Bangalore oder Shanghai steigen die Belastungen durch Luftverschmutzung, überfüllte Straßen und Parkraumnot drastisch an. Gleichzeitig geht die Zeit des billigen Öls zu Ende. Ebenso zwingen die Folgen des Klimawandels – vor allem die Begrenzungen der globalen CO₂-Emissionen – dazu, die Emissionswerte pro gefahrenem Kilometer drastisch zu senken. Schließlich verliert das private Auto in den früh industrialisierten Gesellschaften seinen exklusiven Anspruch als Statussymbol und Prestigeobjekt. Fahrzeuge haben durch Mobiltelefone und Notebooks in den letzten Jahren kräftige Konkurrenz bekommen.

Der Automobilmarkt der Zukunft wird sich vor allem mit den zunehmenden Verkehrsbelastungen in Ballungsräumen auseinandersetzen und Lösungen anbieten müssen, die sich vom fossilen Energiezeitalter langsam lösen. Dies wird bereits von einigen Staaten in Form einer gezielten Industriepolitik antizipiert. So ist es das erklärte Ziel der chinesischen Führung, in der Elektromobilität innerhalb weniger Jahre technologischer Vorreiter zu werden und die Abhängigkeit vom Öl zu reduzieren.

Die Perspektive: Das dreifach vernetzte Automobil

Um diese Probleme zu lösen, reicht es nicht, Anreize zur Einführung einer neuen Antriebstechnik zu schaffen. Zunehmend wichtiger werden neue und effiziente Konzepte für den wachsenden urbanen Verkehr (siehe Canzler 2010). Innovative Geschäftsmodelle tauchen auf oder verlassen die Nische. London und Paris sind mit ihren *public-bike*- und *public-car*-Angeboten zu weltweit beachteten Pionieren geworden. Zugleich steigt Daimler in das Carsharing-Geschäft ein und bietet 2011 sein Car2Go-Angebot, ein Vollservice-Mietangebot auf Minutenbasis, in Hamburg und in anderen europäischen Millionenstädten an. Auch Autovermieter entdecken das Kurzzeitvermietgeschäft.

Elektrische Autos erhalten innerhalb dieser Konzepte einen besonderen Stellenwert, nicht nur, weil sie leise sind und vor Ort keine Emissionen produzieren. Die geringe Reichweite ist kein Hindernis, wenn diese Fahrzeuge zum integralen Bestandteil eines intermodalen Verkehrsnetzes werden. Die elektrischen Fahrzeuge werden zu einer stadtweiten Carsharing-Flotte. An allen Ecken der Stadt positioniert, können sie von registrierten Nutzern geöffnet, gefahren und wieder abgestellt werden. Dem Bedarf nach individuellem Transport kann in effizienter Weise genüge getan werden, und zugleich werden sie als Fahrzeugflotte professionell betrieben.

In Anbetracht des Ziels der Bundesregierung, den Anteil der erneuerbaren Energien bis zum Jahre 2020 auf 35 Prozent und bis 2030 auf 50 Prozent des Bruttostromverbrauchs zu erhöhen, erhalten Stromautos in einem professionellen Flottenmanagement eine weitere Perspektive. Der Anstieg der regenerativen Stromerzeugung verursacht wachsende Regulierungsnotwendigkeiten der Netzbetreiber. Da immer weniger „Regelenergie“ zur Verfügung steht, müssen enorme Anstrengungen für Ausgleichs- und Pufferleistungen zur Sicherung einer stabilen Frequenz auch bei volatilen Einspeisungen von Wind- und Solarstrom unternommen werden. Vor diesem Hintergrund werden daher Elektrofahrzeuge auch unter dem Gesichtspunkt betrachtet, als intelligenter Stromspeicher zu fungieren (z.B. VDE 2009). Bereits mehrere 100.000 Elektroautos am Netz könnten deutlich mehr Netzsicherheit bedeuten. Nach Berechnungen von Siemens kann mit einer Batteriekapazität von 20 KWh in 400.000 Elektrofahrzeugen, die gleichzeitig am Netz hängen und eine Gesamtspeicherkapazität bis zu acht Gigawattstunden haben, ein wesentlicher Beitrag zur Versorgungssicherheit geleistet werden.³ Effizient gemanagte Elektrofahrzeugflotten beispielsweise von Post, Bahn oder Telekom oder im Carsharing können also durchaus als zusätzliche flexible Speicher einen Beitrag zur Stabilisierung des Stromnetzes bei weiter steigenden Anteilen regenerativer Quellen leisten.

