Band 4

eMobilität

CleanTech-Branche
Treiber im Fokus

DCTI
Deutsches CleanTech Institut

DCTI

Deutsches CleanTech Institut

Hogan Lovells ist eine der führenden internationalen Anwaltssozietäten und berät Unternehmen und Finanzinstitute umfassend auf allen Gebieten des nationalen und internationalen Wirtschaftsrechts. Hogan Lovells' internationale Praxisgruppe Energie zählt mit ihrer Präsenz in fünfzehn Ländern in Europa, Asien, dem Nahen Osten und den USA zu den weltweit größten Energierechtspraxen.

Wir beraten führende Öl- und Gaskonzerne, Elektrizitäts- und Versorgungsunternehmen, Banken und Finanzinvestoren, Kraftwerke und Stromerzeuger sowie deren Hauptzulieferer.

Zu unseren Kernkompetenzen zählt die Beratung im Energiehandel, bei der Energieerzeugung und speziell bei Erneuerbaren Energien. Wir waren bereits vielfach für Unternehmen im Bereich Windparks, Biomasse, fotoelektrische und thermische Solarenergie, Entsorgung, Hydro-Energie, Geothermal und CHP-Anlagen beratend tätig.

Unser Beratungsspektrum umfasst:

- Energieregulierungsrecht, Netzzugang, Netzentgelte
- Contracting
- Erneuerbare Energien (Biofuel, Wind, Solar, Biomasse)
- Atomkraft
- Wasser / Abwasser
- Dezentrale Energieversorgung (KWKG)
- Energiehandel, langfristige Lieferverträge, EFET, Spotmarkt, Regelenergie, Gestaltung von Endabnehmerverträgen, Durchsetzung von Preiserhöhungen (315 BGB)
- Unbundling
- Kraftwerksbau
- Gasspeicherung
- LNG
- Akquisitionen / Privatisierungen
- Projektfinanzierung
- Emissionshandel
- Upstream, Exploration Gas and Oil (nicht Deutschland)
- kartellerechtliche Beratung (Missbrauchs- und Fusionskontrolle)
- Vergaberecht
- Konfliktlösung Up- und Downstream

Ihre Ansprechpartner:

Hamburg
Matthias Hirschmann LL.M. (L.S.E)
T +49 40 419 93 219
matthias.hirschmann@hoganlovells.com

Düsseldorf
Dr. Alexander Loos
T +49 211 1368 424
alexander.loos@hoganlovells.com

www.hoganlovells.de

"Hogan Lovells" oder "die Sozietät" bezeichnet eine internationale Anwaltssozietät bestehend aus Hogan Lovells International LLP, Hogan Lovells US LLP, Hogan Lovells Worldwide (einem Verein schweizerischen Rechts) und zugehörigen anderen Gesellschaften, die jeweils eigene Rechtspersönlichkeit besitzen. Hogan Lovells International LLP ist als Limited Liability Partnership unter OC323639 in England und Wales registriert. Registersitz: Atlantic House, Holborn Viaduct, London EC1A 2FG. Hogan Lovells US LLP ist als Limited Liability Partnership im District of Columbia, USA, registriert.

Die Bezeichnung Partner bezieht sich auf Mitglieder der Hogan Lovells International LLP oder Partner der Hogan Lovells US LLP oder Mitarbeiter mit entsprechender Stellung und Qualifikation und Partner, Mitglieder oder Mitarbeiter in einer der zugehörigen Gesellschaften mit entsprechender Stellung. Ranglisten und Zitate aus juristischen Verzeichnissen und anderen Quellen können sich auf die Vorgängersozietäten Hogan & Hartson LLP und Lovells LLP beziehen. Sofern Fallstudien dargestellt sind, garantieren die dort erzielten Ergebnisse nicht einen ähnlichen Ausgang für andere Mandanten. Hinweis für den Staat New York: Anwaltswerbung.

CleanTech Studienreihe
Band 4 eMobilität
September 2010
ISBN 978-3-942292-10-8 | © DCTI 2010

Das vorliegende Werk ist insgesamt sowie hinsichtlich seiner Bestandteile (Text, Grafik, Bilder und Layout) urheberrechtlich geschützt. Jede mögliche und vom Urheberrechtsgesetz nicht ausdrücklich zugelassene – komplette oder auszugsweise – Verwertung ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung der DCTI GmbH unzulässig. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigung, Verbreitung, Bearbeitung, Übersetzung, Speicherung, Verarbeitung und Wiedergabe in Datenbanken.

Band 4

eMobilität

CleanTech-Branche – Treiber im Fokus

DCTI
Deutsches CleanTech Institut

Gliederung

Gliederung

I.	**Vorwort**	**S. 9**
II.	**Einleitung**	**S. 10**
III.	**Elektromobilität**	**S. 12**
IV.	**Funktionsweise und Technologien**	**S. 18**
	1 Antriebstechnik	S. 20
	2 Hybridfahrzeuge	S. 22
	3 Brennstoffzelle	S. 26
	4 Speichertechnik	S. 28
	4.1 Wichtige Eigenschaften einer Batterie	S. 28
	4.2 Akkumulatoren	S. 30
	5 Infrastruktur	S. 38
V.	**Anwendungen und Segmente**	**S. 46**
	1 Zwei- und Dreiräder	S. 48
	2 Personenkraftwagen	S. 50
	3 Nutzfahrzeuge und ÖPNV	S. 51
	4 Schienenfahrzeuge	S. 52
VI.	**Wertschöpfung, Allianzen und Innovationen**	**S. 54**
	1 Wertschöpfung	S. 56
	2 Allianzen	S. 60
	3 Innovationen	S. 64
VII.	**Marktüberblick Elektromobilität**	**S. 68**
	1 Deutschland	S. 76
	2 USA	S. 82
	3 Frankreich	S. 86
	4 China	S. 88
	5 Dänemark	S. 92

VIII.	Markttreiber und Hindernisse	S. 94
	1 Treiber	S. 96
	2 Hindernisse	S. 98
IX.	Verbrauchererwartungen vs. Technologieangebot	S. 100
X.	Fazit und Ausblick	S. 106
XI.	Experteninterviews	S. 110
	Germany Trade & Invest	S. 110
	Bain & Company	S. 116
	eCarTec	S. 122
XII.	Verzeichnisse	S. 128
	Literaturverzeichnis	S. 128
	Abbildungsverzeichnis	S. 134
XIII.	CleanTech Driver	S. 137
XIV.	Impressum	S. 147

I. Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

Mobilität ist in unserer Gesellschaft ein Schlüssel zu wirtschaftlichem Erfolg und sorgt darüber hinaus weltweit für sozialen und interkulturellen Austausch. Ob Personen- oder Gütertransport, ob Nah- oder Fernverkehr, gerade die individuelle Mobilität basiert heute zu großen Teilen auf Kraftfahrzeugen und Antriebstechnologien, die vornehmlich auf konventionelle Verbrennungsmotoren setzen. Damit hat sich die Mobilität über die Jahre hinweg zu einem wesentlichen CO2-Emittent entwickelt und sorgt, neben Umweltverschmutzung und Lärmemissionen auch für Staus und zunehmende Verkehrsinfarkte.

Diese Probleme werden sich innerhalb der nächsten 20 Jahre verschärfen. Schon heute berechnen Experten, dass im Jahr 2030 weltweit rund 4,5-mal so viele Kraftfahrzeuge zugelassen sein werden. Besonders in den aufstrebenden Industrienationen in Asien entwickelt sich ein enormer Bedarf an individueller Fortbewegung.

Genau hier setzt auch die vorliegende, vierte Segmentstudie des Deutschen CleanTech Instituts an. In der Studie eMobilität geht das DCTI der Frage nach, wie in Zukunft der steigende Bedarf nach individueller Mobilität gedeckt werden kann und dabei gleichzeitig die Schadstoffemissionen reduziert werden. Neben neuartigen Konzepten für den Nah- und Fernverkehr und ganzheitlichen Ansätzen für den innerstädtischen Verkehr, verspricht gerade die Elektromobilität attraktive Lösungsansätze. Kleinere, leisere und vor allem emissionsfreie Elektrofahrzeuge stehen dabei im Blickfeld von Wissenschaft, Industrie und Politik. Hier liefert die Studie eine weitreichende Bestandsaufnahme möglicher neuer Antriebskonzepte, einen Vergleich der unterschiedlichen Speichertechnologien und eine Übersicht der aktuellen Problemfelder. Denn obwohl die „Umfragewerte" der eMobilität hervorragend sind und neun von zehn Deutschen den Elektrofahrzeugen positiv gegenüberstehen, fahren eMobile bislang noch seltener als handgefertigte Sportwagen aus Italien. Neben der mangelnden Serienreife, wirken die noch hohen Kaufpreise, die langen Ladezyklen und die von den Endkunden oft als zu gering eingestuften Reichweiten der Stromer einer flächendeckenden Marktdurchdringung bislang entgegen. Hier arbeiten Wissenschaft und Industrie in engen Kooperationen an immer neuen Technologien und sind kontinuierlich um Kostensenkung bemüht.

Spannend ist auch, dass sich die etablierten Autobauer zunehmend mit innovativen Start-ups und unternehmerischen Newcomern messen müssen. Weltweit sind die Automobilmärkte in Bewegung und selbst etablierte Autonationen in Europa geraten unter starken Innovations- und Wettbewerbsdruck. Wer in diesem Rennen die Nase vorn hat, wird die Zukunft zeigen. Sicher ist nur, die Revolution der individuellen Mobilität hat gerade erst begonnen.

Philipp Wolff
Geschäftsführer DCTI

II. Einleitung

Elektrofahrzeuge sind keineswegs eine Erfindung der letzten Jahre, in denen der Klimawandel die öffentliche Diskussion und die Wahrnehmung von erdölgetriebener Mobilität intensiv bestimmt hat – vielmehr gab es schon weit vor dem Otto-Verbrennungsmotor erste Versuche, Fahrzeuge elektrisch anzutreiben. Dabei stand anfangs nicht der heute dominierende ökologische Gedanke im Vordergrund, sondern die größere Effizienz des Elektromotors im Vergleich zum Verbrennungsmotor. Reichen die eMotoren in ihren Wirkungsgraden nahe an 100%, kommen Dieselmotoren auf gerade einmal 40% und Benziner gar nur auf 30% Wirkungsgrad.

Trotz dieser schon früh erkannten und bekannten Vorteile der elektrischen Antriebe wurde vornehmlich die Frage der Energiespeicherung zum Hindernis für eine flächendeckende elektronische Mobilität im Individualverkehr. Zwar stehen inzwischen dank modernster Technologien deutlich leistungsfähigere und damit auch reichweitenstärkere Energiespeicher zur Verfügung, doch die grundlegenden Probleme der bislang mangelnden Lade-Infrastruktur sowie der ausreichenden Energiespeicherung gelten auch heute noch als Achillesferse der eMobilität.

Differierende Konzepte und Ansätze der eMobilität werden im Folgenden eingehend erläutert und exemplarisch auf ihre Potentiale und etwaige Problemfelder hin abgeklopft. Prinzipiell liegt in der adäquaten Bereitstellung der notwendigen Antriebsenergie auch heute noch der Schlüssel für den dringend erforderlichen Paradigmenwechsel innerhalb der Automobilbranche. Somit sind Fahrzeughersteller, aber auch Zulieferbetriebe und Sekundärindustrien – etwa Hersteller von Ladestationen, Batterien oder Antriebskomponenten – gefordert, gemeinsame Lösungen zu entwickeln.
Denn: Nicht nur die wichtige Frage nach einer zukünftig klimaschonenden, emissionsarmen individuellen Mobilität oder der geopolitische Wunsch nach größerer Unabhängigkeit von erdölexportierenden Ländern spielt dabei eine zentrale Rolle. Auch die nationalstaatlichen und europaweiten Verpflichtungen zur CO2-Reduktion – die EU-Vorgabe für neue PKW sind 120 g/kg für Neufahrzeuge bis 2015 – fordern auch der Automobilbranche einen Beitrag ab. Alleine mit sparsameren Verbrennungsmotoren kann die Automobilbranche diesen Forderungen allerdings nicht nachkommen [Wagner vom Berg et. al., S. 973]. Vielmehr ist der Paradigmenwechsel hin zur Elektromobilität dringend geboten, um die individuelle Mobilität insgesamt effizienter und emissionsfreier zu machen. Dabei ist die Verwendung von Elektromotoren, die ihre Energie über regenerative Energiequellen beziehen, eine ganz zentrale Säule.

Ein solcher Paradigmenwechsel bedeutet aber auch, dass sich die Gewichte innerhalb der Automobilbranche verschieben und sich damit insbesondere die Wertschöpfungsstufen verändern werden. Neue Marktteilnehmer und technologiegetriebene Start-ups greifen künftig ebenso ein wie Unternehmen aus den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologie oder die Energieversorger, die durch einen solchen Wandel zu Anbietern

des „Treibstoffs“ einer zunehmend mobileren Gesellschaft werden. Unternehmen wie Tesla Motors aus den USA sind zudem schon heute wichtige Partner von internationalen Branchengrößen wie Toyota oder dem Daimler-Konzern. Doch nur in engen, branchenübergreifenden Kooperationen lassen sich neue Geschäftsmodelle, etwa im Bereich der notwendigen Infrastruktur für Stromfahrzeuge, nachhaltig entwickeln – und so schließlich vollkommen neue Mobilitätskonzepte durchsetzen.

Unterstützt wird die Wiederentdeckung des erstmals im frühen 19. Jahrhundert entwickelten Elektromotors, dem Branchenkenner heutzutage gute Zukunftsaussichten einräumen, durch den gesellschaftlichen Wandel und die insgesamt steigende Akzeptanz für alternative Fortbewegung in den Industrienationen. Stark schwankende und tendenziell steigende Erdölpreise, das Wissen um die immer knapperen Ölreserven und der politisch motivierte Wunsch nach größerer Unabhängigkeit von den erdölexportierenden Staaten führen, gepaart mit einem zunehmenden Bewusstsein für notwendige Strategien gegen den Klimawandel, zu der stetig wachsenden Nachfrage und zunehmenden Serienreife von Elektrofahrzeugen.

Zudem entwickeln sich auch in benachbarten, teils sogar in entfernten Industriesegmenten, immer neue Anwendungen und Applikationen, die die individuelle eMobilität unter-

III.

stützen. Die Vernetzung von Smart-Phones mit der öffentlichen Lade-Infrastruktur für Elektroautos, Pedelecs oder eBikes gehört ebenso dazu wie die Abstimmung einer dezentraler werdenden Energieversorgung mit dem intelligenten Stromnetz oder die intelligente Weiterentwicklung und Bedarfsanpassung von Stellplätzen, Carports oder privaten und öffentlichen Garagen.

Doch bei aller Euphorie und erfreulicher Geschäftsfelderweiterung der unterschiedlichen Industrien mit Blick auf künftige Mobilitätskonzepte, wird sich die eMobilität nicht von heute auf morgen durchsetzen. Auf absehbare Zeit werden sowohl Verbrennungsmotoren als auch die heute schon serienreifen Hybridfahrzeuge neben den noch eher exotischen Elektro- und Brennstoffzellen-Fahrzeugen existieren [Zetsche, S. 2].

eMobilität ist in ihrer Gesamtheit weit mehr als die bloße Verwendung eines elektrischen Antriebs für Automobile, die sich in Aussehen und Nutzerverhalten nicht wesentlich von diesel- oder benzingetriebenen Fahrzeugen absetzen. eMobilität bedeutet auch eine stärker an den individuellen Bedarf angepasste und damit effizientere Fahrzeugnutzung. Car-Sharing, die Nutzung von Pedelecs für kurze innerstädtische Fahrten und nicht zuletzt die Abkehr von dem Gedanken, ein Auto müsse möglichst leistungsstark und sperrig sein, sollte ebenso Teil zukünftiger, vernetzter und ganzheitlicher Mobilitätskonzepte sein.

Dabei darf sich der Blick nicht nur auf die heute dominierenden Industrienationen in Europa, Nord-Amerika und einige wenige Teile Asiens beschränken, sondern muss gerade die künftigen Wachstumsmärkte und bevölkerungsreichen Nationen berücksichtigen. So werden die Schwellenländer China und Indien das weltweite Verständnis, aber auch die zukünftigen Anforderungen an Mobilitätskonzepte, entscheidend prägen. Denn mit den hier neu entstehenden Bedarfen an individueller Mobilität eröffnet sich auch für die eMobilität ein Marktpotential mit ungeahnten Ausmaßen. Aktuellen Prognosen zufolge wird der weltweite PKW-Bestand bis 2030 um etwa das 4,5-fache zunehmen [Wagner vom Berg, et.al., S. 973]. Angesichts steigender Ölpreise und zunehmender Klimaerwärmung drängen sich hier neue, zukunftsfähige Fortbewegungskonzepte regelrecht auf.

Damit stellt sich weniger die Frage danach, ob der Wandel zur eMobilität zeitnah vollzogen wird, sondern eher die Frage, wie schnell sich eine solche Umstellung durchsetzen lässt. Der Studienband eMobilität versucht sich diesen Fragestellungen zu nähern, formuliert erste Lösungsansätzen und gibt einen Einblick in die Chancen und Potentiale der neuen Antriebs- und Fortbewegungskonzepte, ohne dabei Hindernisse, Probleme und Herausforderungen zu verschweigen. Mögliche Zukunftsszenarien und das Aufzeigen von Perspektiven für die Elektromobilität runden die Studie ab.

Elektromobilität

III. Elektromobilität

Elektromobilität

Geschichte der Elektromobilität

Die Entwicklung der eMobilität beginnt mit der Erfindung des Elektroantriebs und reicht fast 200 Jahre zurück. Der englische Physiker und Chemiker Michael Faraday war es, der 1821 in einem Experiment vorführte, wie ein stromdurchflossener Leiter unter dem Einfluss eines Dauermagneten um die eigene Achse rotierte. Faraday sprach damals von der „elektromagnetischen Rotation". Die Entdeckung gilt als wichtigste Voraussetzung für die Entwicklung der späteren Elektromotoren. So wurden auch in den Folgejahren überall auf dem europäischen Kontinent weitreichende Experimente mit Elektromotoren und deren Vorläufern gemacht. Die ersten funktionstüchtigen Elektrofahrzeuge entstanden allerdings erst in den 1830er Jahren, etwa das mit einem Gleichstrommotor betriebene Modell eines Schienenfahrzeugs des US-Amerikaners und wissenschaftlichen Autodidakten Thomas Davenport, der eine Modelllokomotive auf einem Schienenkreis von vier Fuß Durchmesser fahren ließ. Wenngleich nur im Modellmaßstab erfolgreich, war diese Entwicklung technisch doch der Durchbruch für die Elektromotoren. Einzig die damals vorherrschenden Dampfmaschinen, allesamt viel leistungsfähiger und wirtschaftlicher, verhinderten zu diesem Zeitpunkt die Weiterentwicklung und praktische Anwendung außerhalb des Labors. Während Davenport und seine Kollegen an den Motoren forschten, beschäftigten sich der Chemiker John Frederic Daniell und der Naturwissenschaftler William Grove zur gleichen Zeit mit der Entwicklung neuer Batterietypen wie dem Daniell-Element, einer galvanischen Zelle, bestehend aus einer Zink- und einer Kupfer-Halbzelle, sowie der Batterie von William Grove, bestehend aus einem Zink-Zylinder in verdünnter Schwefelsäure und einem Platinelement in konzentrierter Salpetersäure, nur getrennt von einer porösen Tonwand. Der Erfinder dieses Groveschen Elements gilt überdies, neben Christian Friedrich Schönbein, als einer der Urväter der Brennstoffzelle. Einen der ersten einsatzfähigen Elektromotoren, der Elektromagnetismus zur Bewegung von Fahrzeugen und damit zum Transport gleich mehrerer Personen nutzbar machte, entwickelte der deutsche Ingenieur Moritz Hermann von Jacobi 1838 im Auftrag des russischen Zaren. Sein Motor hatte eine Leistung von 220 Watt und wurde von 64 Platin-Zink-Elementen mit Gleichstrom versorgt. Damit war der Jacobi-Motor in der Lage, ein mit mehreren Personen besetztes Schiff anzutreiben, das auf der Newa in St. Petersburg eine Geschwindigkeit von 3 km/h erreichte und immerhin gut sieben Kilometer zurücklegte [Abele/Mener 1997, S. 10].

Die erste Elektrolok in realem Maßstab wurde 1851 von Charles Grafton Page konstruiert: Zwei 20 PS starke Elektromotoren sorgten dabei für den Antrieb und zumindest kurzzeitig für eine Geschwindigkeit von 31 km/h. Die tonnenschwere Batterie beschränkte allerdings die Reichweite des Fahrzeugs erheblich.

Einen bedeutenden Fortschritt brachte die Entwicklung des zweiphasigen elektrischen Generators aus der Feder des im heutigen Kroatien geborenen Nikola Tesla. Schon 1878 entwickelte der Erfinder die Idee, statt dem bislang genutzten Gleichstrom fortan auch Wechselstrom zur Energieübertragung zu nutzen und beschäftigte sich zudem mit dem Bau passender Elektromotoren. Tesla gelang es schließlich, durch die Überlagerung mehrerer phasenverschobener Wechselströme

ein Drehfeld zu erzeugen, dessen induktive Wirkung einen Anker antrieb. So entstand nicht nur der Mehrphasen-Motor, sondern darauf basierend auch das Mehrphasen-Wechselstrom-System, zusammengesetzt aus Generator, Übertragungssystem und Mehrphasenmotor. Nikola Tesla ist damit auch der Namensgeber des kalifornischen Unternehmens Tesla Motors Inc., dass sich auf die serienreife Fertigung von Elektroautos spezialisiert hat [Abele/Mener 1997, S. 21ff].

Basierend auf den ersten Blei-Akkumulatoren, stellte der Franzose Gustave Trouvé 1881 auf der Elektrizitätsmesse „Exposition Internationale d'Électricité" in Paris das erste Fahrzeug mit Elektromotor und wiederaufladbarer Batterie vor. Das als Dreirad konstruierte Elektroauto, das eine Geschwindigkeit von bis zu 12 km/h erreichte, gilt als eine Art Prototyp heutiger Elektrofahrzeuge. Nach Trouvés Pionierarbeit kamen immer mehr Hersteller auf den Markt. Ein viel versprechendes Modell wird dem Amerikaner William Morrison zugeschrieben. Das an eine Kutsche erinnernde Fahrzeug, angetrieben von einem 2,5 PS Elektromotor, der von acht Batterien unter den Sitzen gespeist wurde, schaffte eine Reisegeschwindigkeit von 10 bis 12 km/h. Während Morrison vornehmlich an der Demonstration der Leistungsfähigkeit der von ihm entwickelten Batterien interessiert war, leistete der Chemiker aus Iowa auch einen entscheidenden Beitrag zur Weiterentwicklung der eMobilität.

Im Zuge der Weltausstellung in Paris stellte schließlich auch der junge Ferdinand Porsche „eine epochemachende Neuheit" vor. Das Lohner-Porsche-Elektromobil verfügte über zwei 2,5 PS starke Elektromotoren, die unmittelbar in den Radnaben der Vorderräder integriert waren. Damit kam das Auto erstmalig ohne energiefressendes Zwischengetriebe, ohne Riemen, Ketten und Differentiale zur Kraftübertragung aus [Handelsblatt 2010]. Weise vorausschauend kombinierte Ferdinand Porsche schon kurze Zeit später die beiden elektrischen Radnabenmotoren mit einem Verbrennungsmotor zum Mixte-Antrieb und dem weltweit ersten Hybridfahrzeug. Mithilfe eines Generators erzeugte der Daimler-Verbrennungsmotor Strom für die Batterie, die wiederum die Elektromotoren versorgte.

Der Einsatz von eMotoren war damit zur Jahrtausendwende, gewissermaßen in der Frühzeit des automobilen Zeitalters, keinesfalls eine kuriose Randerscheinung, sondern Kern der automobilen Antriebsforschung. So gab es im Jahr 1900 in den Vereinigten Staaten von Amerika neben 1.688 Dampfautomobilen immerhin 1.575 Elektrofahrzeuge, aber nur 929 Fahrzeuge mit Benzinmotor. Fast alle New Yorker Taxis wurden damals elektrisch angerieben [RWE-Magazin 2008]. 1912 bauten dann 20 Hersteller, zu den bekanntesten Autobauern gehörten die Anderson Electric Car Company und die Columbia Automobile Company, insgesamt knapp 34.000 Elektroautos. Der „Detroit Electric", eine Automarke der Anderson Company, wurde von 1907 bis 1938 produziert und war trotz seines hohen Anschaffungspreises überaus beliebt. Neben Thomas Edison und John D. Rockefeller besaß auch Henry Ford, Gründer des gleichnamigen Automobilbauers, gleich mehrere Fahrzeuge seines Wettbewerbers [Biermann/Scholz-Starke 2010, S. 14].

III. Elektromobilität

Elektromobilität

Parallel zu den Arbeiten an Fahrzeugen mit Elektromotoren baute Carl Friedrich Benz seine Motorwagen mit Benzinantrieb. 1886 fuhr mit dem Tricycle erstmals ein dreirädriges Benzinfahrzeug mit Verbrennungsmotor und elektrischem Zünder in Mannheim. Entscheidende Fortschritte bei den elektrischen Anlassern werden dabei dem amerikanischen Erfinder Charles F. Kettering zugeschrieben. Neben den geringeren Kosten für Benzinautos war zu dieser Zeit auch der Rohstoff Erdöl weder knapp noch teuer. Im Gegenteil, mit dem Beginn der kommerziellen Erdölexploration zum Ende des 19. Jahrhunderts erlebte der Rohstoff eine regelrechte Hochzeit und wurde weltweit nicht zuletzt aufgrund der höheren Energiedichte zum bevorzugten Treibstoff für Maschinen, Automobile und Industrie. Wurde Benzin anfangs nur in vereinzelten Apotheken und Drogerien verkauft, entstanden in der Folge immer mehr Benzintankstellen, was eine flächendeckende Versorgung mit Benzin sicherstellte. Das Problem der wieder aufzuladenden Batterien und der sehr teuren Elektroautos war mit dem Verbrennungsmotor nicht gelöst, aber zunächst nicht mehr aktuell. Nicht zuletzt ein Imagewandel führte dazu, dass sich letztlich der Verbrennungsmotor durchsetzte. Wurden doch die lauten Benziner durch geschickte Werbung nicht mehr mit Schmutz und Lärm in Verbindung gebracht, sondern emotional und positiv mit Stärke-Begriffen wie Kraft und Potenz aufgeladen [RWE-Magazin 2008].

Als 1913 auch noch die Fließbandproduktion von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor u.a. bei Ford einsetzte, kam die Produktion von Elektroautos bis in die 1920er Jahre fast vollständig zum Erliegen. Lediglich in einigen Nischenmärkten gab es weiterhin Angebote – und Nachfrage. So etwa bis in die 70er Jahre bei der Nutzung als kleine, aber geräuscharme Lieferwagen für die morgendliche Lieferung von Milchflaschen in Großbritannien und den USA oder als Carts auf Golfplätzen. Im Berlin der 50er Jahre kamen elektrische Fahrzeuge zeitweise auch zur Briefkastenleerung zum Einsatz [Biermann/Scholz-Starke 2010, S. 14].