Das Auto als Elektromobil eröffnet also insbesondere für urbane Räume neue Perspektiven. Das Auto der Zukunft für die Stadt ist ein dreifach vernetztes Auto (Canzler/Knie 2009).

- Erstens besteht eine Vernetzung mit anderen Verkehrsmitteln. Um die Fahrten außerhalb der Reichweite des Elektroautos zu ermöglichen, ist es nötig,

Zu den Autoren

Die Politologen Dr. Weert Canzler und Prof. Dr. Andreas Knie haben von 1997 bis 2009 die Projektgruppe Mobilität am WZB geleitet. Weert Canzler bearbeitet Mobilitätsthemen seit 2009 im Rahmen der WZB-Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik. Andreas Knie, ebenfalls wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik, ist Geschäftsführer des Innovationszentrums Mobilität und gesellschaftlicher Wandel (InnoZ) sowie Bereichsleiter der DB Fuhrparkgruppe.

Alternativen bereitzuhalten. Das können (Miet-)Langstreckenautos mit konventionellem bzw. hybridem Antrieb sein oder Verkehrsangebote des öffentlichen Verkehrs. Die Vernetzungsoptionen des Elektroautos sind Teil eines umfassenden Mobilitätsangebots und bieten erhebliche Chancen für neue Serviceleistungen und Geschäftsmodelle. Konzeptionell am ambitioniertesten sind zur Zeit Peugeot und Citroen mit ihrem Mobilitätsprogramm „Mu“.

- Zweitens ist das Elektroauto mit dem Stromnetz intelligent vernetzt. Der „rollende Speicher“, das sogenannte *vehicle-to-grid*, ist vor allem für Fahrzeugflotten eine realistische Perspektive. Hier ist ein vorausschauendes Lastenmanagement einfacher und verbindlicher zu gewährleisten als bei der individuellen privaten Nutzung.
- Und drittens braucht das Elektroauto – gerade als *vehicle-to-grid* – eine informationstechnische Vernetzung. Konkret heißt das: Standort, Verfügbarkeit, Buchung, Freigabe und nicht zuletzt die Landung bzw. Entladung der Fahrzeuge erfolgen über das Internet und werden als Applikation auf Smartphones der Nutzer platziert.

Die Chance: Herausforderungen für das Innovationssystem

Der Wandel hin zum „neuen Auto“ ist grundlegend und ambitioniert. Er braucht nicht nur eine anspruchsvolle technische Vernetzung, leichte Materialien und leistungsfähige Batterien. Das gesamte Innovationssystem muss sich auf den Strukturwandel einstellen. Der verlangt einen mentalen Kraftakt und systemische Kompetenzen aller Beteiligten. Die Hersteller müssen lernen und umdenken. Die Forschung und Entwicklung werden sich völlig neu ausrichten müssen: zum einen hin zu neuen Fahrzeugen auf Leichtbaubasis und zu neuen Antriebs- und Speichertechniken, zum anderen zu neuen Mobilitätsdienstleistungen. Induktives Laden und netzoptimierende Batterien gehören genauso auf die Agenda wie die Schnittstellen zu den Nutzern und ein effektives Marketing, das die Akzeptanz der neuen Mobilitätsangebote fördert.