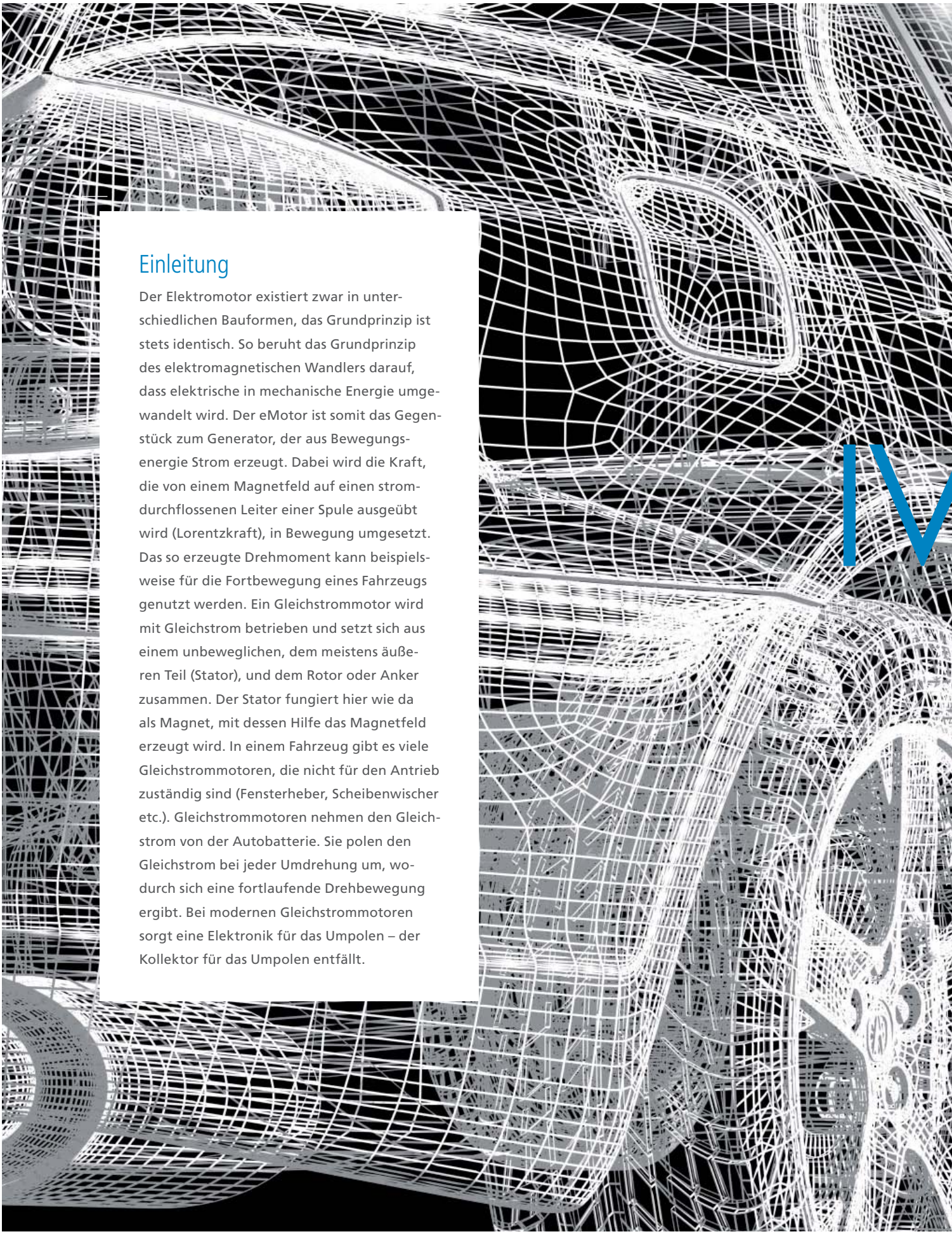
In den 90er Jahren gab es zwei erneute Versuche von großen Automobilkonzernen, einzelne Modelle als Elektrofahrzeuge zu etablieren. Der Golf CitySTROMer von Volkswagen war zwischen 1992 und 1996 die Elektroversion des VW Golf, wurde allerdings ausschließlich in Kleinstserie gefertigt und war nicht zum Verkauf an Privatkunden, sondern vornehmlich für die Nutzung durch Energieversorger gedacht. Allerdings gab es auch in dieser beschränkten Kundengruppe keine Nachfrage nach dem eMobil und der Golf CitySTROMer wurde bereits nach einer Produktion von 120 Exemplaren wieder eingestellt [Grünweg 2009].
Von 1996 bis 1999 versuchte General Motors mit dem General Motors Electric Vehicle 1 ein Elektroauto der Kompaktklasse mit einer Stückzahl von immerhin 1.117 Stück im Markt zu etablieren [Biermann/Scholz-Starke 2010, S. 14 f.]. Allein 800 Fahrzeuge wurden an ausgewählte Kunden, darunter Prominente wie Mel Gibson oder Tom Hanks, vergeben, die restlichen Fahrzeuge wurden verleast und bereits nach drei Jahren vom Konzern wieder zurückgerufen. Die Leasingverträge konnten nach Angeben des Unternehmens nur deshalb nicht verlängert werden, da GM aufgrund der fehlenden Ersatzteilproduktion für das exotische Coupé keine längerfristigen Sicherheitsga-

rantien geben konnte. Anschließend wurden alle Fahrzeuge der Serie, mit Ausnahme von drei Ansichtsexemplaren, verschrottet.

Seit 2005 entsteht nun eine neue Generation von Elektroautos, wie etwa der Tesla Roadster, das Tesla Model S oder mehrere Kleinwagen wie der Think City des norwegischen Herstellers Think Global AS, der Ciysax und der Stromos. Die geringen Reichweiten von zumeist weniger als 200 km, die hohen Anschaffungspreise – der Elektroflitzer Tesla Roadster kostet mehr als 100.000 Dollar – und die langen Ladezyklen machen diese Fahrzeuge bislang nicht zu Konkurrenten der klassischen Automobile. Ihre Stärken spielen die eMobile dafür auf stadtnahen Kurzstrecken und im innerstädtischen Verkehr aus. Zugleich führt die Initiative von Unternehmen wie Tesla Motors und Think Global schrittweise zu einer neuen Dynamik im Markt der eMobilität, so dass heute fast alle namhaften Hersteller die Wiederaufnahme der Serienfertigung von Hybrid- oder Elektroautos ankündigen.

Die Vielseitigkeit in den Anwendungen ist ein großes Plus der eMobilität. Das zeigt sich insbesondere bei ihren Funktionsweisen und Technologien. Ob auf der Straße, der Schiene, dem Wasser oder zeitweise auch in der Luft, eMotoren kommen inzwischen in allen Verkehrsmitteln in unterschiedlichen Bauformen zum Einsatz. Hier wie dort gibt es längst nicht nur den einen Motortypen, die eine Batterie oder das eine Ladesystem. Neben dem in weiten Teilen elektrifizierten Schienenverkehr ist die Elektrifizierung von Antrieben auf der Straße ein wichtiger Pfeiler künftiger Mobilitätsstrategien. Das gilt für den öffentlichen Nahverkehr ebenso wie für Nutzfahrzeuge und den Individualverkehr [BMU 2010b, S. 2].

Die folgenden Kapitel, die den Straßenverkehr in den Mittelpunkt der Betrachtungen rücken und die Mobilität auf der Schiene bewusst nur am Rande thematisieren, geben einen ersten Überblick über aktuelle Antriebs- und Speichertechniken sowie die energetische Infrastruktur zur Stromversorgung und zu Tank- und Ladestellenkonzepten.



IV

Einleitung

Der Elektromotor existiert zwar in unterschiedlichen Bauformen, das Grundprinzip ist stets identisch. So beruht das Grundprinzip des elektromagnetischen Wandlers darauf, dass elektrische in mechanische Energie umgewandelt wird. Der eMotor ist somit das Gegenstück zum Generator, der aus Bewegungsenergie Strom erzeugt. Dabei wird die Kraft, die von einem Magnetfeld auf einen stromdurchflossenen Leiter einer Spule ausgeübt wird (Lorentzkraft), in Bewegung umgesetzt. Das so erzeugte Drehmoment kann beispielsweise für die Fortbewegung eines Fahrzeugs genutzt werden. Ein Gleichstrommotor wird mit Gleichstrom betrieben und setzt sich aus einem unbeweglichen, dem meistens äußeren Teil (Stator), und dem Rotor oder Anker zusammen. Der Stator fungiert hier wie da als Magnet, mit dessen Hilfe das Magnetfeld erzeugt wird. In einem Fahrzeug gibt es viele Gleichstrommotoren, die nicht für den Antrieb zuständig sind (Fensterheber, Scheibenwischer etc.). Gleichstrommotoren nehmen den Gleichstrom von der Autobatterie. Sie polen den Gleichstrom bei jeder Umdrehung um, wodurch sich eine fortlaufende Drehbewegung ergibt. Bei modernen Gleichstrommotoren sorgt eine Elektronik für das Umpolen – der Kollektor für das Umpolen entfällt.

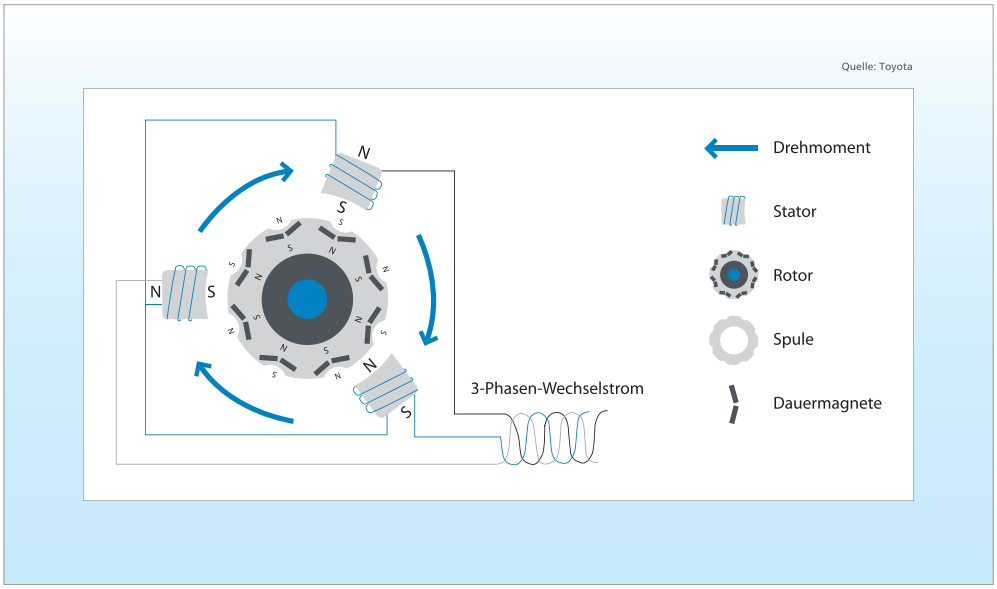
IV. Funktionsweise und Technologien

IV.1. Antriebstechnik

Antriebstechnik

Der Drehstrommotor wird mit dreiphasigem Wechselstrom betrieben. Sein Funktionsprinzip basiert auf drei Spulen, die in einem Kreis angeordnet sind. Jede für sich kann ein magnetisches Feld erzeugen und bewirkt, vereinfacht ausgedrückt, im Wechsel mit den anderen die Drehbewegung. Bei Drehstrommotoren polt sich der Strom selbst um, läuft an sich (Dreh-Strom) im Drehstrommotor „rundherum“ und nimmt den Rotor dabei mit. Moderne Drehstrommotoren werden über Frequenzumrichter betrieben, die Frequenzumrichter-Elektronik macht aus Drehstrom Gleichstrom und daraus wieder Drehstrom mit variabler Frequenz. Dies führt zur variablen Umlaufgeschwindigkeit des Drehstroms und damit zur Rotorgeschwindigkeit. In Fahrzeugen können auch mehrere Elektromotoren gleichzeitig für den Antrieb eingesetzt werden.

< Grafik 1: Aufbau eines Elektromotors >



Stärken des Elektromotors

Neben dem Vorteil der Umweltverträglichkeit aufgrund der nicht vorhandenen Geräusch- und Schadstoffemissionen liegen die maßgeblichen Stärken des Elektromotors im schnelleren Ansprechverhalten, den guten Beschleunigungswerten und dem hohen Wirkungsgrad. Das Verhältnis von aufgenommener zu abgegebener Leistung kann bei eMotoren nahe an 100% heranreichen, wird allerdings begrenzt durch den Carnot-Wirkungsgrad, auch Carnot-Faktor genannt. Konventionelle Verbrennungsmotoren erreichen als Benziner rund 30%, als Diesel rund 40% Wirkungsgrad.

Der eMotor hat einen weiten Drehzahlbereich und erreicht sein maximales Drehmoment im Stillstand. Diese vorteilhafte Drehmomentcharakteristik bewirkt, dass der Motor schon im unteren Drehzahlbereich sein höchstes Drehmoment abgibt. Erst nach stufenlosem Erreichen der höchsten

Leistung fällt das Drehmoment ab. Elektromotoren können somit prinzipiell arbeiten, ohne dass Starter, Kupplungen und konventionelle Getriebe notwendig sind. Außerdem haben Elektromotoren insgesamt deutlich weniger bewegliche Teile als Verbrennungssysteme und verursachen damit weniger Reibung und müssen seltener gewartet werden als Verbrennungsmotoren.

Anders als Verbrennungsmotoren können elektrische Maschinen einen Teil der Antriebsenergie beim Bremsen zurückgewinnen. Die sogenannte Nutzbremsung (Rekuperation), beruht technisch auf der Fähigkeit eines Elektromotors, umgekehrt auch als Generator arbeiten zu können. Kinetische Energie wird somit in elektrische zurückgewandelt und der Energiespeicher wieder aufgefüllt. Diese Rückgewinnung wird bei Hybridfahrzeugen und elektrischen Zweirädern genutzt und hat sich etwa bei der Bahn oder bei Oberleitungsbussen bereits etabliert.

Neben dem Motor ist die Leistungselektronik als Steuerelement und Spannungswandler ein wesentlicher Bestandteil des Antriebssystems im Hochvoltbereich. Durch die Leistungselektronik werden etwa die Spannungsform, die Höhe von Spannung und Strom sowie deren Frequenz geregelt. Nur so kann der vom Energiespeicher bereitgestellte Strom im Motor in Vortriebsenergie umgewandelt werden. Die Leistungselektronik ist der teuerste Teil an Elektrofahrzeugen, deutlich teurer als der Motor selbst. So wie bei den Motoren kommt es auch bei der Leistungselektronik auf eine geeignete Kühlung an.

Im alltäglichen Sprachgebrauch firmieren Fahrzeuge häufig auch dann als Elektroauto, wenn sie rein technologisch betrachtet Hybridfahrzeuge sind. In Fachkreisen wird beispielsweise das rein elektrisch angetriebene Battery-Electric-Vehicle (BEV) begrifflich vom Hybrid-Electric-Vehicle (HEV) abgegrenzt. BEV sind bisher noch eher selten, ihre Entwicklung und Produktion kommt erst langsam ins Rollen. Der Tesla Roadster oder der Mitsubishi iMiEV zählen zu diesen, reinen Elektroautos. Bei Zweirädern sind Antriebe mit reinen Elektromaschinen dagegen schon weiter verbreitet.

Fahrzeuge mit Hybridantrieben haben neben einem Elektromotor mindestens noch einen weiteren Energiewandler, meistens in Form eines klassischen Verbrennungsmotors als Otto- oder Dieselmotor. Der Antrieb ist damit hybrid, also gemischt oder gekreuzt. Darüber hinaus sind entsprechend auch zwei Energiespeicher – in Form einer Batterie für die elektrische Energie und in Form eines Kraftstofftanks für den Betrieb des Verbrennungsmotors – nötig. Dadurch vereinen die Fahrzeuge die zentralen Vorteile der unterschiedlichen Technologien zu einem einheitlichen Antriebssystem. In der Regel wird der dominantere Verbrennungsmotor durch einen leistungsschwächeren Elektromotor nur bedarfsweise unterstützt, denn ein Steuersystem regelt, welcher Antrieb zu welchem Zeitpunkt genutzt wird. Der Hybridantrieb sorgt für längeren Einsatz im günstigsten Wirkungsgradbereich, senkt den CO2-Ausstoß und spart – trotz des zusätzlichen Gewichts durch den eingebauten Elektromotor – Kraftstoff gegenüber einem reinen Verbrennungsantrieb. Die Hybridtechnik wurde insbesondere von den Japanern beispielsweise mit dem Toyota

IV.2. Hybridfahrzeuge

Hybridfahrzeuge

Prius salonfähig gemacht, während sich deutsche Automobilhersteller lange Zeit in Zurückhaltung übten. Insgesamt lassen sich Hybride durchaus als Vorstufe zum eAuto bezeichnen [Wallentowitz et. al. 2010, S. 54]. Angesichts des bislang noch nicht flächendeckenden Angebots an BEV wird der Hybridtechnologie in einer Übergangsphase der Mobilität eine rosige Zukunft vorausgesagt. Darüber hinaus ist der Zwitterantrieb bereits im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) in Bussen, Straßenbahnen und im Bahnverkehr in Teilen eingeführt oder zumindest in der Erprobung.

Hybridkategorien

Die Hybridantriebe lassen sich zum einen anhand ihrer unterschiedlichen Arbeitsprinzipien unterscheiden zum anderen wird nach dem Grad ihrer Hybridisierung differenziert. So gibt es Microhybride, die lediglich eine elektronische Start-Stopp-Automatik haben, Mildhybride die einen klassischen Verbrennungsmotor nur durch kurzes Zuschalten eines elektronischen Antriebs bei der Beschleunigung unterstützen („boosten"), und die Vollhybride, die neben dem konventionellen Antrieb einen eigenen eAntrieb haben, und je nach Bedarf zwischen diesen Antrieben umschalten.
Differenziert man zusätzlich nach den unterschiedlichen Arbeitsprinzipien, so ergibt sich eine Einteilung in serielle Hybride, parallele Hybride und sogenannte leistungsverzweigte oder Mischhybride. Eine letzte Abgrenzung lässt sich anhand der Energieautarkie festmachen: Werden die Akkumulatoren über einen eingebauten Generator geladen, gilt der Hybrid als autark. Werden die Akkus vor Fahrtantritt dagegen aus dem Stromnetz gespeist, spricht man vom Plug-In-Hybrid.

Bei den parallelen Hybriden sind alle Motoren, also Verbrennungs- und Elektromotoren, gleichzeitig mit dem Antriebsstrang gekoppelt. So können die Motoren bei niedriger Last einzeln oder etwa bei Nachfragespitzen gemeinsam wirken. Durch diese Zusammenwirkung können beide Motortypen kleiner ausfallen als Versionen mit nur einer Antriebsart. Nachteilig ist dagegen, dass ein oder mehrere Getriebe, Kupplungen und Freiläufe gebraucht werden.

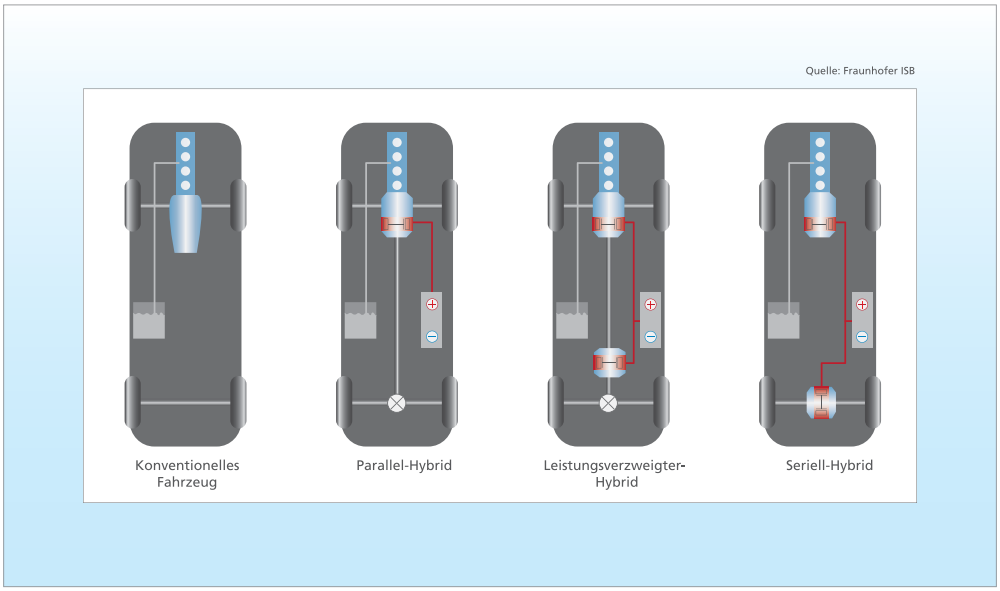
Das Konzept paralleler Hybride eignet sich für größere und schwerere Fahrzeuge und wird tendenziell als Mildhybrid ausgeführt. Wird der Verbrennungsmotor beim Vortrieb durch den Elektromotor unterstützt, spricht man auch vom „Boosten".

In seriellen Hybriden sind der Verbrennungsmotor und der Elektromotor hintereinander geschaltet. Der Verbrennungsmotor treibt nicht etwa direkt die Antriebsachse an, sondern dient zum Betrieb eines Generators, der wiederum den eAntrieb mit Strom versorgt oder die Akkus lädt. Diese seriellen Hybride zeichnen sich dadurch aus, dass nur der Elektromotor für den Vortrieb sorgt und der Verbrennungsmotor je nach Last und Bedarf zum Einsatz kommt. Das reduziert den Ausstoß von Lärm- und Schadstoffemissionen. Die Antriebsbatterie muss allerdings entsprechend groß ausfallen und sorgt damit für ein höheres Gesamtgewicht des Fahrzeugs als bei den Parallelkonzepten [Schulé 2009]. Ein Nachteil serieller Hybride wird in den häufig geringen Maximalge-

schwindigkeiten gesehen.
Das Prinzip der Unterstützung durch den Elektromotor wird Reichweitenverlängerung (Range Extender) genannt. Spätestens wenn die Batterie leer ist, springt der Verbrennungsmotor als Range Extender an und ermöglicht die Weiterfahrt. Der Verbrennungsmotor kann hier vergleichsweise klein ausfallen, die elektrischen Antriebselemente müssen jedoch über beachtliche Kapazitäten verfügen. Der Opel Ampera und der baugleiche Chevrolet Volt sind Fahrzeuge mit Range Extender. Hier fährt der Elektromotor ca. 60 km weit, zusammen mit dem Verbrennungsmotor bringt es der Ampera auf eine Reichweite von 500 km.

Der Mischhybrid kombiniert dagegen – oft variabel – die Antriebsarten des seriellen und des parallelen Hybrids. Abhängig vom Fahrzustand lädt der Verbrennungsmotor über einen Generator den elektrischen Speicher und treibt den eMotor an (serieller Betrieb), oder ist mechanisch mit der Antriebswelle gekoppelt (paralleler Betrieb). Mittels einer Kupplung kann zwischen den beiden Betriebsarten umgeschaltet werden. Beim leistungsverzweigten Hybrid wird dagegen nur ein Teil der Leistung des Verbrennungsmotors mechanisch auf die Räder übertragen, der andere Teil wird – wie beim seriellen Hybrid – über die Kombination aus Motor und Generator auf die Antriebswelle gebracht.

< Grafik 2: Unterschiedliche Hybridantriebe >



IV.2. Hybridfahrzeuge

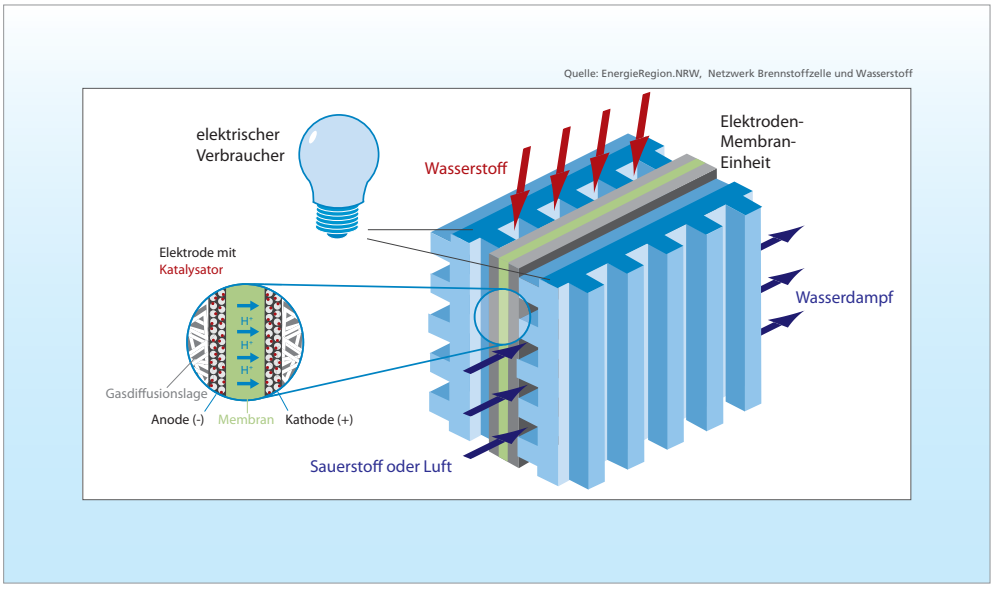
Hybridfahrzeuge

Je nach Anteil des elektrischen Antriebs am jeweiligen Vortrieb des Fahrzeugs lassen sich die drei Kategorien Micro-, Mild- und Vollhybrid unterscheiden. Microhybride haben keinen separaten Elektroantrieb, was sie nach der oben angeführten Definition eigentlich aus der Klasse der Hybride, die über mindestens zwei Antriebsquellen verfügen sollen, ausschließen würde. Gleichwohl verfügen diese Microkonzepte über elektrische Zusatzmaschinen, die zwar nicht zum Vortrieb dienen, dafür aber bei der Kraftstoffeinsparung einen Beitrag leisten. Microhybride verfügen etwa über eine Start-Stopp-Automatik, die das Anlassen des Motors rein elektrisch regelt. Der Starter-Akku wird dabei in der Regel durch die Rekuperation geladen.
Erst ab der Variante des Mildhybrid, bei der ein eMotor ebenfalls beim Starten unterstützt, greift der Elektroantrieb auch bei der Beschleunigung und damit beim Vortrieb ein. Durch die elektrische Beschleunigungsunterstützung, deren Leistung je nach Ausführung bei rund 15 kW pro Tonne (kW/t) Fahrzeugmasse liegt, sind nach Expertenansicht Kraftstoffeinsparungen von 15 bis 20% möglich [Schulé 2009]. Insgesamt hat der Vollhybrid innerhalb der Gruppe der Kombiantriebe das größte Sparpotential. Experten berechnen Einsparungen von mehr als 20% auf Überlandfahrten und bis zu 40% im innerstädtischen Verkehr. Der Vollhybrid ist mit Leistungen von mehr als 20 kW/t auch in der Lage, rein elektromotorisch zu fahren. Damit ist er zu allen vorgenannten Betriebsarten überaus konkurrenzfähig. Der Toyota Prius gehört dieser Kategorie an.

Eine weitere, ganz eigene, Antriebsklasse bilden die erweiterten Plug-In-Hybride, bei denen der elektrische Energiespeicher nicht mehr ausschließlich durch den Verbrennungsmotor geladen, sondern separat an einem Stromnetz betankt werden kann. Diese Plug-In-Hybride (PHEV) sind meistens Vollhybride und fahren überwiegend elektrisch. Dem PHEV werden auch deshalb gute Chancen vorhergesagt, da nahezu 80% aller im Alltag gefahrenen Strecken im Reichweitenradius der Batterien liegen, vor allem im urbanen Individualverkehr [Wallentowitz et. al 2010, S. 58].
Der Opel Ampera vereint gleich mehrere der genannten Merkmale in seinem Antriebskonzept. Er ist ein Plug-In-Hybrid mit Range Extender. Benzin ist hier die sekundäre Energiequelle, die mithilft, neuen Strom zu gewinnen. Der Verbrennungsmotor des Ampera basiert dabei auf einem Corsa-Modell. Die Adam Opel AG definiert den Ampera als E-REV und nicht als Hybrid, weil nur der Elektromotor die Räder antreibt und der Verbrennungsmotor erst anspringt, wenn die Batterie leer ist.
Neben reinen Elektromotoren und Verbrennungsmotoren mit herkömmlichen, fossilen Energieträgern sowie Biokraftstoffen werden Brennstoffzellen seit Jahren als alternative Antriebe für Fahrzeuge erforscht. Brennstoffzellen sind elektrochemische Energiewandler, die chemische Energie ohne Umwandlung in Wärme und Kraft in elektrische Energie verwandeln. Dabei wird aus Wasserstoff und Sauerstoff unter Freigabe von Energie Wasser. Im Prinzip handelt es sich um die Umkehrung der Wasserelektrolyse. Die freigesetzte Energie wird für den Elektroantrieb zur Verfügung gestellt.

Der Sauerstoff wird der Umgebung entnommen, der Wasserstoff mitgeführt oder an Bord aus anderen Quellen (z.B. Methanol) reformiert [Wallentowitz et al, S. 61]. Die großen Vorteile von Fahrzeugen mit Brennstoffzellen (FCV/Fuel Cell Vehicle): Aus dem Auspuff kommt nur Wasserdampf und es entweichen keine umweltschädlichen Emissionen. Der reine elektrische Wirkungsgrad kann bis zu 60% betragen und die Brennstoffzelle benötigt keine Ladezeiten. Bei Zuführung von Wasserstoff und Sauerstoff liefert sie sofort eine Spannung [GKSS 2010, S. 10].

< Grafik 3: Brennstoffzelle >



IV.3. Brennstoffzelle

Brennstoffzelle

Nachteilig ist einerseits die Herstellung von Wasserstoff, die energieintensiv ist, und anderseits die Speicherung, die nicht einfach ist. Wasserstoff kommt in der Natur kaum ungebunden vor. Für die Elektroden der Zelle wird teures Platin benötigt. Die Batterie dient an Bord als Zwischenspeicher für die Rekuperation und zur Leistungsunterstützung beim Anfahren und Beschleunigen. In Deutschland ist der Daimler-Konzern besonders aktiv in der Brennstoffzellenentwicklung (z.B. B-Klasse und Nutzfahrzeug Sprinter). Bei BMW wird u.a. auf Wasserstoff in Verbindung mit direkter Nutzung im Verbrennungsmotor gesetzt. Die Gesamtleistung von Wasserstoff-Verbrennungsmotoren ist trotz des höheren Wirkungsgrades niedriger als bei Otto-Motoren.

Die Batterie gilt als Herzstück des Elektroautos und auf dem Weg zur Elektrifizierung als eine Schlüsseltechnologie. Sie ist der Energiespeicher eines Elektrofahrzeugs. Ohne ihre Ladung bzw. Entladung gibt es keine elektrische Energie und eine Fortbewegung ist bei reinen Elektrofahrzeugen nicht möglich. Ursprünglich wurden Batterien von Akkumulatoren begrifflich unterschieden. Nur Akkumulatoren sind wiederaufladbar. Im heutigen Sprachgebrauch werden beide Begriffe in der Regel synonym verwendet.

In einer konventionellen Batterie wird elektrochemische Energie gespeichert. Zwischen den Elektroden befindet sich in der Regel eine Flüssigkeit (Elektrolyt). Die elektrochemische Energie wird beim Beladen durch Strom in elektrochemische Energie umgewandelt, beim Entladen wird daraus wiederum elektrische Energie, die über einen Wandler an den Motor abgegeben wird. Ein Akkumulator ist wiederaufladbar, man spricht daher auch von einer Sekundärzelle. Akkumulatoren werden im Fahrzeug zur Spannungserhöhung kombiniert – aus mehreren Zellen entsteht ein Batteriesystem [Wallentowitz et. al. 2010, S. 84]. Die Ladungsmenge, die ein Akkumulator speichern bzw. die man ihm entnehmen kann, wird Kapazität genannt und in Amperestunden (Ah) angegeben. Der energetische Wirkungsgrad der Batterie ist das Verhältnis von aufzunehmender zu abgegebener Leistung (Lade- und Entlademenge), das nie 100 Prozent erreichen kann. Wichtig für eFahrzeugbatterien ist auch die Energiedichte.

Die Entwicklung der Batterietechnologien ist längst nicht abgeschlossen. Der ursprüngliche Bleiakkumulator wird bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren noch lange gefragt bleiben, hat aber kein Potential für Hybrid- und eFahrzeuge. Hier gelten Lithium-Ionen-Batterien als Hoffnungsträger. Lithium, von Speichern aus Handys oder Notebooks bekannt, revolutioniert in der eMobilität geradezu die Speichertechnik, dabei entstehen viele unterschiedliche Modelle. Geforscht wird alternativ u.a. mit Konzepten wie Doppelschichtkondensatoren und Redox-Flow-Batterien sowie Wasserstoff.

Vereinfacht ausgedrückt sollen Batterien möglichst oft und schnell geladen werden, viel Energie aufnehmen und abgeben können, wenig wiegen und wenig Spannungsverluste haben. Denn nur ein effektiver Energiespeicher, der dem Auto zu akzeptablen Bedingungen die Basis für eine gute Reichweite bietet, hat Zukunft [BMU 2009, S. 10 f.]. Die Reichweite ist neben Kosten und Gewicht bzw. der Größe nach wie vor ein zentrales Hindernis bei reinen Elektroautos. Die unausgereifte Speichertechnik verhindert bisher eine schnellere Diffusion von Elektromobilität.
An Energiespeicher für Elektro- und Hybridfahrzeuge werden unterschiedliche Anforderungen gestellt. Bei reinen Elektrofahrzeugen ist die Reichweite der entscheidende Faktor – verbunden mit dem Streben nach geringem Gewicht, geringem Volumen und niedrigen Kosten. Bei einem Teil der Hybridfahrzeuge steht dagegen eher die Leistung des Batteriesystems im Vordergrund [Köhler 2010, S. 91].

IV.4. Speichertechnik

Speichertechnik

1 Wichtige Eigenschaften einer Batterie

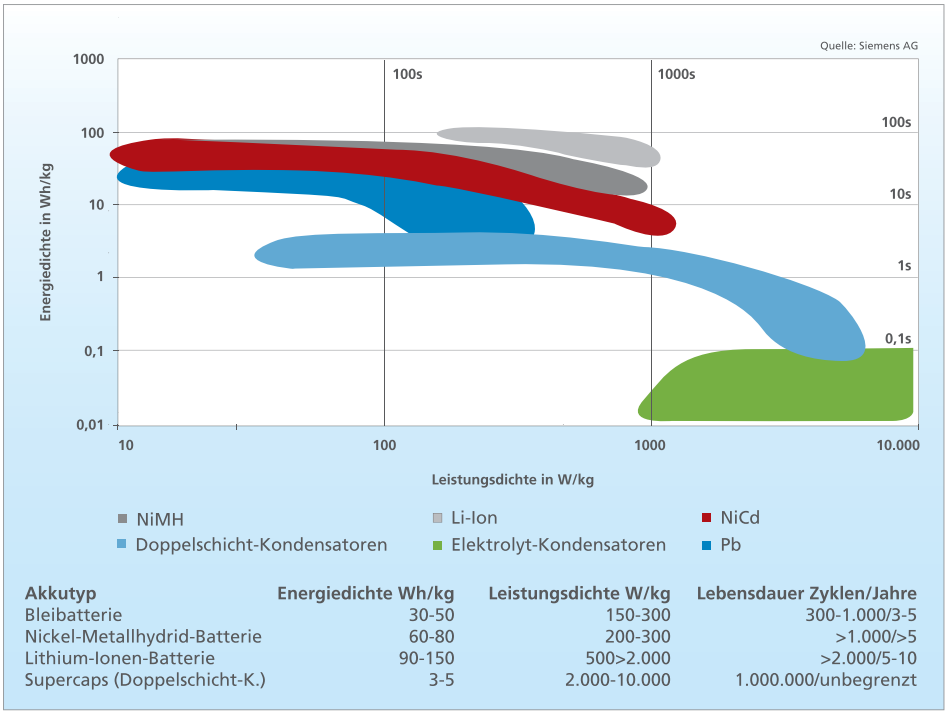
Bisher kamen in Elektrofahrzeugen Batteriesysteme zum Einsatz, die entweder nur für sehr kurze Strecken reichten, oder aber so schwer waren, dass sie rund 30% des Gesamtgewichtes eines Fahrzeuges ausmachten [Heinemann 2010, S. 4]. Das Gewicht ist eine maßgebliche Größe bei der qualitativen Bewertung eines Batteriesystems. Bleibatterien etwa sind im Vergleich äußerst schwer. Für eine Kilowattstunde muss ein Gewicht von 40 kg kalkuliert werden. Bei Lithium-Ionen-Batterien reichen weniger als 10 kg aus, um die Energie von einer Kilowattstunde zu transportieren. Andere Energieträger sind noch klar überlegen: Ein Liter Diesel kommt bereits auf 10 kWh. In einem Verbrennungsmotor wird die Energie der flüssigen Kraftstoffe Benzin und Diesel zwar nur mit einem verhältnismäßig geringen Wirkungsgrad in mechanische Energie umgewandelt, während Batterien mit Elektromotoren bei der Umwandlung einen Wirkungsgrad von zum Teil mehr als 95% erzielen, doch bleibt ein wichtiges Ziel künftiger Technologien: Akkumulatoren sollen leichter und kleiner werden.

Vor- und Nachteile der Technik lassen sich festmachen an: Energiedichte, Kapazität, Leistungsdichte, Wirkungsgrad, Zyklenfestigkeit, Strombelastbarkeit sowie einzelnen Spannungswerten wie Ladeschlussspannung und Entlade-Schlussspannung. Drei wichtige Eigenschaften werden im Folgenden exemplarisch im Detail vorgestellt.

Energiedichte

Die Energiedichte ist das Maß für die Effizienz der Energiespeicherung und damit entscheidend für das mitzuführende Eigengewicht des Fahrzeugs. Mit diesem Kennwert lassen sich Aussagen über die Reichweite pro Batteriegewicht treffen. Die Energiedichte wird in der Regel in Wattstunden pro Volumeneinheit in Liter (Wh/l) oder Wattstunden pro Masseeinheit in Kilogramm (Wh/kg) angegeben. Beide Werte sollten möglichst hoch sein. Nickel-Metallhydrid-Akkus haben beispielsweise Energiedichten von 60 bis 80 Wh/kg, Lithium-Ionen-Batterien kommen auf über 100 Wh/kg. Experten sind sich einig, dass für einen massentauglichen Alltagsbetrieb die Energiedichte verbessert werden muss. Gefordert wird beispielsweise von politischer Seite für die Zukunft 200 Wh/kg. Die Forschung geht von potentiellen Werten von weit über 1.000 Wh/kg aus, die insbesondere Weiterentwicklungen der Lithium-Ionen-Technik wie Lithium-Luft oder Zink-Luft-Batterien erreichen könnten. Eine hohe Energiedichte ist besonders wichtig für die Reichweite von BEV. Man geht davon aus, dass – unter Berücksichtigung des besseren Wirkungsgrades und der Energierückgewinnung – bereits 500 Wh/kg ausreichen, um mit Reichweiten von Verbrennungsmotoren konkurrieren zu können [van Basshuysen/Schäfer 2009, S 758]. Ein komplettes Li-Ionen-Batteriesystem mit einem Energieinhalt von 20 kWh liegt bei einem typischen Gewicht von ca. 180 kg. Nickel-Metallhydrid- und Blei-Batterien mit gleicher Speicherkapazität wiegen dagegen mehr als 300 kg bzw. 500 kg [Köhler 2010, S. 105].

< Grafik 4: Vergleich von verschiedenen Batteriesystemen >



Akkutyp	Energiedichte Wh/kg	Leistungsdichte W/kg	Lebensdauer Zyklen/Jahre
Bleibatterie	30-50	150-300	300-1.000/3-5
Nickel-Metallhydrid-Batterie	60-80	200-300	>1.000/>5
Lithium-Ionen-Batterie	90-150	500>2.000	>2.000/5-10
Supercaps (Doppelschicht-K.)	3-5	2.000-10.000	1.000.000/unbegrenzt

Leistungsdichte

Während die Energiedichte in erster Linie beschreibt, welche Energiemenge pro Volumen- oder Masseeinheit in der Batterie gespeichert werden kann, gibt die Leistungsdichte an, wie viel Leistung pro Volumen oder Masse abgegeben werden kann [Wallentowitz et. al, S. 86]. Anders ausgedrückt: Die Leistungsdichte beschreibt die entnehmbare elektrische Leistung bezogen auf die Masse oder das Volumen. Die Leistungsdichte ist wichtig für das Beschleunigungsvermögen und die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs [Braess/Seiffert 2007, S. 116]. Eine Batterie mit einer guten Energiedichte muss nicht gleichzeitig eine gute Leistungsdichte aufweisen und umgekehrt. Unter der Optimierung eines Wertes kann der andere leiden, d.h. es kommt auf das richtige Verhältnis an und das ist je nach Anwendung verschieden.

Eine hohe Leistungsdichte ist wichtig für Hybridfahrzeuge, weil die Energie dabei im Wechsel mit dem Verbrennungsmotor möglichst zügig aufgenommen und abgegeben werden kann. Für die Rekuperation und den „Boost"-Betrieb sowie kurze Ladezeiten ist eine hohe Leistungsdichte ebenfalls von Vorteil.

IV.4. Speichertechnik

Speichertechnik

Lebensdauer

Viele Ladezyklen ohne große Kapazitätsverluste kennzeichnen eine gute Batterie. Die Lebensdauer lässt sich mit der sogenannten Zyklenfestigkeit definieren, der maximal möglichen Anzahl von Ladungen und Entladungen bis zum deutlichen Verlust der Kapazität. Ein Nickel-Metallhydrid-Akku übersteht beispielsweise 500-600 Ladezyklen, eine Lithium-Ionen-Batterie kommt auf mindestens so viele, je nach Typ. Lithium-Eisenphosphat-Akkus, eine neue Generation der Lithium-Ionen-Akkus, schaffen 1.500 und mehr Ladezyklen mit kompletter Be- und Entladung. Eine derartige Tiefentladung ist jedoch selten der Fall – daher liegt die Zahl der tatsächlichen Ladevorgänge weit darüber.

2 Akkumulatoren

Die gängigsten Akkumulatoren sind Blei-, Nickel-Cadmium-, Nickel-Metallhydrid-, Natrium-Metallchlorid-, Natrium-Nickel-Chlorid-, und Lithium-Ionen-Akkumulatoren und werden im Folgenden kurz beschrieben und mit wichtigen Besonderheiten vorgestellt.

Bleiakkumulatoren

Der klassische Bleiakkumulator mit zwei Elektroden bzw. Bleiplatten und verdünnter Schwefelsäure als Elektrolyt ist in Verbrennungsfahrzeugen als Starterbatterie bekannt. Auch für den Antrieb in der eMobilität blickt er auf die längste Geschichte zurück, doch wegen hohen Gewichts (niedrige Energiedichte) und eingeschränkter Lebensdauer gehört ihm nicht die Zukunft, obwohl modifizierte Modelle wie die Blei-Gel-Variante länger halten. Blei ist in puncto Umweltverträglichkeit (Recycling) problematisch. In Microhybrid-Fahrzeugen wird der Blei-Akku in der AGM-Version eingesetzt [Köhler 2010, S. 98]. Absorbent Glass Mat (AGM) oder Blei-Vlies-Akkus sind leistungsfähige Bleiakkus, bei denen ein Glasfaservlies mit dem Elektrolyt (Schwefelsäure) gesättigt ist. Dadurch kann dieser Akku in allen Lagen betrieben werden. Ein Auslaufen der Säure ist auch dann nicht möglich, wenn der AGM-Akku zerbricht.

Nickel-Cadmium-Akkumulatoren (NiCd)

Bereits im 19. Jahrhundert entwickelt, hat der NiCd-Akkumulator zwar Vorzüge gegenüber einem Blei-Akku, doch wegen der Umweltschädlichkeit des Schwermetalls Cadmium hat das Europäische Parlament Cadmium in Batterien 2006 bis auf wenige Ausnahmen außerhalb des Verkehrsbereichs verboten. Ein Nachteil von NiCd-Akkus ist der bei einigen Typen auftretende Memory-Effekt: Der Akku „merkt“ sich, wenn er nicht komplett entladen wurde und verliert dadurch sehr schnell Kapazität. Dieser Akku war jedoch am weitesten verbreitet und hat auch Vorzüge wie ein gutes Tieftemperaturverhalten bis minus 40 Grad, er ist robuster als etwa NiMH-Akkumulatoren und kann durch den großen Innenwiderstand hohe Ströme liefern.

Nickel-Metallhydrid (NiMH)

Anstelle des Cadmiums wird hier als Aktivmaterial eine wasserstoffspeichernde Legierung (Metallhydrid) als Anode eingesetzt [Köhler 2010, S. 93]. Für die Kathode wird Nickel(II)-hydroxid verwendet. Die umweltfreundlichere Weiterentwicklung des Nickel-Cadmium-Akkus weist eine höhere Energiedichte als sein Vorgänger auf (etwa doppelt so groß). Die Leistungsdichte und Kältefestigkeit (Leistungsverluste schon ab 0 Grad) ist geringer als bei seinem Vorgänger NiCd. Bei hohen Temperaturen hat der Akku eine hohe Selbstentladung und er ist empfindlich bei Überladung. NiMH-Akkus sind aus Hybridautos bekannt, beispielsweise dem Toyota Prius [Schulé 2009]. Die neueste Prius-Generation ist jedoch für Lithium-Ionen-Technik ausgelegt. Die Zyklenfestigkeit von NiMH-Akkumulatoren ist sehr gut (500-1.000) und sie haben anders als NiCd-Akkumulatoren keinen Memory-Effekt.

Natrium-Nickel-Chlorid-Batterie (NaNiCl)

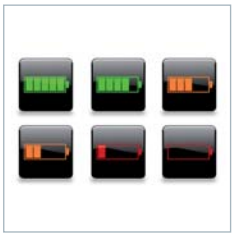
Dieses auch als ZEBRA bekannte Konzept gehört zu den Hochtemperaturbatterien (innere Temperaturen rund 300 Grad). Die hohe Betriebstemperatur ist notwendig, weil die im Innern verbaute Keramik-Membran erst dann für Natrium-Ionen durchlässig wird. Somit ist erst ein Aufheizen vor dem Start erforderlich, jedoch ist die ZEBRA-Technik durch eine Ummantelung unabhängig von der Umgebungstemperatur. NaNiCl-Akkumulatoren haben einen 100%igen Ah-Wirkungsgrad (Kehrwert des Ladefaktors). Der besagt vereinfacht, dass die gleiche Energiemenge, die gespeichert wurde, auch verbraucht werden kann. Die ZEBRA-Batterie verzeichnet eine hohe Energiedichte (rund 120 Wh/kg), zeichnet sich durch die lange Lebensdauer (3.000 Zyklen und mehr) aus und ist in verschiedenen eFahrzeugen im Einsatz, so im Stadtauto Think City oder in Kleintransportern und Bussen, u.a. von Daimler. ZEBRA gilt aber nicht als ideal für Fahrzeuge mit längeren Standzeitphasen.

Lithium-Ionen (Li-Ionen)

Dieser Speichertechnik wird die größte Chance zur Massenfertigung eingeräumt. Bekannt wurden Lithium-Ionen vor allem durch ihre Markt beherrschende Verwendung als Speicher in Mobiltelefonen und Laptops. Lithium-Ionen haben die größte Energiedichte (150 bis theoretisch über 500 Wh/kg bei Lithium-Luft-Varianten), eine hohe Strombelastbarkeit bei vergleichsweise geringem Gewicht und Volumen, eine gute Lebensdauer und Leistungsdichte und sind dabei besonders niedrigtemperaturbeständig. Die Elektroden weisen unterschiedliche Zusammensetzungen auf: In Standardzellen werden Metall-Sauerstoffverbindungen wie Kobaltoxid und Graphit als Elek-troden-Materialien verwendet. Die Energiedichte von Lithium-Akkus wird hauptsächlich durch das Kathodenmaterial bestimmt. Mittlerweile gibt es eine ganze Familie an Lithium- Akkumulatoren in Varianten von Lithium-Ionen-Polymer-Akkus, über Lithium-Mangan, Lithium-Titanat, Lithium-Luft- bis hin zu den umweltfreundlichen Lithium-Eisen-Phosphat-Akkumulatoren.

IV.4. Speichertechnik

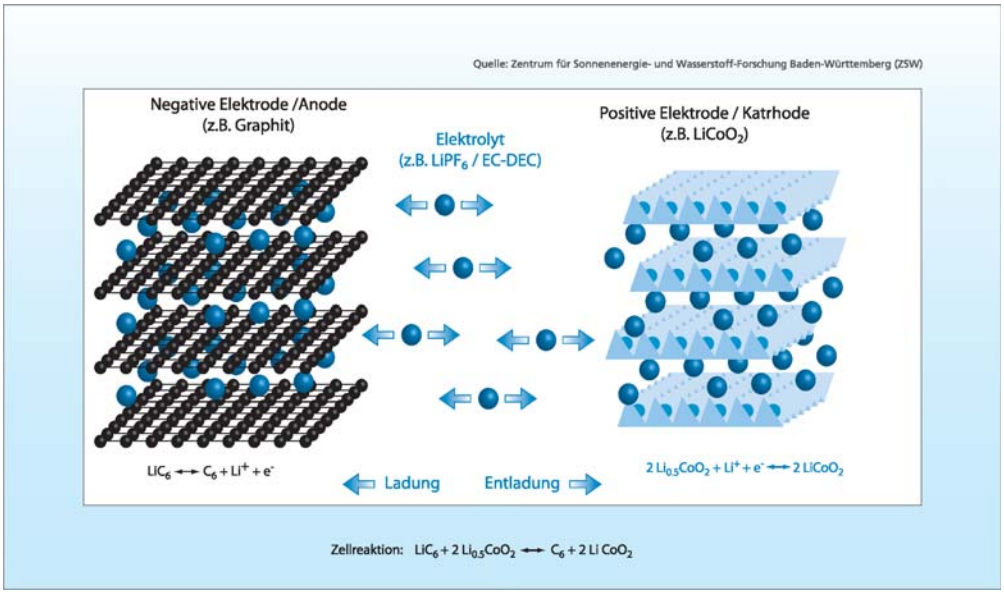
Speichertechnik



Während der kleine SUV LUIS 4U green von Luis Motors über Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus verfügt, kommen im von finnischen Studenten entwickelten eSportwagen „Electric Raceabout“ erstmalig Lithium-Titanat-Akkus zum Einsatz.

Lithium-Ionen-Akkus haben generell keinen Memory-Effekt, die Selbstentladung ist niedrig, allerdings temperaturabhängig. Die Akkus tolerieren keine Tiefentladung, die Schäden verursachen kann. Ein Lithium-Ionen-Akku beruht auf dem Austausch von Lithium-Ionen und wird auch als Ionen-Transfer-Batterie bezeichnet. Beim Laden und Entladen einer Lithium-Zelle wandern Lithium-Ionen zwischen der Anode und der Kathode hin und her und setzen dabei elektrische Energie frei. Li-Ionen-Technik wird auch in Starter-Batterien genutzt, bisher aber nur vereinzelt in Sportwagen der gehobenen Preiskategorie.

< Grafik 5: Aufbau einer Lithium-Ionen-Batterie >



Derzeit arbeiten Forscher und Industrie-Ingenieure gleichermaßen daran, den Ionen-Transport zu optimieren. Bei einer Weiterentwicklung wird mit winzigen Nanostrukturen gearbeitet, um die innere Elektrodenoberfläche wesentlich zu vergrößern. Auch Polymere anstatt flüssiger Elektrolyte sind in der Erprobung.

Sicherheit

Eines der größten Probleme ist noch nicht gelöst: die Brand- und Explosionsgefahr. Lithium-Ionen-Akkumulatoren neigen wegen des hochreaktiven Lithiums zur Überhitzung. Was bei Handys und Laptops immer wieder zu Rauchentwicklung und Bränden geführt hat, ist auch im Rahmen der eMobilität ein Thema. Ein Kühlsystem soll hier neben einem Überwachungssystem für Abhilfe sorgen. Eine Lösung sind auch Lithium-Eisenphosphat-Akkumulatoren, die aufgrund ihrer Bauart gegen Brände und Explosionen resistent scheinen. An der Sicherheit wird auf mehreren Ebenen nach Verbesserungen gesucht: Durch Veränderungen an der Elektrochemie (z.B. Lithium-Eisenphosphat), Veränderungen in der Zelle (neue Materialien, Separatoren) und durch Veränderungen des Systems (Temperaturüberwachung, Management) [van Basshuysen/Schäfer 2009, S. 757]. In Deutschland setzt das von Evonik und Daimler betreute Gemeinschaftsunternehmen Li-Tec-Battery eine Keramik-Membran als Separator ein, der Plus- und Minus-Pole trennt und einen systemimmanenten Kurzschluss verhindern soll, aber auch durchlässig ist für die Lithium-Ionen. Generell gilt das adäquate Thermomanagement als eine der wichtigsten Herausforderungen innerhalb der Batterietechnik.

Material Lithium

Lithium ist in der Verarbeitung aufwändig, gilt als kostbar und ist oft in politisch unsicheren Regionen in großen Mengen verfügbar. Manche Experten wie diejenigen vom französischen Beratungsunternehmen Meridian International Research kamen im Jahr 2006 zu dem Schluss, dass die Lithium-Vorkommen nicht ausreichend für eine Massenanwendung sind und man sich nach Erdöl in eine neue Abhängigkeit von einem Rohstoff begeben könnte [Tahil 2006, S. 14]. Mehrere neuere Untersuchungen schätzen die Ressourcen anders ein: Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) kommt in einer Verfügbarkeitsanalyse im Juni 2010 zu dem Ergebnis, dass auch in den nächsten Jahrzehnten nicht mit einer Versorgungslücke und Knappheit der Lithium-Reserven zu rechnen ist. Die Forschungsgesellschaft Energiewirtschaft zog in ihrem Projekt das Fazit, dass eine Lithium-Reichweite von mindestens 100 Jahren realistisch erscheint. Darüber hinaus wurde neben den bekannten Fundorten (u.a. Südamerika) im Juni 2010 von US-Geologen in Afghanistan ein großes Rohstoffvorkommen entdeckt. Allerdings könnten wirtschaftliche und geopolitische Entwicklungen verschiedene Risiken für die deutsche und europäische Wirtschaft bergen [ZSW 2010, S. 8 ff.].

In Deutschland unterstützt das Bundesministerium für Bildung und Forschung die Weiterentwicklung im Projekt „Lithium-Ionen-Batterie – LIB 2015“ mit 60 Mio. Euro. Ein Konsortium aus den Firmen BASF, VW, Evonik Industries, Li-Tec Battery und Bosch hat sich Ende 2007 verpflichtet, die Entwicklung mit zusätzlichen 360 Mio. Euro in Fahrt zu bringen.
Unternehmen und Forschungseinrichtungen entlang der Wertschöpfungskette für Lithium-Ionen-Batterien haben sich überdies im April 2010 zum deutschlandweiten Kompetenznetzwerk

IV.4. Speichertechnik

Speichertechnik

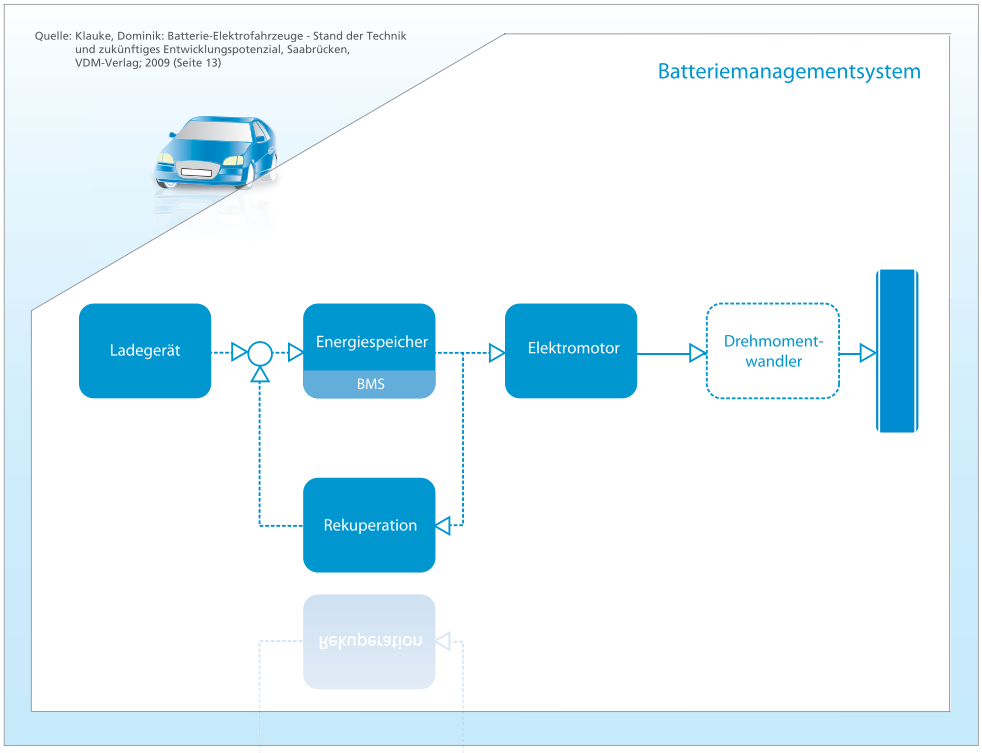
Lithium-Ionen-Batterien (KLiB) zusammengeschlossen. Ziel ist die Stärkung der Zulieferindustrie Deutschlands über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg – von der Entwicklung über die Produktion bis hin zur Vermarktung.

Doppelschicht-Kondensatoren (DSK)

Die Doppelschicht-Kondensatoren (Ultracaps) haben die größte Energiedichte innerhalb der Gruppe der Kondensatoren und speichern die Energie elektrostatisch ohne chemische Reaktion. Der große Vorteil: Sie halten nahezu unbegrenzt und verfügen über hohe Leistungsdichten, d.h. sie können elektrische Energie in kurzer Zeit speichern und wieder abgeben. Auch eine unter Umständen aufwändige Ladeüberwachung wie bei Akkumulatoren ist nicht notwendig. Die im Vergleich niedrige Energiedichte von unter 100 Wh/kg verhindert bisher, die Ultracaps als alleinige Traktionsbatterie zu gebrauchen. Deswegen werden Superkondensatoren vor allem in Hybridfahrzeugen im Micro-Hybrid oder ergänzend zu anderen Akkumulatoren, etwa zur Deckung von Spitzenleistungen, eingesetzt.