Das bisher so erfolgreiche Produktionsmodell der Autoindustrie wird abgelöst. Die künftige Wertschöpfung ist weniger auf das einzelne Produkt bezogen als auf die Systemdienstleistung unter dem Namen „Integrierte Mobilität“. Autos werden wie Busse und Bahnen auch weiterhin gebaut werden. Wichtige künftige Geschäftsfelder liegen jedoch in ihrer Vernetzung und in intermodalen Mobilitätsdienstleistungen. Der nicht ganz neue Slogan „Vom Fahrzeug- zum Mobilitätsanbieter“ bezeichnet diesen Wandel für die Hersteller treffend. Dahinter verbirgt sich ein gravierender Umbruch nicht zuletzt bei den Qualifikationen und Berufsbildern in den betroffenen Branchen. Auch der Verlust traditionell gut bezahlter spezialisierter Arbeitsplätze in der Produktion ist zu erwarten. Vor allem wird der Bereich der konventionellen Antriebstechnik, der über Jahrzehnte die automobilen Wertschöpfung und die Identität der ganzen Branche geprägt hat, schrumpfen und mittel- bis langfristig ganz verloren gehen. Neue Qualifikationen in den Schnittstellen von Netzmanagement, Software, Finanzierung und Design von Dienstleistungen werden stattdessen verlangt. Umschulungen und die Qualifikation in neuen Ausbildungsberufen und Studiengängen werden in der Autoindustrie an Bedeutung gewinnen.

Andere Branchen stehen ebenso vor strukturellen Umbrüchen: Für die Energieunternehmen sind die künftigen Elektrofahrzeuge Elemente eines „smarten Netzmanagements“. Ihr Interesse besteht darin, die „rollenden Speicherkapazitäten“

optimal für die Ausbalancierung des Stromnetzes einzusetzen. Die Informations- und Kommunikationstechnikbranche kann neue Geschäftsfelder reklamieren: Vor allem der Flottenbetrieb von Elektrofahrzeugen und ihre Kopplung mit dem Stromnetz erfordern umfassende und flächendeckende Datenflüsse. Internetbasierte neue Software und leistungsfähige Datenverbindungen werden benötigt. Die Verknüpfung von Stromnetz und Elektromobilität bedarf einer Software, die Betriebsabläufe erfasst und steuert. Nicht zuletzt müssen sich die öffentlichen Verkehrsunternehmen wandeln und ebenfalls zu vernetzten Mobilitätsanbietern werden, wenn sie ihre Chancen nutzen wollen.

Als so vernetztes Innovationsprojekt kämpft die Elektromobilität mit strukturellen Barrieren: Sie trifft auf ein Innovationssystem, das sektoral und disziplinar abgeschottet ist. Insbesondere in Deutschland zeigt sich, dass die beteiligten technischen Disziplinen und Sektoren zwar hoch kompetent, aber zugleich hoch spezialisiert und segmentiert sind. Eine technologiefeld- und branchenübergreifende Perspektive fehlt. Es gibt in der Forschung und Entwicklung kaum Berührungspunkte zwischen Automobil- und Energiesektor. Erst wenn es aber gelingt, die beiden zentralen Themenfelder „Zukunft der Mobilität“ sowie „Zukunft der Energie“ eng miteinander zu verknüpfen, ergeben sich die erhofften Synergien. Der Forschungsbedarf ist immens. Es kommt darauf an, offene Praxistests mit bereits verfügbaren Elektroautos zu realisieren. Verstärkte öffentliche und private Forschungsanstrengungen sollten auf folgende Punkte zielen:

- Die Komplexität einer mehrfachen Vernetzung ist zu bewältigen: Für die Einbindung von Elektromobilität als flexible Speicheroption in ein intelligentes Stromnetz und eine entsprechende Informations- und Kommunikationstechnologie-Vernetzung bedarf es dringend umfänglicher Pilotversuche unter Realbedingungen.
- Die empirischen Erkenntnisse in der Akzeptanz und Verwendung von Elektroautos sind zu verbreitern: Die Nutzer sind in aller Regel angetan vom „elektrischen Fahren“, die Reichweite spielt kaum eine Rolle, wichtig ist aber Verlässlichkeit. Völlig offen ist, wie das langfristige Nutzungsverhalten aussieht und ob sich neue „elektromobile Nutzungsformen“ verfestigen.
- Die komparativen Vorteile Deutschlands sind zu nutzen: Die Stärken liegen in der informationstechnischen Verknüpfung von Elektrofahrzeugen – und im Übrigen auch aller weiteren Verkehrsträger – mit dem Stromnetz, aus der weitere Serviceleistungen entstehen können.