Batteriemanagementsystem (BMS)

< Grafik 6: Batteriemanagementsystem >



Eine Batterie besteht aus einer Vielzahl von Zellen, die sich alle möglichst im selben Betriebszustand befinden sollen. Der Lithium-Ionen-Akku mit 12 kWh im Prototyp des Audi e-tron besteht beispielsweise aus 96 prismatischen Zellen. Dabei gibt die schwächste Zelle die Leistung für die anderen Module vor. Das BMS überwacht den Lade- und Entladevorgang, der Ladezustand informiert, wie weit mit der restlichen Ladung noch gefahren werden kann. Das BMS hat die Aufgabe, die Lebenszeit zu verlängern und die Wirtschaftlichkeit sowie Zuverlässigkeit der Batterien zu verbessern. Für das BMS müssen folgende Kriterien erfüllt sein: Batterie-Temperierung, Einhaltung der Zellenspannung innerhalb der Grenzen nach oben und unten soweit die Begrenzung des Lade- und Entladestroms. Beispielsweise soll das BMS eine Tiefentladung bei Lithium-Ionen-Batterien verhindern.

Wasserstoffspeicher

Für die Nutzung von Strom aus einer Brennstoffzelle muss der Wasserstoff in einem Speichermedium mitgeführt werden. Der Energieträger Wasserstoff wird entweder gasförmig oder flüssig beladen. Als Gas nimmt Wasserstoff mit seiner geringen Dichte viel Raum ein, ist 15mal leichter als Luft. Um nicht überdimensionale Tanks zu transportieren, wird das Gas komprimiert, also unter hohem Druck zusammengepresst. In solchen Druckgasflaschen oder Druckgastanks herrscht ein Druck von 700 bar. Ein regulärer Tank in einem Fahrzeug nimmt etwa 4 kg Wasserstoff auf.

Flüssiger Wasserstoff ist dichter als der gasförmige (900-mal), hat aber den Nachteil, dass er auf mehr als 253 Grad unter Null abgekühlt werden muss. Auch in dieser Form wird er in Wasserstoff-

IV.4. Speichertechnik

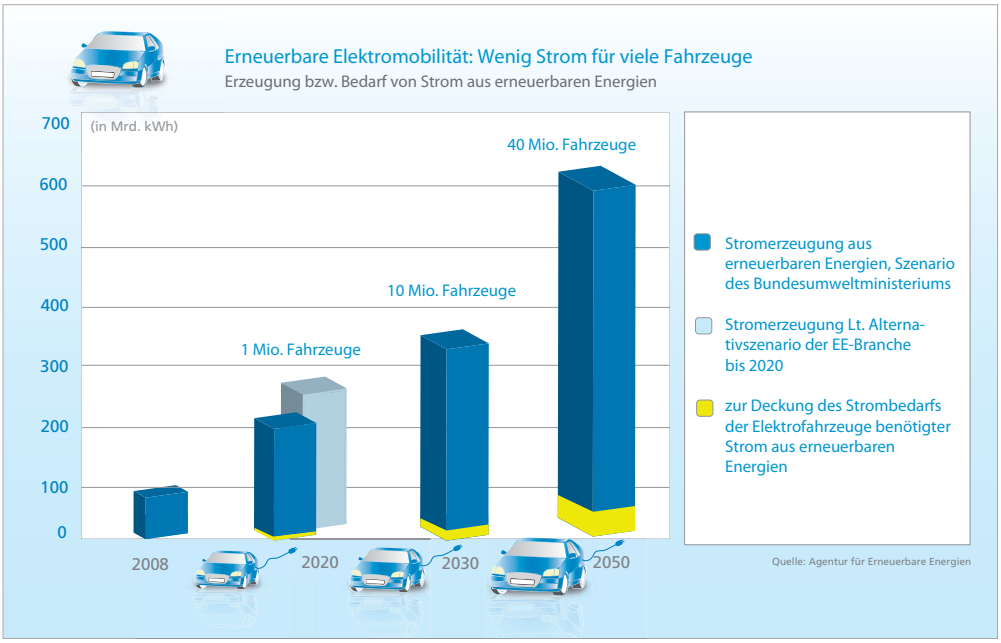
Speichertechnik

fahrzeugen eingesetzt. Mit ihrem Wasserstofftank erreicht beispielsweise die Daimler B-Klasse F-Cell ohne großes Mehrgewicht eine Reichweite von 400 Kilometern – ein Vorteil gegenüber Akkumulatoren [Mercedes-Benz 2009, S. 2 f]. Der Tank sitzt aufprallgeschützt im Sandwichboden. Die Betankung dauert nur Minuten, wesentlich schneller als bei Batterien. Der energetische Aufwand ist hoch: Für die Umwandlung müssen bei Kompression und Verflüssigung viel Energie aufgewendet werden. Alternativ werden Einlagerungen in Metall (Metallhydrid) oder Mitnahme von Methanol erforscht, aus dem Wasserstoff an Bord gewonnen wird. Generell gilt: Wasserstoff ist hochexplosiv und muss geschützt werden.

Der Aufbau einer Lade-Infrastruktur für eFahrzeuge ist eine wesentliche Voraussetzung für den kommerziellen Erfolg der Elektromobilität. Zwar ist die technische Machbarkeit beispielsweise in Mitteleuropa kein großes Hindernis, allerdings ist zu klären, welche Konzepte die Betreiber von öffentlichen Ladesäulen anwenden sollen, um Installations- und Wartungskosten decken zu können. Neben den technischen sowie ökonomischen Fragestellungen sind auch ökologische Aspekte in Bezug auf die Stromerzeugung des für den Betrieb von Elektroautos verwendeten Stroms zu betrachten. Dieses Kapitel liefert einen Überblick.

Stromerzeugung

< Grafik 7: Erneuerbare Elektromobilität >



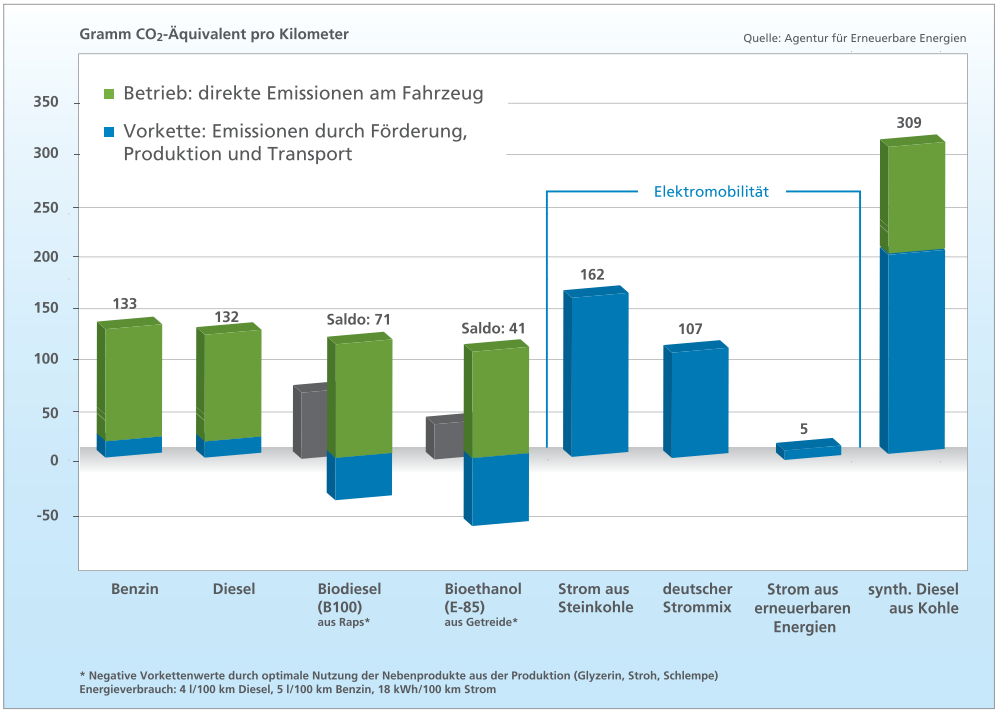
IV.5. Infrastruktur

Infrastruktur

Mit dem Ersatz von Benzin durch Strom als Antriebsenergie für Autos und andere Verkehrsmittel sind erhebliche Belastungen für das Stromnetz und Konsequenzen für die Stromerzeugung verbunden. Fahren bis 2020 etwa tatsächlich eine Million Elektroautos auf deutschen Straßen, so verbrauchen diese 1,98 Mrd. kWh Strom. Dies entspräche ungefähr 0,3% des Stromverbrauchs des Jahres 2009 [Energie Impuls OWL 2010, S. 36]. Hinzu kommt der Strombezug von PHEVs, dazu der steigende Bedarf für Pedelecs und andere Elektrofahrzeuge sowie der Betrieb von Stromtankstellen. Abgesehen von der benötigten Strommenge wird die eMobilität insbesondere in Deutschland eng mit der Verwendung von „sauberem Strom“ verbunden. Zwar kann schon beim heutigen Strommix in Deutschland von um 46% niedrigeren CO2-Emissionen pro Fahrzeug im Vergleich zu einem Fahrzeug mit herkömmlichem Verbrennungsmotor ausgegangen werden, je höher der Anteil des sauber erzeugten Stroms an dem für Elektrofahrzeuge genutzten Strom ist, umso besser fällt letztlich die Umweltbilanz der emissionsfreien Elektrofahrzeuge in einer umfassenden Well-to-Wheel-Betrachtung aus. So können nach Expertenschätzungen eine Million Elektrofahrzeuge 1,14 Mrd. Tonnen CO2 einsparen, falls der Bruttostromverbrauch zu 30% aus erneuerbaren Energien gespeist wird [Beyers 2009].

Auf internationaler Ebene ist die Well-to-Wheel-Betrachtung weniger vorteilhaft für die eMobility. Da Schwellenländer wie China oder Indien aufgrund des rasant steigenden Strombedarfs vor allem auf Kohlestrom setzen, fällt dort die Umweltbilanz in der ganzheitlichen Betrachtung und unter Einbeziehung der Stromerzeugung schlechter aus.

< Grafik 8: Kraftstoffe und Antriebsarten >



Stromtankstellen

Die Stromtankstelle bezeichnet generell eine Lademöglichkeit für eFahrzeuge, die öffentlich (Parkplätze, Stromtankstellen, Supermärkte etc.), teil-öffentlich (bei Firmen) oder nicht-öffentlich (Carport, Garage, Steckdose) zugänglich sein kann. Im einfachsten Fall ist damit eine übliche Steckdose mit 230 Volt und bis zu 16 Ampere gemeint, an der der Akkumulator eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs über eine Kabelverbindung aufgeladen wird. Im Gegensatz dazu gibt es Schnellladesysteme mit bis zu 400 Volt, die vor allem als Firmen-Infrastruktur sowie an Autobahnen oder Landstraßen Anwendung finden werden.

Der Aufbau einer Strom-Infrastruktur für eFahrzeuge ist in Deutschland aus technischer Sicht kein großes Handicap. Strom ist als 230V-Leitung in Deutschland nahezu überall verfügbar – so lassen sich sehr leicht Stromtankstellen mit Abrechnungssystem und zentraler Überwachungsfunktion integrieren. Diese flächendeckende Verfügbarkeit ist ein entscheidender Vorteil gegenüber dem Brennstoffzellenfahrzeug, da die Errichtung einer Infrastruktur für Wasserstofftankstellen wesentlich aufwändiger ist. Allerdings sind alle gängigen 230-Volt-Steckdosen europaweit mit 16-Ampère bzw. 10-Ampère-Sicherungen abgesichert, so dass für höhere Ladeleistungen Drehstromanschlüsse Verwendung finden müssen [Biermann/Scholze-Stark

IV.5. Infrastruktur

Infrastruktur

2010, S. 20]. Die Ladezeit für marktübliche Elektroautos reicht von ca. einer halben Stunde als Schnell-Aufladung bei 400 Volt bis zu 12 oder mehr Stunden an der Haushaltssteckdose. Verfügt eine Ladestation über Drehstromanschluss, so lassen sich mehrere Fahrzeuge gleichzeitig oder ein Fahrzeug beschleunigt aufladen. Möglich sind Schnellladestationen mit bis zu 480 Volt und mehr als 100 Ampère. Bislang sind diese Ladesäulen sehr teuer und somit – wenn überhaupt – nur für Firmen oder zu Forschungszwecken erschwinglich. Weiterentwickelte Systeme arbeiten mit deutlich höheren Spannungen und Stromstärken und werden in den nächsten fünf bis zehn Jahren marktreif werden.

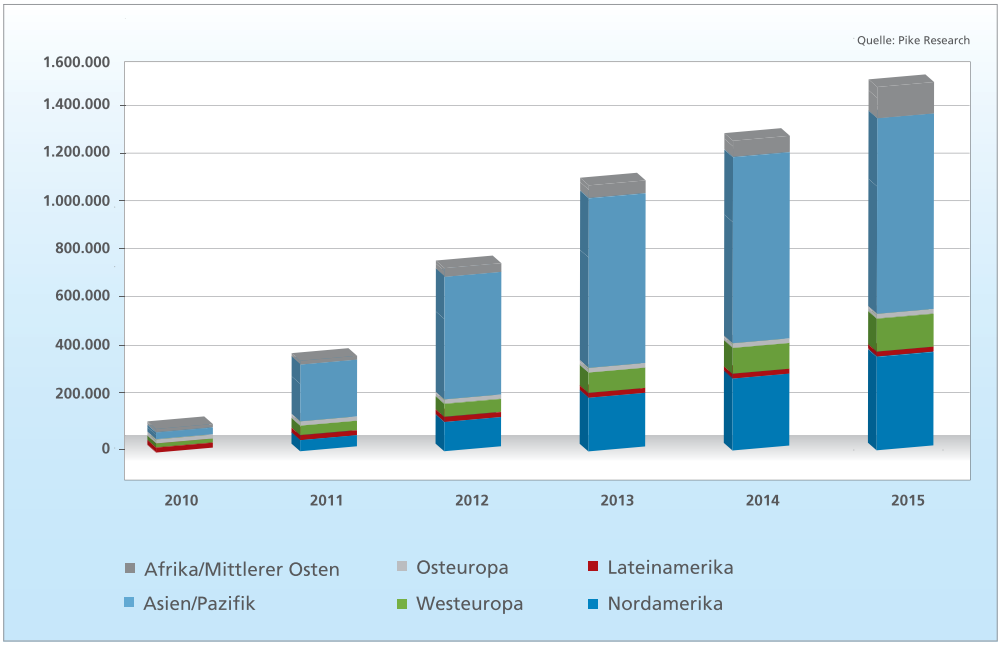
Teil-öffentliche oder öffentliche Ladesäulen für Elektrofahrzeuge wie eAutos, eMotorräder, eScooter und eFahrräder werden zunächst vor allem in stark urbanisierten Ballungsräumen wie Berlin, dem Ruhrgebiet oder dem Rhein-Main-Gebiet installiert. Gekoppelt sind entsprechende Initiativen an Feldversuche und Förderungen innerhalb von Modellregionen sowie die Erforschung von Verhaltensweisen oder technischen Funktionalitäten. Dort wird es Lade-Netzwerke geben, die untereinander kommunizieren können und über ein zentrales Management-System verfügen. Potentielle Nutzer können via Internet oder Mobiltelefon erfahren, wo die nächste Ladesäule steht und ob diese gerade frei verfügbar ist.

Generell wird es in der Zukunft vor allem nicht-öffentliche oder nur teil-öffentliche Ladestationen geben: Aus ökologischer Perspektive empfehlenswert ist das Aufladen des Elektroautos über Nacht in der heimischen Garage in Verknüpfung mit Windstrom oder tagsüber gespeichertem Sonnenstrom. 60% der Menschen, für die ein Elektroauto in den nächsten zehn Jahren in Frage kommen wird, werden deutschlandweit über eine nicht-öffentliche Lade-Möglichkeit für das Elektroauto verfügen [Zetsche, S. 6].

Auch hier unterscheiden sich die Rahmenbedingungen in Deutschland signifikant von anderen Ländern: In den USA ist der Anteil der Hausbesitzer mit Garage aufgrund der ausgeprägten Vorstadt-kultur bei mehr als 60%, in China oder Indien dagegen wird der Bedarf für öffentliche Ladeinfrastruktur wesentlich ausgeprägter sein.

Die Experten von Pike Research gehen von einer Million Ladestationen in den USA bis 2015 aus. Rund 50% des Marktes von ca. 1,5 Millionen Ladestationen, die alleine 2015 verkauft werden, wird China beherrschen. Bis 2015 werden 4,7 Mio. Ladestationen weltweit verfügbar sein, der Umsatz im Jahr 2015 wird auf 1,9 Milliarden US-Dollar geschätzt [Gardner/ Wheelock 2009, S. 3ff.].

< Grafik 9: Zahl der Ladestationen >



Neben der Option, das Elektrofahrzeug über Nacht oder tagsüber in der Garage aufzuladen, ist das Aufladen auf dem Firmenparkplatz die wahrscheinlichste Variante für Berufspendler. In Frankreich werden neue Bürogebäude nur noch genehmigt, wenn diese ausreichend Ladesäulen zum Aufladen von Elektroautos vorsehen.
Genügen die Möglichkeiten Zuhause und bei der Arbeit nicht, wird es darüber hinaus öffentliche Ladestationen geben, etwa an Einkaufszentren, Park & Ride-Parkplätzen oder in Verbindung mit Straßenlaternen, öffentlichen Gebäuden oder Telefonzellen. Um Langstreckenfahrten zu ermöglichen, wird es mindestens einzelne Autobahnen geben, die über eine große Anzahl von Schnellladesäulen verfügen. In den USA und Finnland werden bereits erste Autobahnen entsprechend ausgestattet.

Batteriewechselstationen

Einige Länder wie Israel und Dänemark sowie einige Hersteller von Elektroautos setzen neben der Möglichkeit, das Auto über das Stromnetz aufzutanken auf die Möglichkeit, die Akkumulatoren im Inneren des Fahrzeuges mithilfe eines Roboters in wenigen Minuten auszutauschen. Dieses System erinnert am ehesten an die klassische Tankstelle, etwa an der Autobahn, birgt einige Vorteile, aber auch Risiken und Probleme. Im Falle der Batteriewechselstation können Elektroautos günstiger

IV.5. Infrastruktur

Infrastruktur

verkauft und die Akkus lediglich verleast werden. Das lindert das aktuelle Problem der teuren Akkumulatoren und macht das Elektroauto für Gewerbekunden, aber auch den Endverbraucher schneller interessant. Außerdem können neue, modernere und leistungsfähigere Batterie-Generationen bei einem sukzessiven Aufbau eines solchen Systems einfacher in Umlauf gebracht werden.

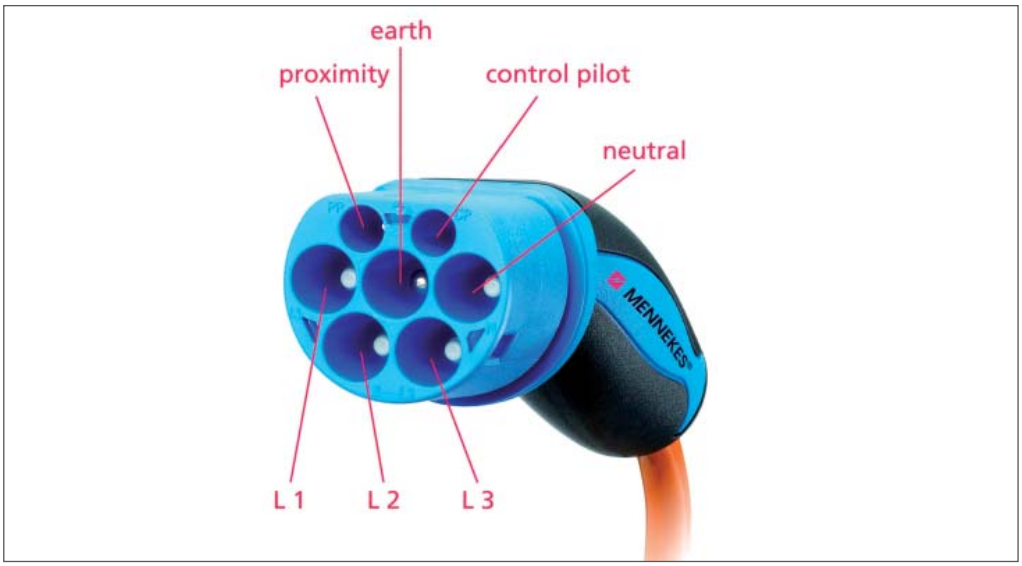
Allerdings muss ein Unternehmen, das Batteriewechselstationen betreibt, eine große Anzahl solcher Batterien vorhalten, damit der Grundbedarf gedeckt werden kann. Gleichzeitig müssen Wechselstationen aufgebaut werden – der Kapitalbedarf ist enorm. Die Experten der Managementberatung A.T. Kearney gehen davon aus, dass sich ein System von Batteriewechselstationen bis 2020 vor allem wegen mangelnder Standardisierung der Batterien und der logistischen Komplexität zumindest in Deutschland nicht im großen Stil durchsetzen wird [Klink et. al. 2009, S. 4].

Das kalifornische Unternehmen Better Place des israelischen Unternehmers Shai Agassi versucht, ein solches System in die Tat umzusetzen: In Tokio hat Better Place im Jahr 2010 eine erste Batteriewechselstation aufgebaut, die täglich von drei Elektrotaxis angefahren wird. Das Ausdehnen dieses Pilotprojektes auf alle Taxis in Tokio würde einen Bedarf von 300 Batteriewechselstationen erforderlich machen. Mit der Hilfe von Partnerunternehmen wie Renault, Nissan und Tesla möchte Better Place die eigene Vision in die Tat umsetzen.

Vereinheitlichung der Ladestecker

Die Ladestecker müssen vielfältige Funktionen erfüllen. Dennoch ist es der Firma Mennekes aus Nordrhein-Westfalen gelungen, mit einem Normentwurf für den Ladestecker der Zukunft weite Teile der vorwiegend europäischen Industrie zu überzeugen. So setzen bereits Daimler, BMW, Volkswagen, Renault-Nissan, PSA Peugeot Citroën, Volvo Ford, General Motors, Toyota, Mitsubishi und Fiat sowie die Energieversorger RWE, E.ON, EnBW, Electricité de France, Vattenfall, Electrabel, Enel, Endesa, EDP und Essent auf den Stecker von Mennekes. Eine formale, europäische Vereinheitlichung wird bis 2017 angestrebt.

< Grafik 10: Grafik Ladestecker Mennekes >



Der Norm-Ladestecker ist in seiner Größe vergleichbar mit einem 16A-Stecker und ermöglicht sowohl den einphasigen 230V-Anschluss als auch den dreiphasigen 400V-Anschluss für bis zu 63 Ampère Ladestrom. Über die Stromversorgung hinaus bietet der Ladestecker zwei Kommunikationsschnittstellen. Der Plug-present-Kontakt sorgt für die Aktivierung der Wegfahrsperre, während der Control-pilot-Kontakt den Austausch von Daten zwischen Ladesäule und Elektroauto ermöglicht. In Italien, den USA, Japan und anderen Ländern macht sich die Industrie für einphasige Systeme mit nur 32 Ampère stark [Zetsche 2009, S. 6].

Die Idee des Vehicle-to-Grid

Unter Vehicle-to-Grid (V2G) versteht man ein technisches Konzept, das vorsieht, die Batterien einer Elektroauto-Flotte als Speicher für das Stromnetz zu verwenden [Puppe, S. 1]. In einem intelligenten System eines Smart Grids mit bidirektionaler Kommunikation zwischen dem Auto und dem Stromnetz können die Elektroautos zu einem virtuellen Regelkraftwerk zusammengeschlossen werden [Engel 2006, S. 6].

Der Bedarf des Stromnetzes, eine immense Anzahl an Stromspeicherkapazitäten verfügbar zu halten, resultiert insbesondere aus der zunehmenden Einspeisung von Wind- und Sonnenenergie ins Stromnetz. Da im Stromnetz aus technischen Gründen Angebot und Nachfrage stets im Einklang sein müssen und erneuerbare Energien durch besonders unstetige Stromproduktion gekennzeichnet sind, können die Batterien der Elektroautos nahezu als ideale Stromspeicher Verwendung fin-

IV.5. Infrastruktur

Infrastruktur

den und die schwankende Energieproduktion ausgleichen [Schluchter 2007, S. 1]. Voraussetzung für ein funktionierendes V2G-System ist, dass die Verbindung zum Stromnetz für das Laden der Fahrzeuge gewährleistet sein muss. Zur Umrüstung müssten bestehende Fahrzeuge oder künftige Fahrzeuge um eine bidirektionale Verbindung und die für V2G benötigte Elektronik erweitert werden, so dass die Rückspeisung ins Netz und somit Netzhilfsdienste ermöglicht werden. So könnten insbesondere BEV aber auch PHEV mit einer größeren Batterie als Netzpuffer eingesetzt werden. Weniger geeignet sind FCV, weil deren Umbau relativ hohe zusätzliche Investitionen nötig machen würde und der Wasserstofftank als primärer Energiespeicher über weniger Kapazität als die Batterie eines PHEV oder BEV verfügt. [Schluchter 2007, S. 6 f.].

Neben den Anforderungen an die Stromnetze sind aber im V2G-System auch die Anforderungen an die Ladestellen ausgeprägt. Zumindest an strategisch wichtigen Punkten wie Arbeitsplätzen, Parkhäusern und Wohnhäusern müsste der Ladevorgang zu jeder Zeit und noch dazu relativ schnell möglich sein. Allerdings birgt die intelligente Nutzung von Ladezeiten auch viele Risiken: So gäbe es ein Problem, wenn alle Elektroautos etwa nach der Rückkehr von der Arbeit in der Stoßzeit zwischen 18 und 20 Uhr aufgeladen würden.

Besser ist es, die gesamte Zeit über Nacht durch ein intelligentes System so nutzen zu können, dass der maximale Strombedarf das übliche Maß nicht übersteigt. Das intelligente System würde über die gesamte Nacht verteilt die ans Netz angeschlossenen Elektroautos dann aufladen, wenn überschüssiger Strom – etwa aus höherem Windertrag als berechnet – vorhanden ist.

Interessanter Nebenaspekt: Besitzer von Elektroautos, die ihr Auto regelmäßig zur Nutzung durch das Netz zur Verfügung stellen, würden daran sogar verdienen. Der potenzielle Wert eines Regelungsdienstes bei V2G würde sich nach älteren Berechnungen auf 700 bis 3.000 US-Dollar pro Jahr und Fahrzeug belaufen. Damit könnten einerseits die momentan noch zu hohen Anschaffungskosten für Elektroautos ausgeglichen, aber auch die Reduktion der Zahl der Ladevorgänge der Fahrzeugbatterien amortisiert werden [Schluchter 2007, S. 10]. Nachteilig wirkt sich aus, dass das häufigere Be- und Entladen der Batterien zu einer schnelleren Reduktion der Batteriekapazität und damit insgesamt zur Reduktion der Lebensdauer führt.

V. Anwendungen und Segmente

V.2. Anwendungen und Segmente

Anwendungen und Segmente

Das folgende Kapitel richtet innerhalb der Wertschöpfungskette den Blick in erster Linie auf die Anwendungen und Klassifizierungen der Fahrzeuge selbst, deren Produktion als Basis für die Diffusion der Elektromobilität angesehen werden darf. Dabei werden BEV in den Mittelpunkt der Betrachtung gerückt. Fast überall, wo Mobilität heute gefragt ist, bestehen potentiell auch Anwendungen für eMobilität – sowohl im privaten wie auch im öffentlichen bzw. gewerblichen Sektor. In einigen Bereichen wie beim Schwerlast- oder Fernverkehr stößt die Technik wegen der Reichweiten-Limitierung und des hohen Batteriegewichts bzw. der Größe technisch an Grenzen. Auch hohe Investitionskosten sind ein Kernproblem. Dem gegenüber eröffnen sich – wie zuvor geschildert – neue Anreize durch eMobilität (Leasing, Car-Sharing etc.).
Eine übliche Differenzierung betrachtet die Anwendungen je nach Verkehrsmittel. Während es bei Autos zwar zunehmend Hybrid, aber in wenigen Segmenten nur wenige BEV in Deutschland gibt (Ende 2009 waren es 1.588), ist die Elektrifizierung bei Fahrrädern bereits weiter fortgeschritten: 150.000 so genannter Pedelecs wurden 2009 verkauft, für 2010 werden nach Schätzungen des Zweirad-Industrie-Verbandes ZIV rund 170.000 Verkäufe erwartet. Insgesamt gibt es in Deutschland 69 Mio. Fahrräder. Nach Ansicht des Industrie-Verbandes Motorrad (IVM) wird sich das Thema eMobilität auf zwei Rädern rasch weiterentwickeln. Das bessere Verhältnis von bewegter Masse und Energiebedarf ergibt in naher Zukunft Impulse für den Markt [IVM 2009].
Auch im ÖPNV und im Nutzverkehr wird eMobilität als Traktion auf der Straße genutzt und ermöglicht weitere Optionen. Am weitesten verbreitet ist Strom traditionell beim Verkehrsmittel Bahn: Über 90% der Züge fahren elektrisch.

1 Zwei- und Dreiräder

Zwei- und Dreiräder können einerseits identifiziert werden in ihre Anwendung als reines Nutzrad oder als Freizeit- und Spaßrad. Das Nutzrad dient als Fortbewegungsmittel zum Erreichen eines Ziels. Als Freizeit- und Spaßbike bieten Elektroräder eine Reihe weiterer Möglichkeiten (Sport, Wellness, Reha etc.). Eine andere Unterscheidung subsummiert unter dem Oberbegriff Light Electric Vehicle (LEV) die Anwendungen a) muskel-elektrische-Hybride (z.B. Pedelecs wie Tourenrad, Lastenfahrrad, Tandem), b) reine Elektroleichtfahrzeuge (z.B. Mofa, Roller, Trike), c) Sport- und Freizeitfahrzeuge (z.B. GoKart, Golfcar) und d) elektrisch unterstütze Arbeitsmittel (z.B. Rasenmäher) [Neupert, S. 19].
Insgesamt ist große Dynamik auf dem Markt zu beobachten: Immer mehr Hersteller erweitern ihr Angebot und Start-up-Unternehmen drängen neu auf den Markt. Zweiräder mit eMotoren werden intensiv beworben, gelten als attraktiv und genügen Lifestyle-Ansprüchen vieler Zielgruppen. Mittlerweile werden nahezu alle Rädertypen, die es ohne Elektroantrieb gab und gibt, mit Elektromotoren angeboten. Ausnahmen sind beispielsweise noch Zweiräder für den Wettkampf im Leistungssport (Mountainbike, Rennrad). Alle Zwei- und Dreiräder, darunter auch die LEV mit Kabine, sind wegen eingeschränkter Reichweiten und geringer Maximalgeschwindigkeit in erster Linie für den urbanen oder Kurzstreckeneinsatz geeignet.

Andererseits könnten durch elektrische Antriebe vor dem Hintergrund eines neuen Mobilitätsverhaltens und Umweltbewusstseins neue Marktsegmente und Zielgruppen erschlossen werden. Einige Beispiele: Berufspendler können mit dem Pedelec „schweißfrei" zur Arbeit fahren, ältere Menschen das Fahrrad neu entdecken, die Reise- und Touristikbranche Räder verleihen und Touren anbieten und selbst der Segway, der aus zwei Rädern und einer Stange mit Steuermechanismus besteht, ist nicht nur ein Spaßmobil, sondern ist auch als Hilfsmittel für Rettungskräfte oder die Polizei einsetzbar [Segway 2010].

Bei den Elektrofahrrädern wird grundsätzlich differenziert zwischen dem Pedelec und dem E-Bike. Das boomende Pedelec ist ein Elektrorad, bei dem die elektrische Unterstützung nur durch Treten abgefordert werden kann. Die Leistung des Motors darf höchstens 250 Watt betragen. Bei einer Geschwindigkeit von 25 km/h schaltet sich der Motor automatisch ab. Eine Fortbewegung allein mit Elektroantrieb ist technisch nicht möglich. Durch moderne Sensor-Technik wird die Kraft des Fahrers gemessen und danach die Motorkraft ausgerichtet. Diese auch als Schiebehilfe bezeichnete Unterstützung erleichtert das Fahren bei Anstiegen oder Gegenwind – eine Hilfe für ältere oder schwache Menschen und ein großer Vorteil gegenüber dem konventionellen Rad. Je nach Fahrweise und Akku-Leistung verfügt das 15-30 kg schwere Pedelec über eine Reichweite von fünf bis zu 100 Kilometern. Die Ladezeit beträgt mehrere Stunden, rund 500 Zyklen sind möglich. Die Motoren sind eingebaut als Nabenmotor (mit Rekuperation) am Vorder- oder Hinterrad oder im Tretlager. Das Pedelec, von rund 800 Euro an zu erwerben, ist mit keiner Helm- und Führerscheinpflicht verbunden. Experten teilen die mittlerweile zahlreichen Segmente des Pedelecs auch ein in: Kurier-, Wellness-, Familien-, Sport-, Easy-, Transport-, Falt-, City/Komfort-, Touren- und Reha-Pedelec [Neupert, S. 52].

Beim eBike, dem Fahrrad mit zusätzlich eingebautem eMotor und mehr Leistung (bis 500 Watt) sowie Geschwindigkeit (mit Treten bis 45 km/h), kann der Fahrer ausschließlich auf den motorisierten Antrieb umstellen und muss nicht treten. Das eBike ist in Deutschland nicht anmelde-, aber versicherungspflichtig. Ein Mofa-Führerschein wird gefordert [ZIV 2010, S. 2]. Der Elektroroller, auch eScooter genannt, kann in der Kategorie der Mofas (bis 25 km/h) nur mit Mofa-Prüfbescheinigung gefahren werden. Auch Krafträder (über 45 km/h) sowie (noch seltener) Motorräder bieten Alternativen zu Verbrennungsmaschinen insbesondere im Nahverkehr. Darüber hinaus existieren dreirädrige Fahrzeuge (Trike) – als Spaßfahrzeug oder als Untersatz im Behinderten- und Reha-Sektor.

Fazit: eMobilität verschafft dem ohnehin starken Zweiradmarkt in Deutschland einen weiteren Schub und hat große Chancen zur Massenanwendung. Die klassische Nutzung durch Kauf für die Eigennutzung kann bei Fahrrädern und eBikes ergänzt werden durch neue Geschäftsmodelle auf Leihbasis („Call a Bike") in urbanen Zonen, durch Angebote von Energieversorger und Stadtwerken und implizierte Abrechnungskonzepte.

V.2. Anwendungen und Segmente

Anwendungen und Segmente

2 Personenkraftwagen

Lange Zeit standen die so genannten LEV, die für ein oder maximal zwei Personen Platz bieten, als Synonym für Elektroautos. Heute sehen Autos mit Elektrotraktion aus wie herkömmliche PKW. Zu den Standard-Versionen (z.B. Limousinen, Stadtautos) mit Hybrid- oder Elektroantrieb gesellen sich inzwischen auch SUV oder Jeeps sowie rein sportliche Varianten wie der Tesla Roadster, der eine Spitzengeschwindigkeit von 200 km/h ermöglicht.

Auf absehbare Zeit wird die Reichweite von BEV der von Verbrennungsfahrzeugen nicht ebenbürtig sein und grenzt die Anwendungsmöglichkeiten stark ein. Das zeigt sich nicht zuletzt bei der Wirtschaftlichkeit, wenn Kosten für Fahrzeug und Betrieb mit einberechnet werden. Reine Batteriefahrzeuge mit geringer Batteriekapazität (ca. 20 kWh) kommen derzeit der Wirtschaftlichkeit am nächsten. PHEV und FCEV folgen mit Abstand. BEV sind aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sowie der Beschränkung der Reichweite und der limitierten Beladeмöglichkeiten vorerst auf den Teilmarkt mit geringeren täglichen Fahrstrecken beschränkt. Zumindest in der nächsten Dekade können BEV nicht in den Bereich der Langstrecken-Limousinen vordringen. Zum einen wegen zu hoher Batteriekosten und hohem Batteriegewicht. Zum anderen wegen geringer Wirtschaftlichkeit von Batteriewechselstationen [Wietschel/Bünger, S. 10]. Als alltagstaugliche Alternative werden von größeren Herstellern Fahrzeuge mit Wasserstofftechnik eingeschätzt und entwickelt. Der F-Cell von Mercedes oder der Hydrogen4 von Opel sollen zur Serienreife geführt werden. Nicht zuletzt unter dem Gesichtspunkt der Speicherung von Energie ist die Brennstoffzelle interessant. Doch neben dem Anschaffungspreis der Fahrzeuge ist die nicht vorhandene Infrastruktur und die energieintensive Wasserstoff-Produktion ein Hindernis.

Die Wirtschaftlichkeit elektrischer Fahrzeuge kann von neuen Anwendungskonzepten profitieren. Car-Sharing ist ein Modell, das ökologisch und ökonomisch effizient mehreren Nutzern eMobilität zugänglich machen und die Markteinführung elektrischer Fahrzeuge beschleunigen kann. Beim flexiblen Car-Sharing buchen die Kunden das Fahrzeug nur, wenn sie auch wirklich Bedarf haben. Denkbar sind auch Kombinationskonzepte mit Zweirädern: Der Kunde kauft bei einem Anbieter beispielsweise zu Beginn des Jahres 5.000 km Pedelec, 15.000 km Stadtauto und 5.000 km Limousine [Karg/Reinhardt 2010, S. 20). Der Mobilitätsprovider kümmert sich über ein Kommunikationssystem um die Abrechnung und stellt die Fahrzeuge in E-Parks zur Verfügung.
Ein spezielles Segment im PKW-Bereich stellen Solarmobile dar, die durch mitgeführte Solarzellen den Strom direkt für den Antrieb verwenden können. Mit diesen Nischen-Fahrzeugen werden auch sportliche Wettrennen durchgeführt oder Weitenrekorde aufgestellt.

3 Nutzfahrzeuge und ÖPNV

Im Bereich Nutzfahrzeuge und ÖPNV ist eMobilität mit Elektro- oder Hybrid-Antrieben eingeführt. Auch hier ist die neue Technik dann vorrangig sinnvoll, wenn Strecken kurz sind. In ausgewählten Kommunen und Regionen werden Fahrzeuge im Alltagsbetrieb bei geförderten Projekten getestet, etwa bei Stadtwerken und Taxibetrieben. Hier bieten sich durch eMobilität Möglichkeiten mit dem Aufbau ganzer Flotten samt der erforderlichen Infrastruktur. Bereits heute sind eMotoren beispielsweise an Flughäfen als Schlepper in der Abfertigung oder beim Gepäcktransport in Gebrauch. Am Hamburger Airport werden seit 2006 Fahrzeuge im Bodenverkehr mit Wasserstoff-Technik angetrieben. Im Lastenverkehr hat die Brennstoffzelle aufgrund ihrer Vorzüge (schnelle Betankung, hohe Reichweite) ihr Potential auch auf der Straße. Innerhalb von Wirtschaftsgebäuden kommen Stärken der eMobilität wie die niedrigen Emissionen besonders zum Tragen (Gabelstapler oder kleine Personentransporter an Flughäfen). Im Transport- und Lieferverkehr ist die eingeschränkte Reichweite ein Manko, wobei hier die Rekuperation durch häufiges Anfahren und Abbremsen amortisierenden Einfluss haben kann. Auf dem Markt existieren einige Kleintransporter für den Kurzstreckenbereich. Die Firma Iseki oder Fiat und Piaggio haben neben anderen Anbietern solche eTransporter gebaut. Im Öffentlichen Personennahverkehr (Busse) werden Hybrid-Antriebe mit Elektro- oder Brennstoffzellentechnik im Alltag gefahren oder erforscht, teilweise im Rahmen des Entwicklungsplans der Bundesregierung (Projekt: „Modellregionen Elektromobilität“) [Bundesregierung 2009, S. 18]. Das Potential in Deutschland ist für alternative Antriebe groß: 37.000 Busse verkehren täglich im Schnitt nur über eine Strecke von sechs Kilometern. Bei einer Linienlänge von 315.000 km sowie 13 Mio. Fahrten mit Bussen täglich, werden jährlich 850 Mio. Liter Dieselkraftstoff verbraucht. Allein durch Hybridtechnik ließen sich bei kommunalen Verkehrsbetrieben pro Jahr 10-20% Kraftstoffeinsparungen erzielen [Pütz, S. 29].

Rein batteriebetriebene Stadtbusse werden gegenwärtig nicht als Ersatz von heutigen Dieselbussen eingeschätzt. Sie verzeichnen gravierende Nachteile in der Alltagstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit (Gewicht, Kosten etc.). In Verbindung mit kabelloser Aufladung bei der Induktion könnte sich dies in Zukunft aber ändern. Wasserstoffbusse mit Brennstoffzellen bieten hier aber generell das größere Potential und können je nach Wasserstoff-Herstellung klare Vorteile nicht zuletzt in der Umweltbilanz gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen haben.

V.2. Anwendungen und Segmente

Anwendungen und Segmente

< Grafik 11: Elektromobilität 2009 VDV >

Elektromobilität 2009 – von VDV-Unternehmen eingesetzte Fahrzeuge					
	U-Bahn	Straßenbahn/Stadtbahn	Eisenbahn	Omnibusse*	Trolleybus
Anzahl der Fahrzeuge mit eigenem Antrieb gesamt	1.553	5.125	10.053	24.009	73
Darunter: mit elektrischem Antrieb	1.553	5.125	7.196	3	73
Anzahl der Busse nach alternativen Antriebsarten				925	
Darunter: Erdgas				915	
Wasserstoffverbrennungsmotor				10	
*hier nur eigene, einschließlich geleaste und gecharterte Busse – ohne Busse der VDV-Subunternehmer, als elektrische Antrieb zählen nur Busse mit Brennstoffzelle.					

Quelle: VDV

4 Schienenfahrzeuge

Im Zugverkehr hat Elektrotraktion große Tradition und ist etabliert wie bei keinem anderen Verkehrsmittel. Zu unterscheiden ist der Verkehr im Eisenbahnnetz (Personen, Güter, Nah- und Fernverkehr) von städtischen Straßenbahnen sowie U-Bahnen. Die Antriebe von Zügen der Deutschen Bahn basieren auf elektrischen (90% Anteil) und dieselhydraulischen Konzepten, weshalb die Bahn als umweltfreundliches Verkehrsmittel gilt. Rein elektrische Lokomotiven (E-Loks) beziehen ihren Strom zumeist aus Oberleitungen. Der Energieanteil Erneuerbarer Energien betrug bei der Deutschen Bahn im Jahr 2009 18,5%. Im Bahnverkehr ist keine bahnbrechende Weiterentwicklung zu erwarten, weil Elektroantreibe sehr präsent sind, die Konkurrenzsituation der Hersteller kaum vorhanden und Züge lange Lebenszyklen haben (ein ICE etwa 25 Jahre). Die DB setzt jedoch nicht nur auf die Schiene, ist deutschland- und europaweit mit einer Flotte von rund 1.800 Autos einer der größten Car-Sharing-Anbieter und hat weitere Pläne. In diese Flotte werden jetzt zunehmend Autos mit Hybrid- und E-Antrieb integriert. Auch beim Fahrradmietverleih mit rund 6.000 Fahrrädern kommt zunehmend eMobilität zum Einsatz.

VI. Wertschöpfung, Allianzen und Innovationen

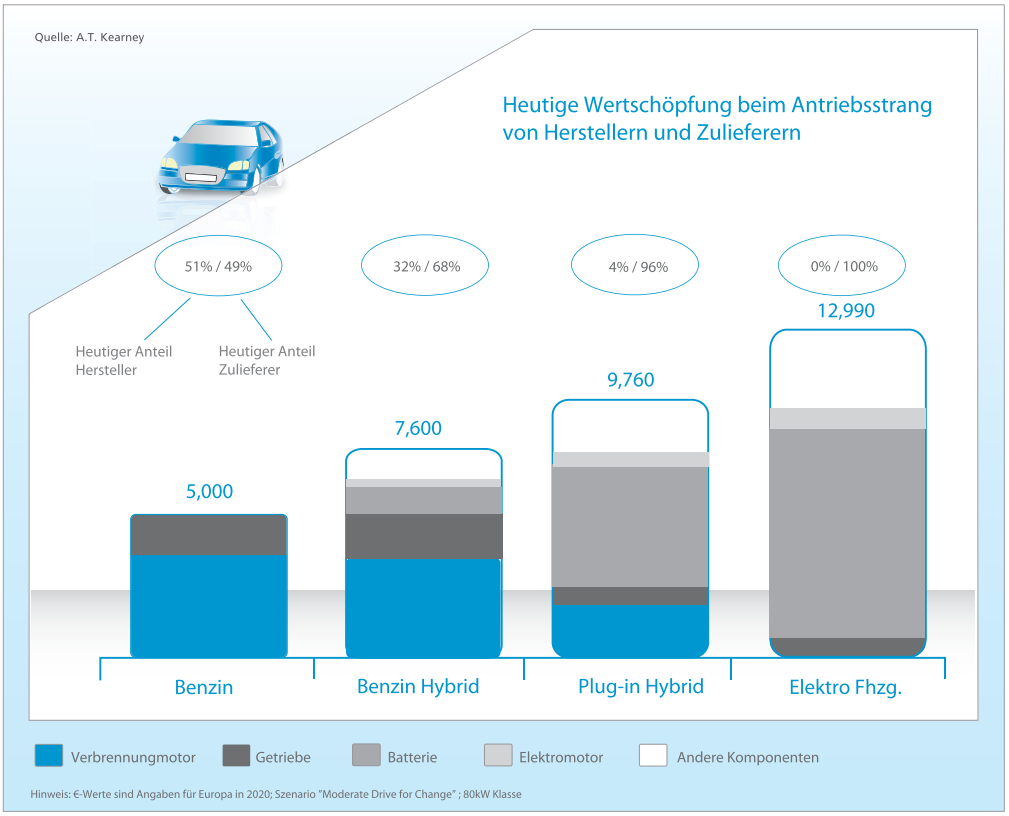
Einleitung

In diesem Kapitel geht es um zwei ganz zentrale Stützen der zukünftigen eMobilität. So steht die Frage im Raum, wie sich die Wertschöpfungskette in Zukunft verändert, wenn junge Unternehmen in den Kampf um Marktanteile ebenso eingreifen wie etwa Energieversorger und Vertreter der ITK-Branche. In diesem Zusammenhang werden Allianzen angestrebt und sollen hier ebenso beispielhaft dargestellt werden wie technische Innovationen, die die eMobilität durchsetzungsfähiger machen können.

VI.1. Wertschöpfung

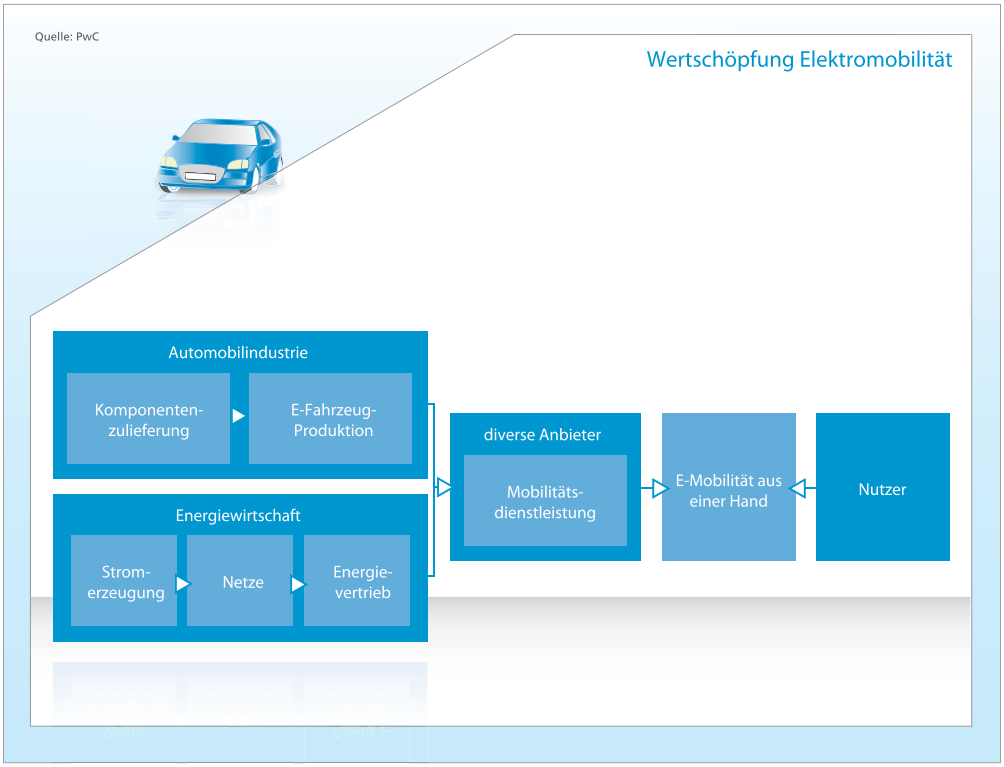
Wertschöpfung

< Grafik 12: Heutige Wertschöpfung beim Antriebsstrang >



Mit der Elektrifizierung der Antriebstechnik wird sich die bisherige Wertschöpfungskette in der Automobilindustrie maßgeblich wandeln. Die Industrie sortiert sich neu. Angefangen bei der Rohstoffbeschaffung, über die Fahrzeugherstellung, die Zulieferung, die Stromversorgung bis hin zur Infrastruktur und neue Geschäfts- und Dienstleistungsmodelle (Bundesregierung 2009, S. 9). Besonders vor dem Hintergrund, dass eMobilität völlig neue Fahrzeug- und Betreiberkonzepte ermöglicht und sich Mobilitätsgewohnheiten ändern, markiert eMobilität eine Zäsur und den Beginn eines tiefgreifenden Umbruchs. Offen ist, wie lange der Prozess dauert, aber klar ist: Es geht künftig um viel mehr als nur die Produktion von Fahrzeugen.

< Grafik 13: Wertschöpfung Elektromobilität (Quelle: PwC) >



Auch Deutschland steht wegen der elektromobilen Zukunft vor einer gewaltigen Herausforderung. Deutschland als autofreundliches Land ist geprägt von einer erfolgreichen Automobilindustrie, die die globale Wirtschaftskrise verhältnismäßig gut überstanden hat und im internationalen Markt weiter eine führende Position einnimmt. 5,4 Mio. Arbeitsplätze sind hierzulande von der Automobilindustrie abhängig [Acatech 2010, S. 1]. Auf 1.000 Einwohner kommen in Deutschland mehr als 500 Kraftwagen (PKW und Nutzfahrzeuge) – 2009 waren es 546 Kraftwagen bei einem Fahrzeuggesamtbestand von 44,632 Mio. [VDA 2010].

Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft sind sich inzwischen einig: Die Nation wird mobilitätsfreundlich bleiben und Verbrennungsmotoren noch lange den Markt dominieren, doch will Deutschland – wie im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität gefordert – tatsächlich zum Leitmarkt auch für eMobilität werden, müssen sich Staat, Industrie und Gesellschaft der veränderten Wertschöpfung sofort stellen. Den größten Einfluss auf die Wertschöpfung hat die Batterietechnik. Doch die Wettbewerbsfähigkeit kann am ehesten gewährleistet werden, wenn entlang der ganzen Wertschöpfungskette zahlreiche Innovationen und Investitionen den Ausbau der eMobilität gezielt fördern. Eine Förderstrategie ist vielversprechender, wenn sie ganzheitlich

VI.1. Wertschöpfung

Wertschöpfung

ausgereichtet ist und nicht nur punktuell. So gilt es, Forschungsaktivitäten zu bündeln und sich am Nutzerverhalten zu orientieren.

Potentiell können die Komponenten der eMobilität (Motor, Leistungselektronik, Batterietechnik etc.) viele neue Arbeitsplätze schaffen, nach einer optimistischen Schätzung der Unternehmensberatung McKinsey 250.000 bis zum Jahr 2020 [McKinsey 2010, S. 9].

< Grafik 14 : Wertschöpfung Überblick >

Quelle: Fraunhofer IAO

Die großen OEM der Automobilbranche und etliche Zulieferer haben in Deutschland generell Weichen gestellt, bilden Allianzen zur Bündelung von Kompetenzen, doch die für die Wertschöpfung wichtigen Zulieferer aus der zweiten und dritten Reihe halten bisher nicht im gleichen Umfang Schritt. Ein Grund: Diese Unternehmen handeln oft nach Aufträgen und nicht auf Eigeninitiative. Hier besteht die Gefahr, dass der Kompetenzaufbau verpasst werden kann (Spath 2010, S. 32f). Andererseits erkennen auch Unternehmen ihre Chancen, die bisher nicht in der Automobilbranche tätig waren. Deutschland hat grundsätzlich das Potential, bei eMobilität nicht nur Leitmarkt, sondern Leitanbieter zu werden sowie Motor neuer Wertschöpfung zu sein. Voraussetzung hierfür sind: förderpolitische Rahmenbedingungen nicht nur für große, sondern für kleine und mittelständische Unternehmen, Ausbau der Ausbildung, Aufbau der Infrastruktur und das Bestreben, urbane Konzepte zum Exportschlager zu machen [Acatech 2010, S. 16].
Im internationalen Wettbewerb werden andere Nationen wie China und USA durch erhebliche Subventionen die Wertschöpfung beeinflussen. Hierin liegt eine Herausforderung, aber auch eine Chance für die die deutsche Wirtschaft.

VI.2. Allianzen

Allianzen

Die Automobilbranche mit den klassischen OEMs wie Volkswagen, Daimler, BMW oder Toyota an der Spitze hat erkannt, dass sich die automobile Wertschöpfungskette ändern wird und die Rahmenbedingungen für Elektromobilität andere sind als bei Verbrennungsfahrzeugen. Kooperationen und branchenübergreifende Allianzen sowie möglichen Übernahmen werden umgesetzt oder angestrebt sowie eifrig an Innovationen gearbeitet. So müssen die Autohersteller Kompetenzen und Kapazitäten etwa im Bereich Batteriezellen aufbauen, um in diesem lukrativen Teilsegment nicht wichtige Wertschöpfungsstufen an Zulieferer abtreten zu müssen. Neben den Zulieferern und den OEMs möchten Unternehmen aus den Bereichen Elektronik, Chemie, IT oder Energieversorgung von der eMobilität der Zukunft profitieren [Dr. Klink 2009, S. 8]. Am Beispiel einiger Kooperationen und Innovationen wird deutlich, wie sich die Gewichte innerhalb des Mobilitätssektors verschieben und wie intensiv die Wertschöpfungsstufen dabei sind, sich zu verändern. Hierbei handelt es sich um eine Auswahl an Allianzen, die vor allem die Bandbreite von möglichen Kooperationen dokumentieren soll und nicht vollumfänglich sein kann.

Li-Tec Battery

Die 2006 gegründete Li-Tec Battery GmbH aus dem sächsischen Kamenz ist ein Gemeinschaftsunternehmen von Evonik Industries AG (50,1%) und der Daimler AG (49,9%). Zusammen haben sich die Unternehmen die Entwicklung, Produktion sowie den Vertrieb von großformatigen Lithium-Ionen-Batteriezellen für automobile Anwendungen auf die Fahnen geschrieben. Das Gemeinschaftsunternehmen will europäischer Marktführer unter den Lithium-Ionen-Batterietechnik-Herstellern werden. Dabei ist die keramische CERIO-Speichertechnologie die einzige im industriellen Maßstab in Europa gefertigte Zelle mit dem keramischen Hochleistungsseparator Separion und Litarion-Elektroden von Evonik.

Karmann/EWE

Die Allianz des Automobilzulieferers Karmann mit dem Energieversorger EWE ist beispielgebend für die Veränderung der Wertschöpfungskette in der künftigen Automobilbranche. Gemeinsam haben die niedersächsischen Partner zu Forschungszwecken das Elektroauto E3, das auf dem VW Polo aufsetzt, entwickelt, das seine Lithium-Ionen-Batterien mit einer Kapazität von 31,7 kWh im Unterboden trägt. Mit dem E3, der aktuell in minimaler Stückzahl auch dazu genutzt wird, den Menschen das Thema eMobilität nahe zu bringen, will EWE erforschen, wie sich das Elektroauto konkret als mobiler Stromspeicher im Sinne des Vehicle-to-Grid-Ansatzes einsetzen lässt. Eine Serienfertigung des Fahrzeuges ist nach Angaben der Unternehmen derzeit nicht geplant.

Tesla/Toyota

Tesla Motors aus dem kalifornischen Palo Alto gilt nicht nur aufgrund des im Juni 2010 vollzogenen Börsengangs als einer der weltweiten Pioniere in Sachen Elektromobilität. Im laufenden Jahr gab das von Elon Musk geführte und auch vom deutschen Partner Daimler finanziell unterstützte Start-Up eine Kooperation mit Toyota bekannt. Toyota investierte im Zuge des Börsengangs von Tesla mehr als 40 Mio. Euro in das amerikanische Unternehmen. Gleichzeitig sind einige gemeinsame Entwicklungen vorgesehen. So soll der RAV4, ein Sport Utility Vehicle von Toyota, bereits 2012 erneut in einer reinen Elektrovariante auf den Markt kommen. Bereits von 1997 bis 2003 hatte Toyota eine Elektroversion des RAV4 in den USA verkauft, die Produktion des damals mit Nickel-Metallhybrid-Akkus ausgestatteten Elektroautos aber nach Veränderung eines Gesetzes eingestellt.