Diese Chancen für die deutsche Industrie können nur mithilfe einer radikal veränderten Forschungsförderung genutzt werden. Im Mittelpunkt muss dabei stehen, die sektor- und disziplinbezogene Förderperspektive durch eine systemische und problembezogene Betrachtung zu ersetzen. Parallel müssen Förderinstrumente neu entwickelt werden, die sich nicht länger an überkommenen ordnungspolitischen Unterteilungen orientieren und zwischen vermeintlich gewerblicher und grundlagenorientierter Ausrichtung unterscheiden, sondern projektorientiert und ergebnisbezogen arbeiten. Wenn sich das so erneuerte Innovationssystem dieser Herausforderungen annimmt, dann eröffnen sich Marktchancen mit wirklichen Alleinstellungsmerkmalen im internationalen Wettbewerb.

Der WZBrief **Arbeit** erscheint mehrmals im Jahr in unregelmäßigen Abständen. Er bietet knappe Analysen von WZB-Forscherinnen und -Forschern zu einem Thema aus dem Bereich Arbeit.

Der WZBrief **Arbeit** wird elektronisch versandt. Abonnieren unter: wzbriefarbeit@wzb.eu

Fußnoten

¹ So prescht China mit ambitionierten Planzahlen vor: Geplant ist, jährlich 500.000 „new energy vehicles“ zu produzieren. Sie sind zunächst für den Binnenmarkt vorgesehen. Die Steuerpolitik wird bis 2011 angepasst. Anschaffungsprämien sind vorgesehen, und die Städte sind angewiesen, durch Nutzerberechtigungen und eine subventionierte Beschaffungspolitik die Verbreitung der Elektromobile zu unterstützen. Auch Frankreich, Japan, Österreich, Dänemark und Großbritannien sind aktiv. In diesen Ländern erhalten Käufer eine Anschaffungsprämie zwischen 5.000 bis 7.500 Euro pro Fahrzeug oder können wie in Dänemark bei der hohen Kaufsteuer sparen.

² Vgl. stellvertretend für eine Reihe von Marktbeobachtungen http://www.oliverwyman.com/de/pdf-files/ManSum_Charts_E-Mobility_2025.pdf.

³ Vgl. Interview mit Gernot Spiegelberg in COMO, Heft 4/2010, S. 25.

Literatur

acatech: Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann. Status Quo – Herausforderungen – offene Fragen. acatech bezieht Positionen – Nr. 6. Berlin: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften 2010.

Canzler, Weert/Knie, Andreas: Grüne Wege aus der Autokrise. Vom Autobauer zum Mobilitätsdienstleister. Ein Strategiepapier. Schriften zur Ökologie, Bd. 4. Berlin: Heinrich Böll Stiftung 2009.

Canzler, Weert: „Mobilitätskonzepte der Zukunft und Elektromobilität“. In: Reinhard Hüttl/Bernd Pischetsrieder/Dieter Spath (Hg.): Elektromobilität. Potenziale und wissenschaftlich-technische Herausforderungen. Reihe „acatech diskutiert“. Berlin/Heidelberg: Springer 2010, S. 39-61.

Deutsche Bank Research: Autoindustrie am Beginn einer Zeitenwende. Beiträge zur europäischen Integration, EU-Monitor 62, 2009, online: http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000237289.pdf (Stand: 15.11.2010).

EFI (Expertenkommission Forschung und Innovation): Gutachten 2010. Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit. Berlin: EFI 2010.

Matthies, Gregor/Stricker, Klaus/Traenkner, Jan: Zum E-Auto gibt es keine Alternative. Report. Frankfurt a.M.: Bain & Company 2010.

Meißner, Heinz-Rudolf: Dringend gesucht: Längerfristige Szenarien für die Autoindustrie. WZBrief Arbeit 06/März 2010, online: http://bibliothek.wzb.eu/wzbriefarbeit/WZbriefArbeit062010_meissner.pdf (Stand: 15.11.2010).

VDE (Verein Deutscher Elektroingenieure): Windenergie und Elektroautos. Düsseldorf: VDE 2009.

Impressum

Wissenschaftszentrum Berlin
für Sozialforschung
Social Science Research Center
Berlin
Herausgeberin
Prof. Jutta Allmendinger Ph.D.

Redaktion
Dr. Paul Stoop
Kerstin Schneider

Produktion:
Ingeborg Weik Kornecki

Reichpietschufer 50
10785 Berlin

Telefon +49 (30) 25491-0
Telefax +49 (30) 25491-684

wzb@wzb.eu
www.wzb.eu