Im zweiten Anlauf sollen die von Tesla entwickelten Lithium-Ionen-Akkus und die als weltweit einmalig geltende Steuerungstechnik von Tesla den RAV4 zu einem Verkaufsschlager machen. Produziert wird das Fahrzeug in einer Produktionsstätte bei San Francisco, die Tesla kürzlich im Zuge der Kooperationsvereinbarung von Toyota übernommen hatte. Hier sollen jährlich 20.000 Elektroautos hergestellt werden [Eckl-Dorna 2010].

Nachhaltiges Verkehrsmanagement in der Millionenstadt Gefei

Das Wuppertal Institut für Umwelt, Energie und Verkehr entwickelt zusammen mit einem Konsortium aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft ein nachhaltiges Verkehrsmanagementsystem für die 4,5-Millionenstadt Gefei (Hauptstadt der Provinz Anhui, China). Ziel des Projekts METRASYS II ist es, den Energieverbrauch und damit die CO2-Emissionen des städtischen Verkehrs in Megacities zu senken. Weiterhin sollen Finanzierungsmöglichkeiten aufgezeigt und Effekte auf die Umwelt und die städtische Verkehrsentwicklung untersucht werden. Auftraggeber des Projektes ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Partner sind u.a. das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, die FU Berlin (Arbeitsbereich Theoretische Empirische & Angewandte Stadtforschung), die Albert Speer & Partner GmbH, die Volkswagen AG sowie die Tongji University [Dr. Böhler-Baedeker 2009].

VI.2. Allianzen

Allianzen

Nissan/Renault/RWE

Diese internationale Kooperation hat sich gebildet, um eMobilität in Deutschland salonfähig zu machen. Der Energiekonzern RWE will bis Ende 2010 1.000 öffentliche Ladepunkte für Elektroautos schaffen und darüber den eigenen „Autostrom" vermarkten, der ausschließlich aus regenerativen Energiequellen gespeist werden soll. Nissan hat sich der Allianz angeschlossen und will den Nissan Leaf im Herbst 2011 auf den deutschen Markt bringen. Zum gleichen Zeitpunkt möchte Renault mit dem Fluence Z.E. und dem Kleintransporter Kangoo Rapid Z.E. reüssieren.
RWE ist überhaupt einer der ganz aktiven Player im Hinblick auf eMobilität in Deutschland. Neben den genannten Partnerschaften, kooperiert RWE auch mit dem großen Parkplatzbetreiber Apcoa. Der Dienstleister verfügt in Deutschland über mehr als 200.000 Parkplätze in 80 Städten und bietet damit viel Raum, um RWE-Ladesäulen aufzustellen.

Das Recycling-Projekt LithoRec

Allianzen im Hinblick auf eMobilität erstrecken sich auf die gesamte Wertschöpfungskette – so beschäftigt sich das von der TU Braunschweig koordinierte Verbundprojekt LithoRec damit, eine möglichst hohe Recyclingeffizienz von Lithium-Ionen-Batterien zu erreichen. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert und soll auch die Wettbewerbsfähigkeit der einheimischen Automobil- und Zulieferindustrie verbessern: Verfahren zur Rückgewinnung von Lithium und Kobalt sind sowohl aus strategischer als auch aus ökologischer Sicht essentiell für die Sicherheit von Rohstoffen für die Batterieproduktion in Deutschland. An LithoRec, das bis 2011 läuft, sind u.a. die Audi AG, Chemetall GmbH, Electrocycling GmbH, Evonik Litarion, Volkswagen AG und Süd-Chemie AG beteiligt [Lithorec 2010].

RWE

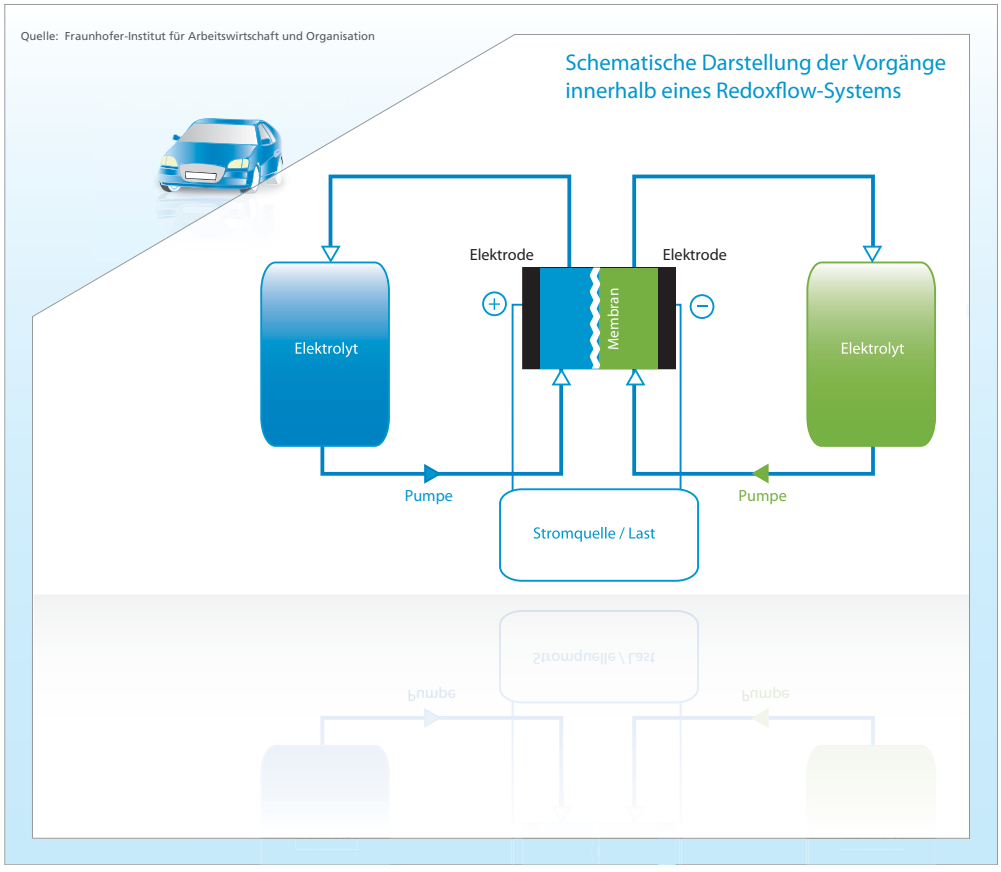
VI.3. Innovationen

Innovationen

Redox-Flow-Batterie

Ein Hoffnungsträger aus der wissenschaftlichen Forschung ist die Redox-Flow-Batterie. Diese erinnern an eine Mischung aus Akkumulator und Brennstoffzelle und könnte im Elektroauto einige Vorteile haben [automotiveit.eu 2010]. Die Redox-Flow-Zelle speichert elektrische Energie in chemischen Verbindungen. Die Energie speichernden Elektrolyte werden außerhalb der Zelle in getrennten Tanks gelagert. Unter den elektro-chemischen Energiespeichern ist dieser Typ der einzige, bei dem Energiemenge und Leistung unabhängig voneinander skaliert werden können. Die Tanks können einfach und manuell befüllt, die Batterie somit geladen werden – genau darin liegt ein entscheidender Vorteil der Technologie: Die entladenen Elektrolyte könnten zukünftig an Tankstellen abgepumpt und durch ein wieder aufgeladenes Elektrolyte ersetzt werden, falls die Entwicklung dieser Innovation zum kommerziellen Durchbruch führt.

< Grafik 15: Redox-Flow-Batterie >



An einem entsprechenden Batterietypus arbeitet insbesondere das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT. Bislang ist die speicherbare Menge bei einer für ein Auto verträglichen Größe noch sehr niedrig. Die Energiedichte hingegen ist vergleichbar mit der eines Bleiakkus und durchaus für eMobilität geeignet [Müller 2009, S. 14 f.].

Der Radnabenmotor

Forscher vom Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung tüfteln am Radnabenmotor – der Erfindung aus dem Jahr 1900 von Ferdinand Porsche. Vorteil des Radnabenmotors ist, dass auf einen klassischen Motorraum verzichtet werden kann, da die Motoren direkt am Rad des Fahrzeugs untergebracht sind. Damit ergeben sich viele neue Gestaltungsmöglichkeiten für die Fahrzeuge, da platzraubende Komponenten wie der herkömmliche Motor oder das Getriebe wegfallen. Gleichzeitig kann der direkte Antrieb des einzelnen Rades Fahrdynamik und Fahrsicherheit verbessern [Niesing, S. 12]. Radnabenmotoren werden bei Fahrrädern und bei der Bahn bereits eingesetzt.

Die Fahrgastzelle auf Basis von Carbon

BMW möchte im Jahr 2013 erstmalig ein Elektroauto mit einer Fahrgastzelle aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) auf den Markt bringen. Dabei werden Carbonfasern in eine Kunststoffmatrix eingebettet. Die Carbonfasern zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass sie besonders leicht sind und man damit einen Teil des zusätzlichen Gewichts der Akkumulatoren ausgleichen kann. BMW setzt als erster Hersteller im Massenmarkt stark auf die Carbonfaser. Das Magecity Vehicle, das eine Lösung für die urbanen Ballungsräume darstellen soll, wird in Leipzig gebaut. Gemeinsam mit der SGL Group hat BMW die SGL Automotive Carbon Fibers GmbH & Co. KG gegründet, um am Standort Wackersdorf Carbonfasergelege für das Megacity Vehicle produzieren zu können [BMW 2010]. Die Lithium-Ionen-Akkus entstehen beim Kooperationspartner SM Limotive, dem Joint-Venture von Samsung und Bosch [Rees 2010].

VI.3. Innovationen

Innovationen

Kabellose Akkuaufladung

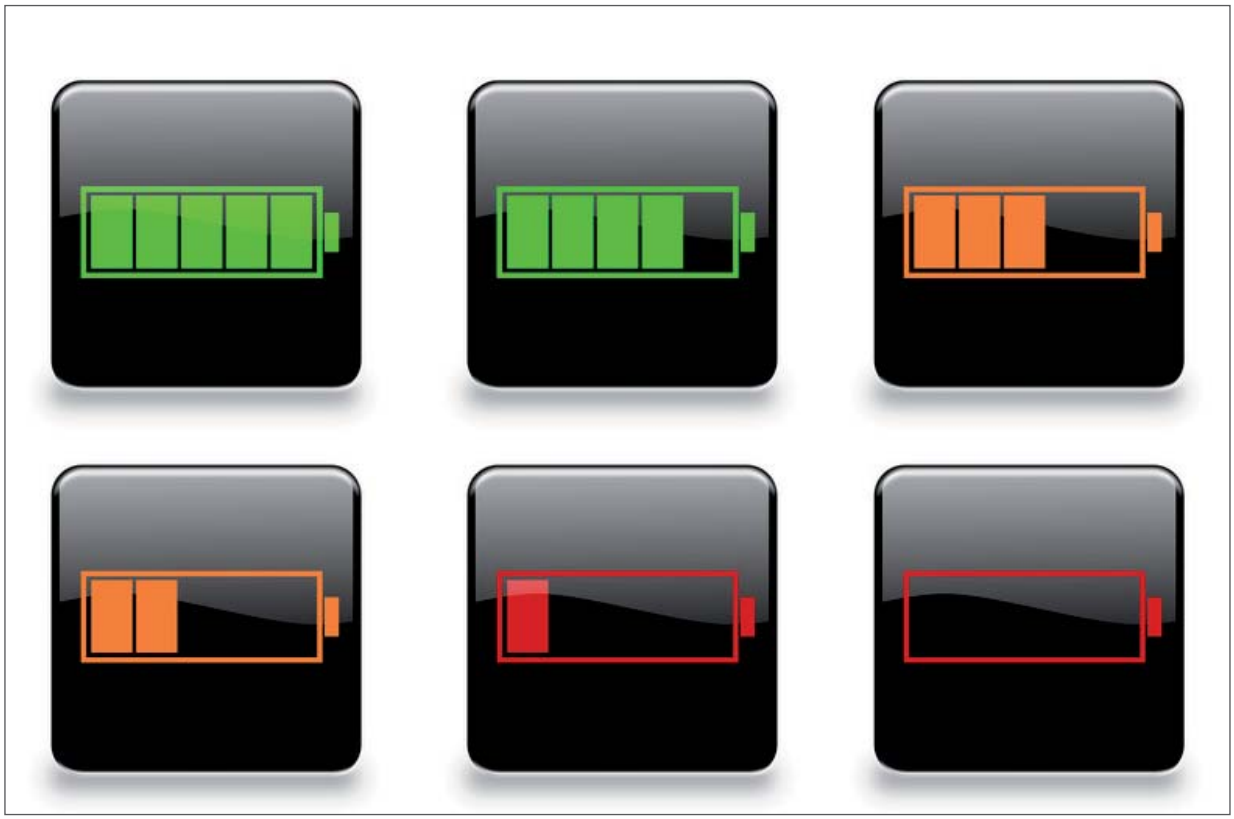
Beim kabellosen Laden macht man sich die Grundlagen des faradayschen Induktionsgesetzes zu Nutze. Michael Faraday entdeckte die elektromagnetische Induktion bereits 1831 bei dem Bemühen, die Funktionsweise eines Elektromagneten („Strom erzeugt Magnetfeld“) umzukehren („Magnetfeld erzeugt Strom“) [Giancoli 2006, S. 983]. Der Wirkungsgrad des induktiven Ladens hängt im Wesentlichen von der Distanz zwischen den beiden Spulen ab: Beträgt dieser bei eMobilen weniger als 16 cm ist ein Wirkungsgrad von mehr als 90% möglich.

Bei der kabellosen Aufladung des eAutos wird eine etwa einen Quadratmeter große Platte, in der eine Kupferspule steckt, in den Boden eingelassen. Sie erzeugt ein Induktionsfeld, das von einer vergleichbaren Platte im Wagenboden des eFahrzeugs empfangen und zum Laden der Akkus genutzt werden kann [n-tv.de 2010]. Anbieter eines solchen Systems ist beispielsweise die Firma WBT Datensysteme GmbH aus Bruchsal. Bei anderen Zukunftsideen ist sogar von kompletten Ladespuren – etwa der rechten Fahrspur auf der Autobahn – die Rede. Alternativ könnte auch eine Strom führende Schiene seitlich angebracht werden, an der sich Elektroautos aufladen können.

Neben der Verwendung auf Parkplätzen besteht zukünftig auch die Möglichkeit, die Induktionsplatten etwa an Ampeln und anderen Standorten zu verwenden, wo Autos längere Zeit stehen. Die Conductix Wampfler AG hat seit einigen Jahren ein Referenzprojekt in Betrieb, bei dem Elektrobusse in Genua und Turin bei jedem Stopp an der Haltestelle aufgeladen werden. Die Busse legen eine durchschnittliche Distanz von 200 Kilometern pro Tag zurück und nutzen dabei tagsüber ausschließlich die induktive Lademöglichkeit [Fischer 2003].

Neben der Ladefunktion erfüllt das kabellose Laden eine weitere wichtige Funktion: So könnte über die gleiche Technologie auch Daten übertragen werden, die zur Identifikation des jeweiligen Autos und zur automatischen Abrechnung beitragen. Für die Batterien hätte das kurzfristige Beladen vielfältige Vorteile: Sowohl die Schnellladung als auch das Aufladen nach einer Tiefentladung sind für die Zyklenfestigkeit heutiger Akkumulatoren sehr schädlich. Das sanfte, induktive Aufladen trägt somit nach Expertenschätzungen zur Langlebigkeit der Akkus bei.

Während die Akkuaufladung per Kabel im öffentlichen Raum vielfältige Nachteile – wie etwa den Zeitverlust, Umgang mit schmutzigem Kabel bei Schnee und Eis sowie die Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer durch das gespannte Kabel hat, weist die Induktionsladung insbesondere den Nachteil auf, dass eine flächendeckende Installation durch Einlassung in den Straßenboden teuer und aufwändig ist.



VII. Marktüberblick Elektromobilität

VII. Marktüberblick Elektromobilität

Marktüberblick Elektromobilität

Generell ist der Markt für eMobilität in fünf Bereiche unterteilt [in Anlehnung an Lahl 2009, S. 27]:

- Forschung/Entwicklung: Hier sorgen OEMs, Zulieferer, Politik und Wissenschaft für Grundlagenforschung und für die Heranführung von Innovationen an die Alltagstauglichkeit. Der größte Bereich ist hier der Sektor Batterietechnologie.

- Zulieferer/Komponenten: Batterie, Elektromotor, Steuerungselektronik, aber auch die Entwicklung von einheitlichen Steckern, der idealen Stromtankstelle usw. fallen in dieses Segment.

- OEM/E-Fahrzeuge: Auf diesen Bereich konzentrieren sich derzeit viele Berechnungen über Marktvolumen. Der Verkauf von Neufahrzeugen ist ein wichtiger Bestandteil der Elektromobilität.

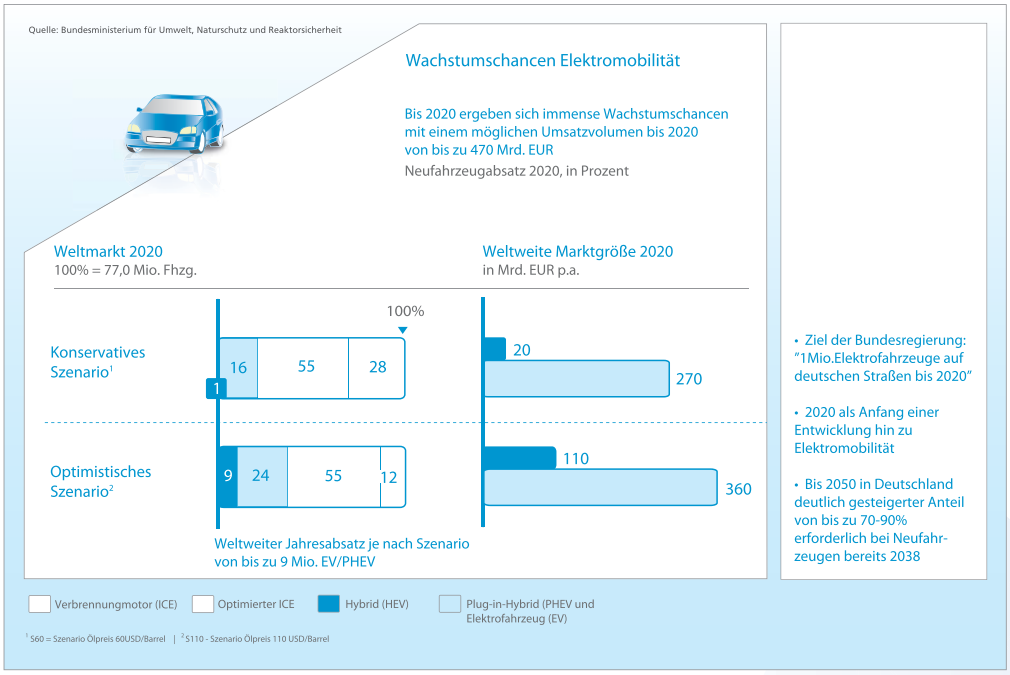
- Vertrieb/Marketing: Angesichts der Tatsache, dass sich potenzielle Käufer von eAutos bisher nicht genügend über die neue Technologie informiert fühlen, kommt den Bereichen Vertrieb und Marketing eine wichtige Rolle zu. Hierzu zählen neben den entsprechenden Abteilungen der OEMs auch Verbände wie der Bundesverband eMobilität oder Zusammenschlüsse wie das Forum Elektromobilität.

- Infrastruktur/Abrechnungssystem/Dienstleistungen: Letztlich umfasst der Markt für eMobilität auch Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur inkl. Abrechnungssystem mit Schnittstellen zu anderen Betreibern sowie innovative Geschäfts-, Abrechnungs- und Betreibermodelle. In dieses Segment fallen auch zahlreiche Geschäftsmodelle etwa in Zusammenhang mit Batterie-Leasing, Car-Sharing, Club-Konzepten oder Strom-Flatrates, die noch nicht eindeutig definiert sind.

Diese Übersicht macht deutlich, dass sich die Automobilindustrie am Beginn eines Paradimenwechsels befindet: Insbesondere die Bereiche Informations- und Kommunikationstechnik, Energieversorgung und Automobilherstellung werden in Zukunft eng zusammenarbeiten, um geeignete Geschäftsmodelle zu entwickeln und dem Kunden nicht nur ein Fahrzeug zu verkaufen, sondern gebündelte, attraktive Mobilitätskonzepte [Arnold et. al. 2010]. In diesem Sektor liegen erhebliche Potentiale der eMobility, die weltweit allerdings nur in Ansätzen diskutiert werden.

Marktpotenzial für Elektrofahrzeuge

< Grafik 16: Wachstumschancen Elektromobilität >



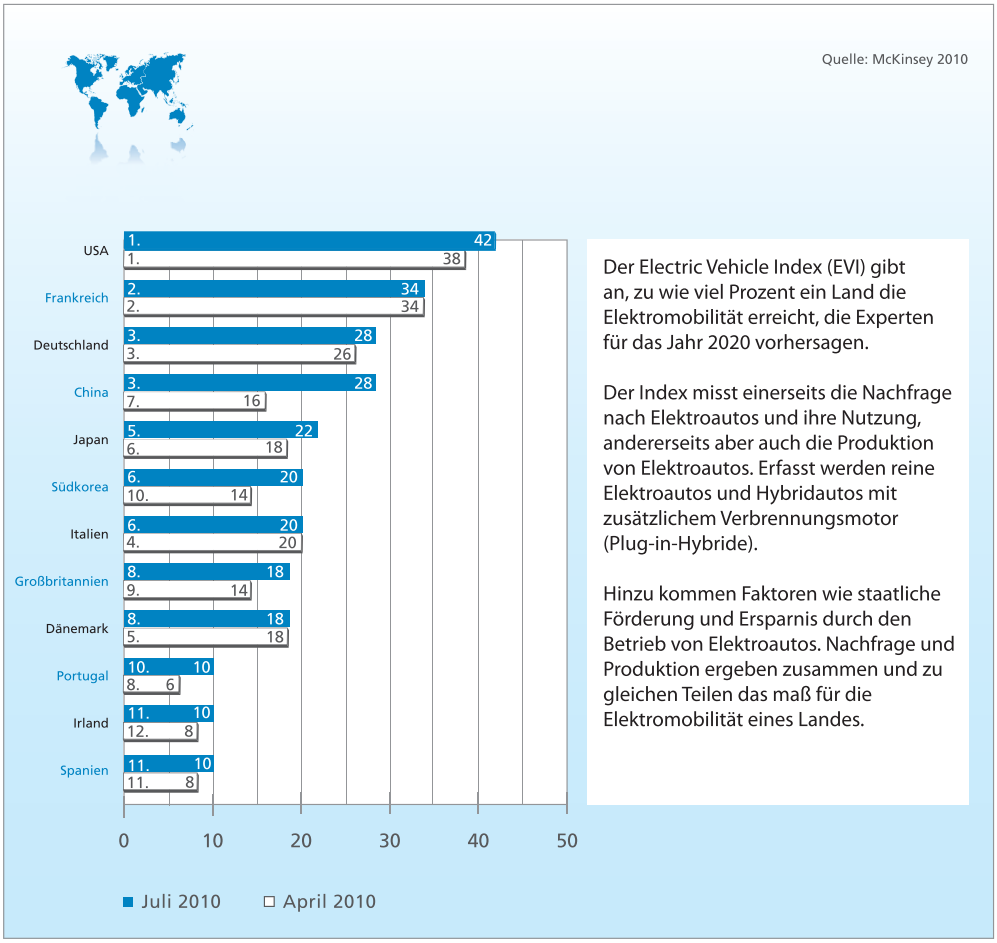
Das globale Markpotential für eFahrzeuge ist gewaltig. Dabei hängt das tatsächliche Umsatzszenario einerseits vom politischen Willen im jeweiligen Land und andererseits ganz entscheidend davon ab, wie sich der Ölpreis im Durchschnitt entwickeln wird. Die Grafik 14 zeigt zwei Szenarien für den Fall des durchschnittlichen Öl-Preises von 60 bzw. 110 US-Dollar je Barrel. Im „optimistischen Szenario" könnte der Marktanteil für neu verkaufte EV, PHEV und HEV auf über 30% steigen. Das jährliche Marktvolumen läge dann bei 470 Mrd. Euro [BMU 2010b, S. 8]. Die Experten der Boston Consulting Group (BCG) gehen in Ihrem Szenario von 3 Mio. Elektrofahrzeugen inkl. Range Extender-Fahrzeugen aus. Gleichzeitig wird es nach Einschätzung der BCG im Jahr 2020 weltweit sieben Mio. reine Hybridfahrzeuge geben.

VII. Marktüberblick Elektromobilität

Marktüberblick Elektromobilität

Wie weit die einzelnen Länder beim Thema Elektromobilität im Hinblick auf ihre Ziele schon sind, zeigt der Electric Vehicle Index, den McKinsey und die WirtschaftsWoche gemeinsam herausgeben. Demnach sind die USA bislang weltweit vorn, gefolgt von der europäischen Nr. 1 Frankreich sowie – mit einigem Abstand – Deutschland und China. China hat im zweiten Quartal 2010 einen heftigen Sprung gemacht und ist vom 7. auf den 3. Platz nach vorne gekommen.

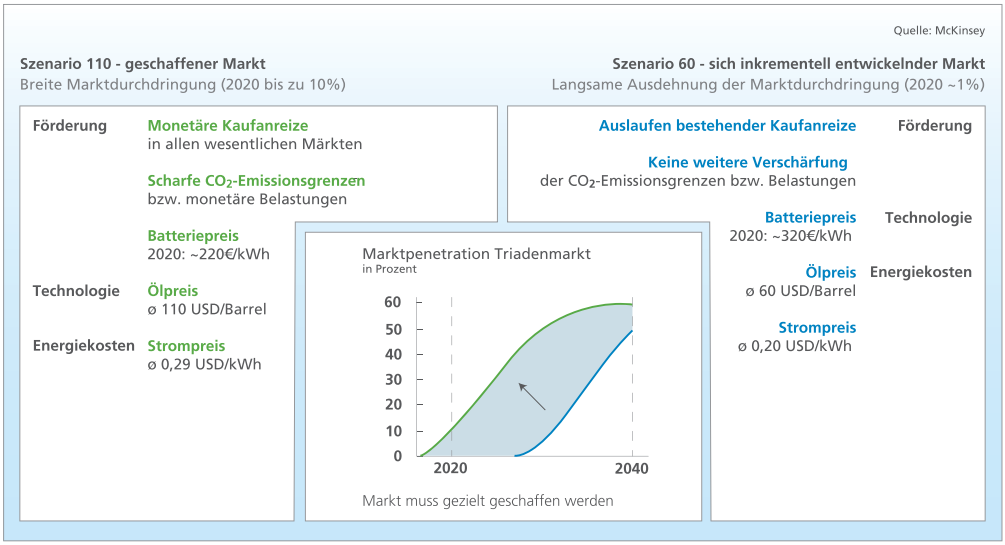
< Grafik 17: Elektromobilitäts-Index >



Perspektiven für Zweiräder

Der weltweite Markt für Zweiräder wie Pedelecs und eBikes (die Definitionen sind weltweit nicht einheitlich) ist nach Einschätzung von Pike Research weiterhin von starken Wachstumsraten geprägt. China ist bislang eindeutig der größte globale Markt für solche Zweiräder mit einem Marktanteil von 98% im Jahr 2009. West-Europa wird bis 2016 4,5% des Marktes bestimmen – allerdings 12% der Umsätze beisteuern. Während die Zweiräder in China sehr preisgünstig zu haben sind, sind die Margen der Produzenten in Europa und den USA wesentlich größer.
Hier wird das Zweirad weniger als Verkehrsmittel sondern vielmehr als Lifestyle-Fahrzeug gesehen, was die entsprechenden Auswirkungen auf die Kaufbereitschaft mit sich bringt [Hurst/Wheelock 2010, S. 2f.]. Im Folgenden werden einzelne Märkte in den Mittelpunkt gerückt und Besonderheiten herausgestellt.

< Grafik 18: Marktszenarien 110 vs 60 >



VII. Marktüberblick Elektromobilität

Marktüberblick Elektromobilität

< Grafik 19: Überblick EV, PHEV >

Annex C: Überblick über aktuell verfügbare BEV und PHEV-Fahrzeuge

Fahrzeug	Kaufpreis	Kosten eines ähnlichen konv.Fahrzeuges	Batterietyp	Batteriekapatzität /-leistung	Verfügbarkeit
Mitsubishi i-MiEV/(EV)	34.000 €	Ca. 15.000 € (Mitsubishi i)	Li-Ionen	16 kWh	2009: Japan, Deutschland bis Ende 2010
BYD E6 (EV)	27.000 €	Unter 13.500 € (BYD F6DM)	LiFEPO4		China: Heute, USA:2010, CH: Dez.2010, Europa:2011
BYD F3DM (PHEV)	16.000 €	11.000 € (Benziner)	Li-Ionen	13,2 kWh	China: Heute (einige hundert Fahrzeuge verkauft) Europa: 2010
Bolleré Pinifarina/ Blue Car (EV)	300 € / Monat Lease	-	Li-metall-Polymer	30 kWh	Geplannte Verkaufszahlen: 2010: 10.000 2011: 20.000 2012: 30.000
Tata Indica Vista EV (EV)	9.500 €	Unter 7.600 € (Tata Indica Vista 1st Anniv. Edition)	Li-Ionen	26,6 kWh	Indien: Ende 2010/Anfang 2011
Aixan Mega/Mega E-City	19.490 €	-	AGM Blei	38,8 kWh	Heute
Tesla Motors Roadster Sports car (EV)	74.300 €	-	Li-Ionen (Laptopbatterie)	53 kWh	Heute
Tesla Roadster (EV)	74.300 €	-	Li-Ionen (Laptopbatterie)	53 kWh	Heute
Tesla Model S (EV)	36.000 €	-	Li-Ionen	40 kWh Standard, 70 kWh bis 95 kWh (optional)	Ab Anfang 2012
Daimler/Smart ED (EV)	unbekannt	24.444 (Smart ForTwo Coupé Brabus Exclusive)	Li-Ionen	14 kWh	Heute Leasing: (6 EU-Ländern) Ab 2010 Großserie
General Motors Volt (PHEV)	29.400 €	ab 22.000 €	Li-Ionen	16 kWh	US-Variante: Ende 2010/ EU-variante: Anfang 2011
Reva (EV)	6.600 €	-	Blei-Säure	9,6 kWh	Heute: 3.000 verkauft in 2008
Reva (EV)	12.000 €	-	Li-Ionen	9,6 kWh	2009:Norwegen, UK, F, Zypern, Griechenland, Spanien, Belgien, Spanien, Irland, 2010: Europa
Renault Nissan Leaf (PHEV)	Ca. 20.000 € + Batterie -Leasing (2015:Zielpreis Batterie: 350 €/kWh)	16.900 € (Basispreis Renault Megane 1,6 Expression)	Li-Ionen	24 kWh	Ende 2010 in Japan, USA und Europa
Think/ Think City (EV)	27.000 €	-	Na-Ni-Ci (Zebra), LiFePO4, LiMn	28 kWh, 19 kWh, 26 kWh	Heute: Norwegen, Spanien, ausgewählte europäische Ballungszentren (z.B. London)

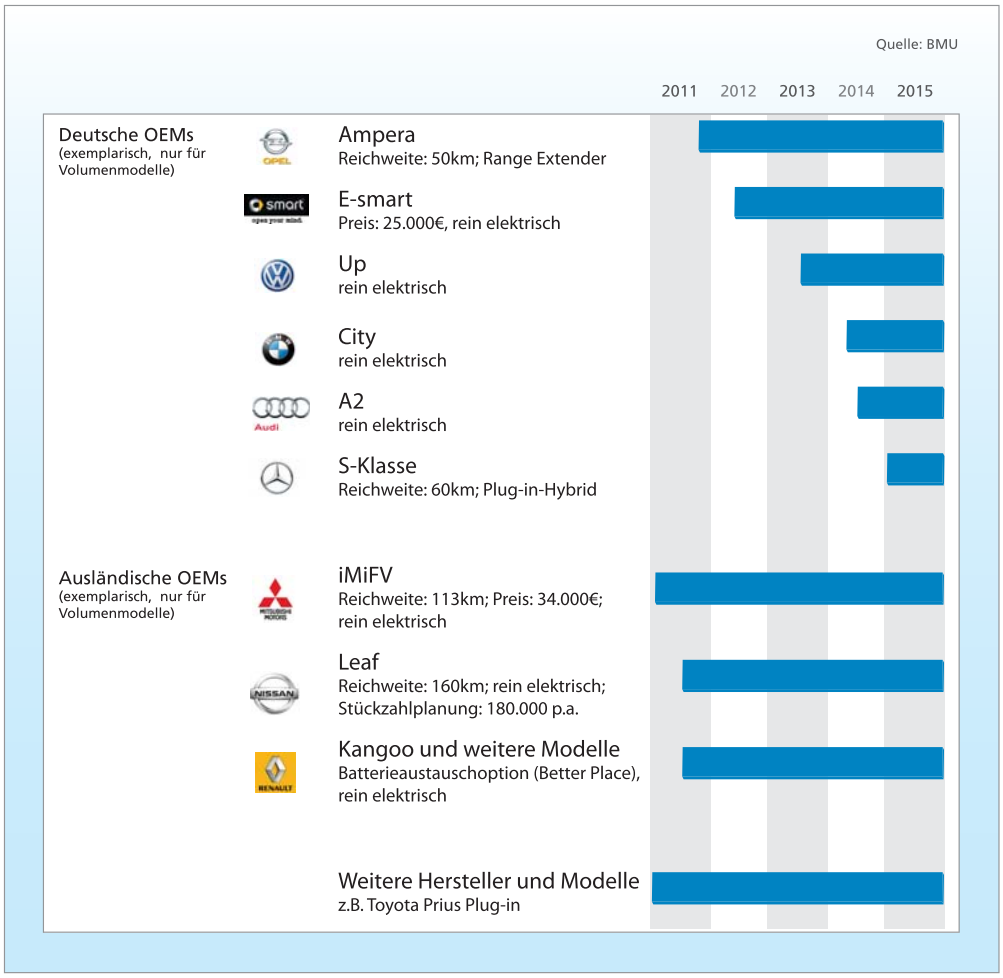
Quelle: Fraunhofer ISI im Auftrag der RWE AG

VII.1. Deutschland

Deutschland

Das Potential ist enorm, die Gegenwart ist im Bezug auf reine Elektrofahrzeuge noch von großer Zurückhaltung geprägt: Bis Ende des ersten Halbjahres 2010 wurden auf Deutschlands Straßen lediglich 1.642 Elektrofahrzeuge gezählt, während sich die Zahl der Hybridfahrzeuge in den vergangen zwei Jahren immerhin verdoppelt hat [Fischer 2010]. Ein Grund neben der Problematik um Reichweite und Preis: Das Angebot an Elektroautos, die mit den Komfort bisheriger Automobile überzeugen können, ist bislang rar, u.a. auch deshalb, weil der deutsche Markt aufgrund fehlender Kaufprämien nicht zu den bevorzugten europäischen Märkten der ausländischen OEMs zu zählen ist. Erst seit diesem Jahr kommen die ersten Hersteller aus dem Ankündigungs- und Prototypen-Status auf Messen heraus und somit etwas mehr Dynamik in den Markt.
So gibt es ab 2011 beispielsweise den Nissan Leaf in Deutschland. Bereits in Serienfertigung befindet sich der Stromos, das Elektroauto der Fräger Gruppe. Das kleine Familienfahrzeug wird in der Manufaktur von German E-Cars im nordhessischen Grebenstein seit dem 2. Quartal 2010 produziert. Das mittelständische, norddeutsche Unternehmen LUIS Motors verkauft sein Elektroauto LUIS 4U green mit einer Reichweite von 200 Kilometern seit Jahresanfang vorwiegend an Gewerbekunden. Weitere Angebote sind bis Jahresende der Mitsubishi iMiev, der Renault Kangoo oder der Tazzari Zero. Die Volumenmodelle der deutschen OEMs wie Opel, Daimler, Volkswagen, BMW und Audi hingegen lassen noch auf sich warten (vgl. Grafik. Bundesregierung).

< Grafik 20: Wann kommen welche EVs und PHEVs deutscher OEMs >



Trotz dieser aktuell geringen Verbreitung, sind die Erwartungen an die Elektromobilität in Deutschland hoch. So übertreffen Unternehmen wie Siemens und RWE die Ziele und Prognosen der Bundesregierung in hohem Maße: Während die Bundesregierung von einer Million Elektroautos bis 2020 ausgeht, prognostiziert RWE bereits 2,4 Mio. und Siemens gar 4,5 Mio. Fahrzeuge. [u.a. Faktor X 2009].

VII.1. Deutschland

Deutschland

Die Bundesregierung hat das Ziel von einer Million Elektroautos bis 2020 offiziell im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität festgeschrieben, im Rahmen des Konjunkturpakets II die Förderung von knapp 500 Mio. Euro beschlossen und schließlich Mitte 2010 die Nationale Entwicklungsplattform Elektromobilität ins Leben gerufen. So soll Deutschland bis 2020 zum Leitmarkt für Elektromobilität werden [Bundesregierung 2009, S. 4f.]. Neben der Forschungsförderung im Rahmen des Konjunkturpaketes II setzt die Bundesregierung dabei auf acht Modellregionen, die jeweils unterschiedliche Forschungsergebnisse bringen sollen.

Kaufprämien lehnt die Bundesregierung bislang mit der Begründung, damit vor allem ausländische Autohersteller zu fördern, ab. Dies führt dazu, dass andere europäische Märkte deutlichen Vorsprung in Bezug auf Fahrzeugangebot und Innovationskraft haben. Der Nissan Leaf, der in den USA subventioniert wird und damit weniger als 30.000 Dollar kosten wird, wird erst 2011 auf den deutschen Markt kommen – und vorher bereits in Großbritannien oder Frankreich fahren.
Im Vergleich zum Markt für Elektroautos ist der deutsche Markt für Pedelecs in den vergangenen Jahren explodiert: Wurden 2005 nur 25.000 Pedelecs in Deutschland verkauft, waren es nach Angaben des Zweirad-Industrie-Verbandes 2008 bereits 110.000 Stück und im Jahr 2009 schon 150.000 Pedelecs. Grund für die zweitstelligen Wachstumsraten sind vor allem das schickere Design der neueren Generation der Pedelecs sowie stetig gewachsene Angebot.

Unternehmen

Viele der für Elektromobilität in Deutschland relevanten Unternehmen sind in der Studie bereits genannt worden. Daher möchten wir uns an dieser Stelle auf einen Überblick beschränken. Mittelständische Automobilzulieferer wie Karmann, omt, Luis, Akasol Engineering oder DBM Energy sind innovativ und kämpfen um öffentliche Wahrnehmung und Marktanteile im künftigen Markt für Elektromobilität. Dabei sind diese Unternehmen entweder besonders offen für Partnerschaften (wie Karmann mit EWE) oder sie versuchen, eigenständig und mit politischer Unterstützung Marktanteile zu gewinnen (DBM Energy).
Im Mittelpunkt stehen im traditionellen Autoland Deutschland nach wie vor die klassischen OEMs von Volkswagen, Ford und Opel über BMW, Audi und Daimler bis zu Porsche, die allesamt inzwischen erste HEVs, PHEVs oder EVs angekündigt haben. Volkswagen will nach eigenen Angaben bis 2018 zu einem führenden Unternehmen im Bereich Elektroautos werden. Daimler und BMW basteln nach wie vor an verschiedenen Antriebsformen und haben die Brennstoffzelle weiterhin im Blick. Opel wird mit dem Opel Ampera einer der ersten deutschen Hersteller sein, der ein Serienfahrzeug auf den deutschen Markt bringt.

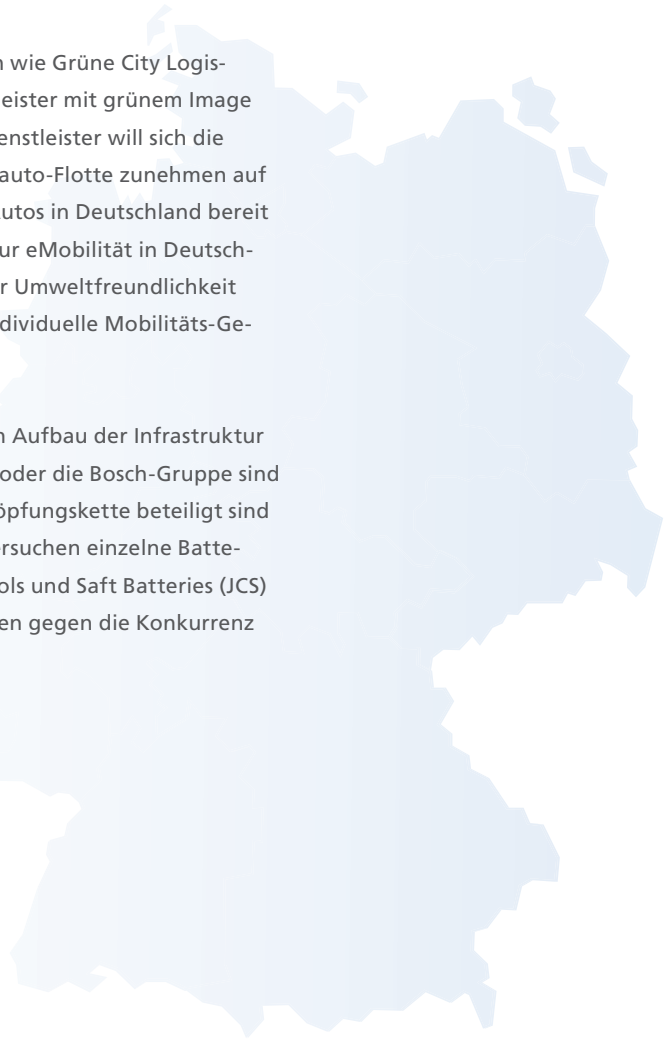
Dazu gibt es eine Vielzahl kleiner Hersteller, die – oft mit Anschluss an eine Hochschule – einzelne Elektromobile auf den Markt bringen wollen. Ein Beispiel ist etwa das Jenaer Unternehmen Innovative Mobility oder trive aus München, die sich zumeist auf kleine Fahrzeuge in Leichtbauweise (LEV) für den urbanen Raum konzentrieren. Konkurrent aus dem Feld der klassischen OEMs

ist hier BMW, denn das bayerische Unternehmen möchte mit dem Megacity Vehicle ein urbanes Elektroauto auf den Markt bringen.

Bei den kleinen Marktteilnehmern sind auch viele dabei, die sich um innovative Zweiräder wie Pedelecs, E-Bikes und Mischformen kümmern. Ein Exempel ist der Mensch-Hybrid-Maschine genannte Zwitter aus Fahrrad und Motorrad, den eRockit aus Berlin auf den Markt gebracht hat. In ein ähnliches Segment passen das Elmoto eines Stuttgarter Start-Ups, das sportliche Grace oder der eRoller von Tante Paula. Diese Fahrzeuge verkörpern den urbanen Lifestyle und schaffen dank ihres Coolness-Faktors ganz neue Märkte. Daran angrenzend ist der boomende Bereich der Elektrofahrräder: Jeder Fahrradhersteller hat inzwischen motorisierte Varianten im Sortiment. Beispielhaft sei die traditionsreiche Fahrradmarke „Diamant" aus Chemnitz genannt, die inzwischen zu einem schweizerischen Unternehmen gehört.

Als Mobilitätsdienstleister etablieren sich im Augenblick Unternehmen wie Grüne City Logistik, die mit zwei eTransportern ausgestattet, als kleiner Logistikdienstleister mit grünem Image zunächst in der Stadt Bremen aktiv sind. Als umfassender Mobilitätsdienstleister will sich die Deutsche Bahn AG etablieren, die neben Leihfahrrädern auch die Leihauto-Flotte zunehmen auf eMobilität umstellt und damit in Zukunft den größten Fuhrpark an eAutos in Deutschland bereit hält. Die Bahn AG kann einer der großen Profiteure vom Wandel hin zur eMobilität in Deutschland werden – weil diesem Vekehrsunternehmen bereits das Image der Umweltfreundlichkeit zuteil wird. eMobilitäts-Konzepte oder übergreifende Konzepte für individuelle Mobilitäts-Geschäftsmodelle passen da sehr gut ins Portfolio des Konzerns.

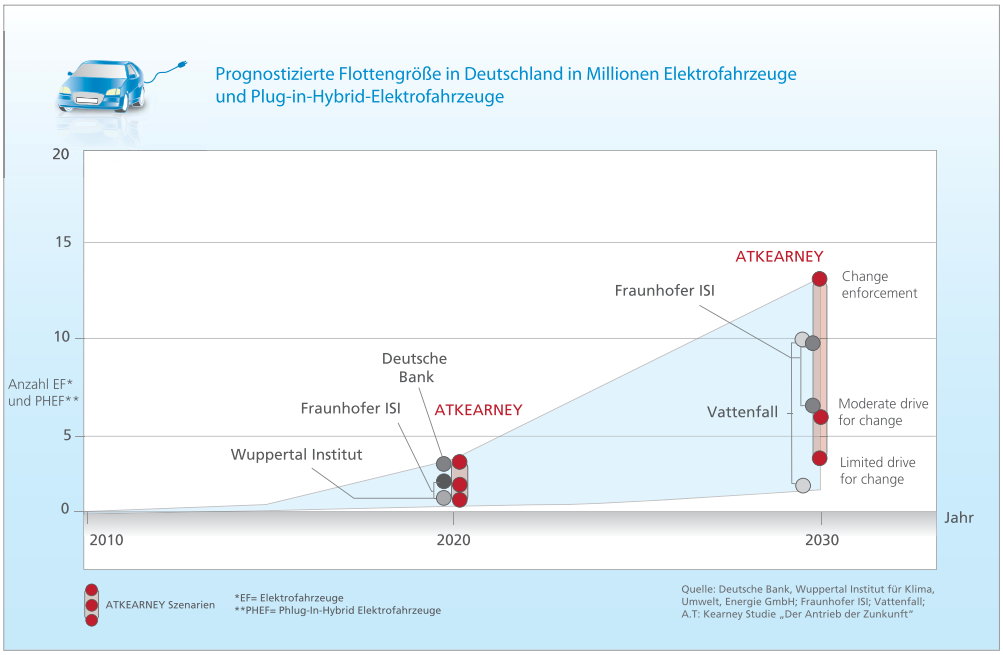
Weiterhin engagieren sich Energiekonzerne wie RWE und EWE für den Aufbau der Infrastruktur in Deutschland bzw. im Bereich Vehicle-to-Grid. Siemens, Continental oder die Bosch-Gruppe sind ebenfalls große Player, die an vielen einzelnen Bereichen der Wertschöpfungskette beteiligt sind und auch dabei sind, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Zuletzt versuchen einzelne Batteriehersteller wie Li-Tec Batteries, das Joint Venture von Johnson Controls und Saft Batteries (JCS) sowie die Gaia Akkumulatorenwerke mit innovativen Batteriekonzepten gegen die Konkurrenz aus China und vor allem Japan Marktanteile zu gewinnen.



VII.1. Deutschland

Deutschland

< Grafik 21: Perspektiven und Prognosen der Elektromobilität >



< Grafik 22: Förderschwerpunkte Elektromobilität >

Förderschwerpunkte Elektromobilität im Zeitverlauf

Zeitraum	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Phase	Markt-und Tech. Vorbereitung	Start Kommerzialisierung	Markthochlauf	Volumen
Technik-/Fokus Batterietechnologie	• Nachholbedarf • Produktionstechnologien für Li-Ionen der 1. Generation • Grundlagen der LI-Ionen Batterien der 2. Generation	• Produktionsanlauf von Li-Ionen-Batterien der 1. Generation	• Massenproduktion von Li-Ionen-Batterien 1. Generation • Produktionsanlauf von Li-Ionen Betterien der 2. Generation	• Massenproduktion von Li-Ionen-Batterien der 2. Generation
Infrastruktur (regional)	• Infrastruktur in 5 bis 6 Modell-Regionen • Netzanbindung	• Infrastruktur in 20 wichtigsten Stadtzentren	• Verdichtung der Stadtzentrenlade-infrastruktur	• Flächendeckende Infrastruktur
Fahrzeuge (sektoral)	• Erste E-Fzg. Prototypen (serienreif) für Piloten verfügbar	• E-Fzg. in begrentzter Anzahl von Segmenten zur Verfügung	• Mehrheit der OEMs mit mindestens einem E-Fzg. im Portfolio	• Ausbreitung E-Technologie in weiteren Segmenten
Kunden	• Ausgewählte Kunden für den Piloten	• Erste "innovators" Kunden erfolgreich gewonnen	• Weitere Kunden-segmente gewonnen – "early adopters"	• Weitere Kunden-segmente gewonnen – "early majority"
Rahmen-bedingungen	• Kurz-bis mittelfristige Rahmenbedingungen zur Unterstützung von E- Fzg. festgelegt (inkl. Pilot)	• Langfristige Rahmen-bedingungen zur massiven Marktdurch-dringung von E-Fzg. festgelegt	• Überwachung der Effektivität der eingeführten Förder-maßnahmen	• Überwachung der Effektivität der eingeführten Förder-maßnahmen

Schwerpunkte der Förderbedarfs

Quelle: BMU

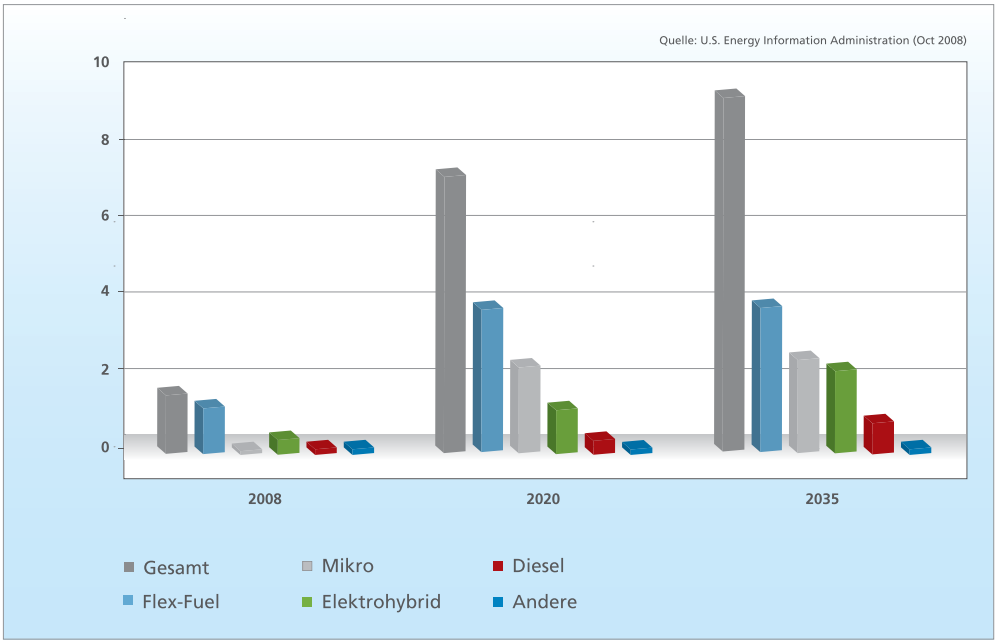
VII.2. USA

USA

Der Markt in den USA ist insgesamt gekennzeichnet von einer – durch die Finanz- und Wirtschaftskrise ausgelösten – angeschlagenen Automobilindustrie, jedoch von großer Aufbruchstimmung sowie einem Paradigmenwechsel. Nicht mehr nur große Autos sind gefragt, denn der Ölpreis ist hoch und das Umweltbewusstsein gestiegen. Die USA, weltweit unter den größten Erdölförderern, sehen sich als ein Vorreiter in Sachen Elektromobilität und haben sich gute Voraussetzungen für eine weltweite Spitzenposition in der eMobilität erarbeitet. In einer Analyse der Unternehmensberatung McKinsey im Verbund mit der WirtschaftsWoche erhielt die USA im ersten Halbjahr 2010 Platz eins im Electric-Vehicel-Index (EVI) in zwei Dimensionen (Anbietermarkt, Nachfragemarkt).

Die USA verfügen seit Jahren über einen großen Absatzmarkt für Hybridautos – viele davon kommen bis heute aus Japan. Im Jahr 2010 wurden bis Juni 112.134 Elektro-/Hybridfahrzeuge verkauft, 2009 waren es bei insgesamt über 12 Mio. Neuzulassungen insgesamt 290.237 [EDTA 2010]. Beim Anteil der Neuzulassungen von Elektroautos erreichen die USA mit 0,023 Prozent (2.400) weltweit den zweithöchsten Wert [McKinsey 2010]. Die USA werden Prognosen zufolge in den nächsten fünf Jahren ihren Bestand an Hybrid-Fahrzeugen weiter ausbauen und mit 610.000 verkauften Fahrzeugen weltweit Marktführer sein [Pike Research 2009]. Die Obama-Regierung hat als Ziel ausgegeben, bis 2015 die Marke von einer Million Plug-In-Hybrids zu erreichen. Für 2030 werden unter allen Neuzulassungen 64% Elektroantriebe (HEV, BEV) im Pkw-Bereich optimistisch prognostiziert [Berkley 2009].

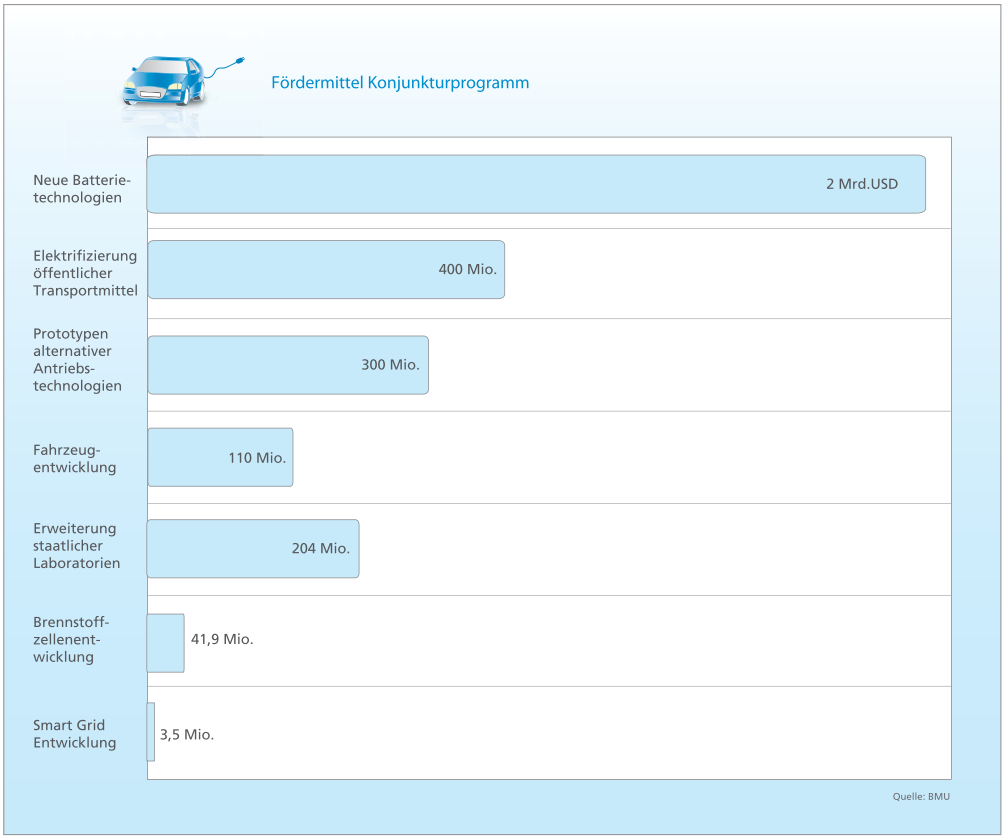
< Grafik 23: Energy Information Administrations 2010 >



Das Potential für Elektromobilität gilt in den USA generell als überaus groß. Vor allem in Ballungszentren rund um die großen Städte hat der Elektroantrieb Zukunft. In den USA sind 60% der täglichen Fahrten kürzer als 50 km und 85% kürzer als 100 km [iea 2009]. In New York liegt der prognostizierte Anteil an Neuzulassungen bei Elektro- und Hybridfahrzeugen im Jahr 2015 bei bis zu 16%. Bis 2015 wird dort ein Gesamtbestand von 70.000 Elektro- und Hybridfahrzeugen erreicht [McKinsey 2010].

Für den Aufschwung der Elektromobilität in den USA sorgt neben einem veränderten Umweltbewusstsein und neuen Umweltgesetzen – unter Obama wurde CO2 erstmals als Umweltgift anerkannt – vor allem der Staat. Keine Nation hat weltweit mehr in Förderungen, Kredite und Bürgschaften investiert – 22 Mrd. Euro werden bis 2015 für Forschung und Entwicklung sowie die Produktion von Fahrzeugen bereitgestellt [McKinsey 2010]. Das US-Konjunkturprogramm sah einen großen Topf für das Department of Energy vor (32,7 Mrd. US-Dollar).

< Grafik 24: Säulengrafik Fördermittel Konjunkturprogramm >



VII.2. USA

USA

Mit den Fördermitteln soll auch das Ziel des fünfjährigen Entwicklungsplans für Akkumulatoren erreicht werden. Eine Verdoppelung der Energiedichte, die Verdreifachung der Lebensdauer und eine Kostensenkung von 30% sind darin vorgesehen. Die USA sind auch weit fortgeschritten in Bezug auf Infrastruktur. In elf großen Städten sind beispielsweise Plätze für 11.000 Stromtankstellen eingeplant. Nicht zuletzt sollen Steuerbegünstigungen beim Endkunden für einen Kaufanreiz sorgen. Der Endabnehmer erhält u.a. eine Steuerbegünstigung von 2.500 USD für ein PHEV mit mindestens 4 kWh-Batterien. Für die ersten 200.000 verkauften Fahrzeuge kann man je nach Gewicht bis zu 10.000 USD abschreiben [WKO 2010, S. 3 ff].

Reine Elektroautos gelten in den USA unabhängig von der Stromproduktion als „Zero Emission Vehicle" (ZEV). Neben Kalifornien, das unter Gouverneur Arnold Schwarzenegger auf eine grüne Zukunft setzt, tut sich Michigan als einer der führenden Staaten hervor. 1 Mrd. der 2,4 Mrd. USD Hilfen wurden an Firmen und Universitäten im Staat Michigan verteilt, was auch der Tatsache geschuldet ist, dass mit Ford, General Motors und Chrysler Group die drei großen Autohersteller dort ihren Sitz haben.

Unternehmen

Die „Detroit Three" GM, Chrysler und Ford, investieren in Hybrid- und Elektroantreibe und befinden sich insgesamt auf Sanierungskurs. GM war bis 2009 weltweit größter Automobilhersteller, vor Toyota. Ford, das GM 2010 bei den Absatzzahlen erstmals zwischenzeitlich überholte, kam als einziger ohne direkte Staatshilfe aus. Das Unternehmen produziert den auch in Europa bekannten „Transit Connect" und will bis 2012 drei neue Hybrid- und zwei Elektromodelle auf den Markt bringen. Chrysler setzt in großem Umfang auf das Elektroauto: Zusammen mit dem chinesischen Autobauer BYD will Daimler ein Elektroauto für China entwickeln. In Kooperation mit Allianz-Partner Fiat will Chrysler in den kommenden Jahren eine Elektroversion des Kleinwagens Fiat 500 auf die Straße bringen. Chrysler hat seit 1998 40.000 „Neighborhood Electric Vehicle (NEV) verkauft. Diese leichten Elektrofahrzeuge kommen in Wohnanlagen, auf Flughäfen oder Golfplätzen zum Einsatz.

Opel-Mutter GM wird ca. 246 Mio. USD in die Entwicklung und Herstellung von Elektromotoren und -antriebe stecken. Damit wird auch die Baltimore Getriebefabrik gebaut, die 2013 Elektromotoren für das „Two-mode" Hybridsystem erzeugen soll Und somit als erste US-Fabrik der „Detroit Three" Elektromotoren produzieren wird. Kurz vor dem Markteintritt steht GM mit dem Range Extender Chevrolet Volt, der Version des Opel Ampera für den amerikanischen Markt. Als Hersteller reiner Elektroautos haben bisher Tesla (Roadster) und Fisker Automotive (Karma) mit sportlichen Modellen im Hochpreissegment den Markt bereichert. In Kleinserie hat Aptera den dreirädrigen Stromer Aptera in Kalifornien auf den Markt gebracht. An Aptera ist auch der Internetriese Google beteiligt.

Die bekanntesten und größten Batteriehersteller sind Johnson Controls und A123 Systems. Beide Unternehmen bekamen Subventionen in großem Umfang und beteiligen sich an der Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Technik. Johnson Controls hat u.a. mit dem Volkswagen Konzern eine Start-Stopp-Batterie für die unterste Stufe der Hybrid-Technik entwickelt und kooperiert mit Saft in Frankreich.

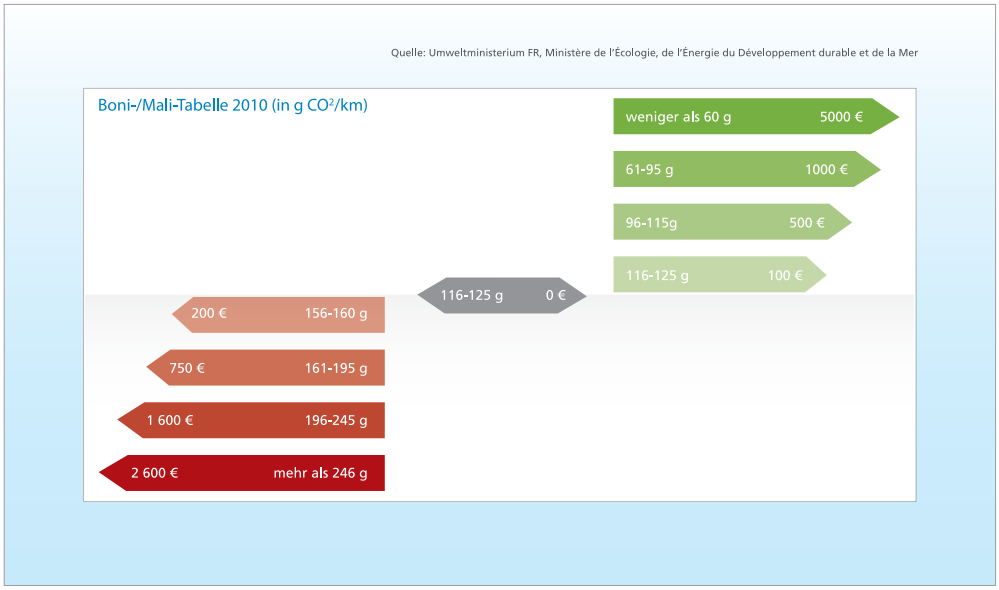
eTec („Electric Transportation Engineering Corp"), eine Tochtergesellschaft der Firma ECOtality, erhielt fast 100 Mio. US-Dollar und arbeitet mit Nissan gemeinsam am Bau von Elektrofahrzeugen sowie an der Errichtung von mehr als 10.000 Strom-Tankstellen. Neu ist das Geschäftsmodell von Better Place, dem kalifornischen Spezialist für Batteriewechselstationen: Der Kunde kauft ein Elektrofahrzeug ohne Batterie von einem beliebigen Hersteller. Better Place stellt den Akku und besorgt den Strom. Anhand einer Software bezahlt der Kunde – ähnlich einem Mobilfunk-Vertrag – nur die gefahrenen Kilometer.

VII.3. Frankreich

Frankreich

Die Regierung in Frankreich hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, zur führenden Nation im weltweiten Markt für eMobilität zu werden und dies zur nationalen Aufgabe erklärt. Bis zum Jahr 2020 sollen zwei Millionen Elektro-und Hybridfahrzeuge auf der Straße sein. Dafür will Frankreich 670 Mio. Euro in die eMobility investieren, insgesamt sollen 1,5 Mrd. in das breitere Gebiet von Infrastruktur und Elektromobilität gesteckt werden [Ministère de l'Écologie 2010]. Seit Jahren schon unterstützt der Staat mit Förderungen den F&E-Sektor des Landes - 2009 waren es 250 Mio. Euro. Neben direkten Subventionen für die Automobilforschung sind bis zum Jahr 2020 Käuferanreize von 5.000 Euro je Auto geplant. Eine kostenlose Autozulassung und verringerte nächtliche Ladegebühren sollen für zusätzliche Anreize sorgen. Seit 2008 gibt es in Frankreich ein jährlich leicht modifiziertes Bonus-Malus-System, das den Kauf von umweltverträglichen Autos steuerlich begünstigt und Käufer von Fahrzeugen mit hohem CO2-Ausstoß benachteiligt.

< Grafik 25: Frankreich >



Frankreich schneidet im internationalen Vergleich bereits gut ab. In einer von McKinsey durchgeführten Studie erhielt Frankreich im ersten Halbjahr 2010 nach den USA den zweithöchsten EVI. Darin werden auch Neuzulassungen berücksichtigt, die bei Elektroautos weltweit in keinem Land höher sind als hier (0,024%) [McKinsey 2010]. Auf 3,3 Mio. Neuzulassungen kommen 795 Elektroautos. Von 70 im Jahr 2010 angekündigten Fahrzeugmodellen französischer Hersteller fahren elf elektrisch. Dieser Anteil wird in keinem anderen Land erreicht.

Um die Elektrifizierung zu forcieren haben die Regierung, Regionalverwaltungen und die Automobilkonzerne Renault und PSA Peugeot Citroën im April 2010 eine Charta unterzeichnet.

Vereinbart wurden die Errichtung eines Netzes von Ladestationen und die Sammelbestellung von 50.000 Fahrzeugen. Die zwölf Gebietskörperschaften in Frankreich verpflichteten sich, Stromzapfsäulen zu errichten und damit sofort zu beginnen. Bis 2015 sollen zunächst 75.000 öffentliche Stromtankstellen sowie 900.000 private Lademöglichkeiten entstehen. Bis 2020 soll die Zahl auf insgesamt 4,4 Mio. wachsen. In jeder Stadt mit 10.000 Einwohnern sollen dann mindestens 800 Zapfsäulen zur Verfügung stehen [BMBF 2010]. Auch die Produktion von Batterien will Frankreich vorantreiben und beteiligt sich u.a. am Bau einer Batteriefabrik. Tankgelegenheit soll es künftig zu 10% öffentlich, zu 90% aber am Arbeitsplatz oder privat geben. Neue Wohnanlagen mit eigenen Parkplätzen müssen demnach ebenso über Ladestationen verfügen wie Firmenparkplätze. Frankreich gilt aus Sicht der französischen Regierung als idealer Standort für Elektromobilität. Dabei spielen Erneuerbare Energien nur eine untergeordnete Rolle. Der Energiemix aus 80% Atomkraft und 20% aus anderen Quellen kann einen großen Beitrag zum Ziel beitragen, die CO2-Emissionen wie geplant um 75% zu senken im Vergleich zu 1990. Nach Berechnungen der französischen Umweltagentur Ademe werden Elektrofahrzeuge unter dem Strich nur auf 20 Gramm CO2-Ausstoß pro Kilometer kommen. Und die Bereitschaft in der Bevölkerung für Elektromobilität gegeben: 35% können sich einen Kauf eines Elektroautos vorstellen, die Hälfte davon würde beim Kauf einen Mehrpreis zahlen [Roland Berger Consultants 2010].

Unternehmen

Das deutsche Nachbarland ist traditionell ein Autoland, mit rund 30 Mio. Fahrzeugen auf den Straßen und großen Automobilherstellern. Renault und PSA Peugeot Citroën haben mit den staatlichen Hilfen im Rücken ihr Bemühen um einen Ausbau von Elektroantrieben forciert. Der PSA-Konzern will noch 2010 die beiden E-Modelle Peugeot Ion und Citroen C-Zero anbieten. Peugeot hat von 1995 bis 2003 bereits Erfahrung mit Elektroautos gesammelt: damals wurde der Peugeot 106 Electric 3.500-mal verkauft.

Renault, seit 1999 in Allianz mit Nissan, will Anfang 2011 mit den Modellen Fluence und Kangoo ZE Marktpreise erzielen. 2012 soll der Kleinwagen Zoe folgen. Das angeschlagene Unternehmen Heuliez bringt 2011 den Mia heraus, der mit Lithium-Phosphat-Akkus ausgestattet ist. Die deutsche Conenergy AG (Essen) und die Kohl-Gruppe (Merzig) sind zur Rettung bei dem Traditionsbetrieb 2010 eingestiegen. Zum Start auf Leasingbasis angeboten wurde ein weiteres Elektroauto, das Bluecar. Es entstand mit Hilfe des Batterieherstellers batScap, Tochter des Mischkonzerns Groupe Bolloré und Pininfarina.

Bei den Batterieherstellern in Frankreich ist zudem zuvorderst Saft zu erwähnen, das u.a. seit 2008 Lithium-Ionen-Batterien produziert. Saft ist ein Joint Venture mit Johnson Controls (USA) eingegangen. Das Werk von Johnson-Controls-Saft war 2008 weltweit das erste dieser Art. Renault plant mit dem Schwesterkonzern Nissan und dem französischen Staat die Entwicklung und Produktion von Batterien. Das Joint Ventures zwischen Renault, Nissan, CEM und dem Investment Fond F.S.I. strebt von 2012 an die Produktion von 100.000 Batterien an.

VII.4. China

China

Der chinesische Automarkt wächst derzeit mit 12% pro Jahr rasant. Nach jetzigen Prognosen wird China bis 2030 die USA als größten Markt für Automobile ablösen. Mehr als 285 Mio. Fahrzeuge werden dann insbesondere in chinesischen Großstädten fahren und damit einen Weltmarktanteil von 30% gewinnen. Würde China bei diesen gigantischen Zuwachsraten nicht auf umweltfreundliche und effiziente Technologien setzen, müsste das asiatische Land 2030 6,2 Mio. Barrel Öl importieren, um den Bedarf zu decken und alleine 20% der globalen Treibhausgasemissionen im PKW-Bereich verantworten [Gao et all. 2008, S. 3].

Staatliche Förderpolitik

Angesichts dieser Rahmenbedingungen hat sich die chinesische Regierung perspektivisch zum Ziel gesetzt, Technologieführer im Bereich Elektromobilität zu werden. Dafür stellt die Regierung die weltweit zweithöchste Fördersumme für die heimische Elektroauto-Anbieterindustrie zur Verfügung: Bis 2015 vergibt das Regime im Rahmen eines gerade beschlossenen Fünfjahres-Planes Förderungen, Kredite oder Bürgschaften für Forschung und Entwicklung von eFahrzeugen in Höhe von 3,3 Mrd. Euro [Siewert 2010]. Nahziel ist es, bis 2012 eine halbe Million Elektroautos auf die Straße zu bringen [Landwehr 2010].

Darüber hinaus gibt es seit Juni 2010 in den Städten Shanghai, Shenzhen, Changchum, Hangzhou und Hefei ein Anreizprogramm für Privatkäufer. Diese erhalten Elektrofahrzeuge mit einem durchschnittlich reduzierten Kaufpreis von 4.559 Euro. Weiterhin wurden in 20 Städten Pilotprojekte initiiert, in denen Elektrofahrzeuge im öffentlichen Bereich eingesetzt werden.
Wie konsequent die chinesische Regierung für eine neue Technologie sein kann, zeigte sich vor einigen Jahren beim Thema Elektroroller: Konventionell betriebene Motorroller wurden per Gesetz 1996 verboten, anschließend stieg die Nachfrage nach Elektrorollern rasant, weil Elektroroller bezahlbar wurden und nicht mehr in Konkurrenz zu anderen Antrieben standen [International Energy Agency 2009, S. 20]. Heute umfasst der Markt in China mehr als 60 Mio. Elektroroller, die zumeist allerdings noch über wenig umweltfreundliche Blei-Akkus verfügen und zu sehr geringen Preisen verkauft werden [Siewert 2010]. Der Markt für zweirädrige Elektrofahrzeuge wächst in China derzeit mit 8,2% jährlich und wird bis 2016 zu einer Gesamtzahl von 78,6 Mio. Fahrzeugen im Raum Asien/Pazifik insgesamt führen [Hurst/ Wheelock, S. 2].

Das Angebot an Elektrofahrzeugen in China steigt. Alleine von den 59 aktuell angebotenen oder angekündigten Fahrzeugen einheimischer Hersteller verfügen sieben über einen elektrischen Antrieb [Siewert 2010]. Ausgedehnt wird das Angebot dadurch, dass viele ausländische Autohersteller, die ohnehin schon weite Teile ihre Produktion in chinesische Fabriken verlegt haben, nun auch gezielt für den chinesischen Markt produzieren wollen. So präsentierte etwa Volkswagen bereits zur Expo Shanghai den Tourag Hybrid, den E-Golf und den E-Lavida als künftige Fahrzeuge für China. 2011 wollen die Wolfsburger 50 bis 100 E-Golf und E-Lavida in China bauen und zu Marketingzwecken nutzen.

2013 sollen dann komplett in China produzierte Fahrzeuge für den dortigen Markt in Serie gebaut und vertrieben werden [von Bestenbostel 2010, S. 3].

Markt-Perspektiven

Die Perspektiven für die eMobilität in China sind hervorragend. Die staatlichen Förderungen, der rasant wachsende eigene Markt sowie das Ziel, im Weltmarkt ein entscheidendes Wort mitzusprechen, lassen erwarten, dass China zum wichtigsten Player im Bereich Elektromobilität aufsteigen wird. Der Batteriesektor profitiert davon, dass neun Prozent der weltweiten Lithium-Reserven in China sind. Da viele Chinesen in den kommenden Jahrzehnten erstmalig ein Auto besitzen werden und sich dann den kompletten Komfort wünschen, dürften vor allem PHEVs große Marktanteile erlangen.

Aus ökologischer Sicht nachteilig ist, dass rund 75% des Stroms in China mit Kohle erzeugt wird und sich die Umweltbilanz in der umfassenden Well-to-Wheel-Betrachtung kritisch gestaltet [Heymann 2010, S. 2]. Beim aktuellen Strommix Chinas entsteht laut A.T. Kearny ein CO2-Ausstoß von durchschnittlich 200 Gramm je gefahrenem Kilometer. Die Regierung investiert in Erneuerbare Energie und plant den Bau neuer Atomkraftwerke, um dem rasant steigenden Energiebedarf gerecht zu werden. Auch und gerade in den vom Smog stark betroffenen Großstädten Chinas ist der Gesundheitsaspekt durch weniger Schadstoffe emittierende Elektromobile von Vorteil [Bradsher 2009]. Klimapolitisch wird die chinesische Elektromobilität angesichts des Strommixes nur einen begrenzt positiven Beitrag leisten.

Unternehmen

BYD (Build Your Dreams) ist das chinesische Unternehmen aus dem eMobility-Sektor mit dem größten Bekanntheitsgrad in Europa. BYD verfolgt das Ziel, der wichtigste Anbieter für Elektroautos weltweit zu werden. Neben der chinesischen Regierung unterstützt auch US-Milliardär Warren Buffet das Vorhaben von BYD. Buffet stieg im September 2009 mit zehn Prozent bei BYD ein und investierte 230 Mio. US-Dollar. Eines der ersten Elektroautos aus dem Hause BYD ist der e6, der mit modernen Akkus eine Reichweite von 400 Kilometern haben soll. BYD ist ursprünglich der größte Hersteller von wiederaufladbaren Batterien weltweit gewesen – und hat sich seit 2003 zum Automobilhersteller weiterentwickelt [Kamp 2010].

Neben BYD gibt es mit Chery International (Modell S18), Zotye International, FEW oder Songfeng und Brilliance weitere Autohersteller in China, die außerhalb des Landes bislang wenig Bekanntheit erlangen konnten, sich aber zunehmend mit eMobilität beschäftigen. Chinesische Unternehmen investieren alleine im Jahr 2010 über eine Milliarde Euro in den Aufbau von Batteriefertigungs-Kapazitäten. Nach Experten-Schätzungen sind bereits mehr als 40 Unternehmen mit Namen wie Phylion, Lishen, BAK oder Anxiang in China mit Batteriefertigung beschäftigt [Kamp 2010].

VII.4. China

China

Die Autoindustrie generell hat in China wenig Tradition – trotzdem gibt es bereits unzählige Fabriken, in denen Einzelteile für fast alle Autohersteller weltweit produziert werden. Um die Entwicklung gemeinsamer Technologiestandards zu forcieren, haben 16 Autobauer und Energiefirmen des Landes ein Konsortium gegründet, das eine gemeinsame Ladeinfrastruktur, genormte Stecker und universal einsetzbare Akkus entwickeln soll. Doch auch ausländische Unternehmen sollen beim Durchbruch der eMobility in China behilflich sein. So hat sich die Renault-Nissan-Allianz einer Partnerschaft mit dem Industrie-Ministerium verschrieben, die zu Beginn des Jahres 2011 zu einer stattlichen Anzahl von Elektroautos auf Chinas Straßen führen soll [IEA 2009, S. 20]. Weitere Initiativen beschäftigen sich vor allem mit elektrisch betriebenen Bussen.

VII.5. Dänemark

Dänemark

Der dänische Markt für Elektromobilität ist zwar verhältnismäßig klein (Marktvolumen 2020: 17,9 Mio. US-Dollar), wird aber von zahlreichen Unternehmen als globaler Testmarkt mit der größten Relevanz genutzt. Die Gründe hierfür sind vielfältig: Die dänische Regierung hat in der Vergangenheit durch Investitionen in intelligente Netze und Stromerzeugung durch Windenergie (aktuell: 21 Prozent) ideale Voraussetzungen für Elektromobilität geschaffen – und hilft dem Markt durch gezielte Unterstützung von zahlreichen Projekten [Schröder 2010, Seite 92]. Darüber hinaus trägt der öffentliche Sektor in Dänemark etwa zur Hälfte zum Umsatz des CleanTech-Marktes bei. So investiert beispielsweise die Hauptstadt Dänemark fünf Mio. Euro in Elektromobilitätsprojekte [Ganz 2010a, S. 5f.].

Dänemark verfügt über keine traditionelle Automobilbranche oder bekannte Autobauer, was den Markt für ausländische Unternehmen wie Nissan, Sixt oder Better Place einerseits und Investoren andererseits sehr bedeutsam macht. So werden die Dänen die angekündigten Elektroautos von Nissan und Renault als erste Europäer bekommen. Außerdem überlegen deutsche wie französische OEMs, eigene Produktionsstätten in Dänemark aufzubauen. 40 Prozent der Dänen wünschen sich als nächstes Auto ein Elektrofahrzeug. Institutionen wie Copenhagen Capacity als offizielle Agentur für Auslandsinvestitionen unterstützen beispielsweise deutsche Unternehmen bei der Ansiedlung in Dänemark. Generell gelten die Dänen als Early Adopter im Hinblick auf neue und vor allem grüne Technologien Im ersten Industrieverband für Elektromobilität, Car Alliance, haben sich mehr als 40 Unternehmen aus den Bereichen Energie, Fahrzeug-Leasing, Automobil, Elektronik und Batteriemanagementsysteme zusammengeschlossen, um gemeinsam und in Abstimmung mit der Regierung Lobbyarbeit für Elektroautos zu betreiben [Ganz 2010, S. 20].

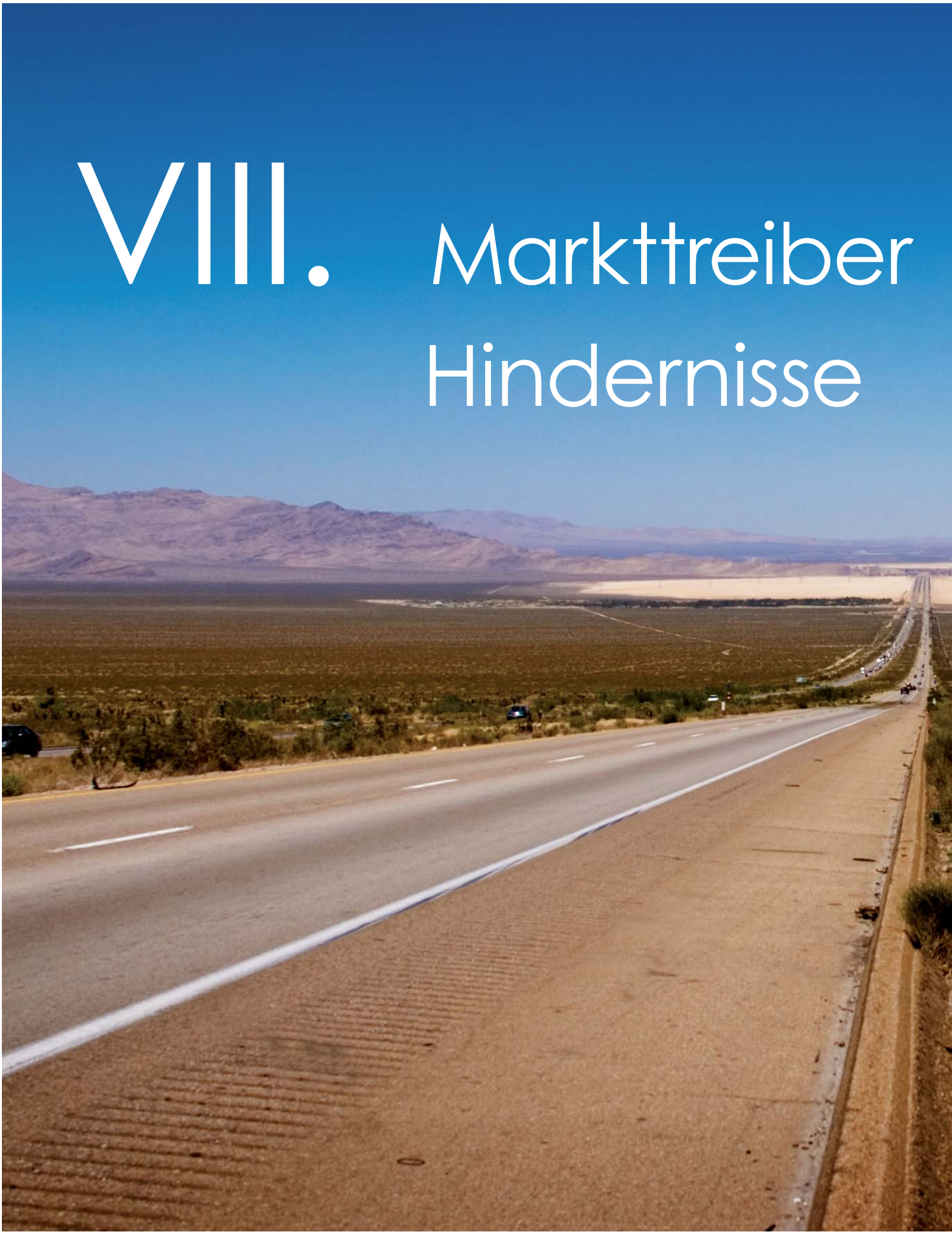
Die großen Kapazitäten der Windenergie in Dänemark führen immer wieder dazu, dass zu viel Strom ins Netz eingespeist wird. Daher wird das Konzept des Vehicle-to-Grid u.a. auch im Edison-Projekt erforscht, um die Akkus der eAutos künftig als Energiespeicher einsetzen zu können. Hierzu läuft ab 2011 ein Feldversuch auf der Ostseeinsel Bornholm mit einer kleinen Autoflotte, an dem neben Siemens und IBM auch die Dänische Technische Universität beteiligt ist [Schröder 2010, S. 94].

Unternehmen

Der deutsche Autovermieter Sixt hat über einen Zusammenschluss mit den Energieunternehmen SEAS-NVE und Syd Energi den Sprung in den dänischen Markt geschafft. Das Gemeinschaftsunternehmen ChoosEV gilt als Pionier für die Einführung von Elektrofahrzeugen und hat verschiedene Geschäftsmodelle vorangetrieben. So stellt ChoosEV beispielsweise Citroen C1 zum Leasing bereit [Schröder 2010, Seite 92 ff.]. 2010 will ChoosEV 500 Fahrzeuge vermieten und gleichzeitig 2.000 Ladestationen aufbauen. ChooseEV arbeitet beispielsweise mit Europark zusammen – das Unternehmen, zu dem auch der deutsche Parkplatzbetreiber Apcoa gehört, betreibt mehrere Tiefgaragen mit Parkplätzen, die für Elektroautos reserviert sind [Ganz 2010, S. 16].

Better Place und der große Energieversorger Dong Energy haben sich ebenfalls zusammengeschlossen: Better Place investiert mehr als 100 Mio. Euro in Batteriewechselstationen entlang der Autobahnen. Ziel ist es, bis 2020 500.000 Ladestationen und 1.000 Wechselstationen als Infrastruktur aufgebaut zu haben. Auch DSB, Dänemarks größtes Bahnunternehmen, arbeitet eng mit Better Place zusammen.

VIII. Markttreiber Hindernisse



und

VIII. Treiber

Treiber

Die eMobility ist ins Rollen gekommen, eine erfolgreiche Marktdurchdringung hängt aber von vielen wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Faktoren ab. Dabei stehen den Treibern auf der einen Seite die Hindernisse auf der anderen entgegen. Im Zusammenspiel dieser Komponenten wird die Marktentwicklung schneller voranschreiten, wenn die Treiber Oberhand gewinnen.

Treiber

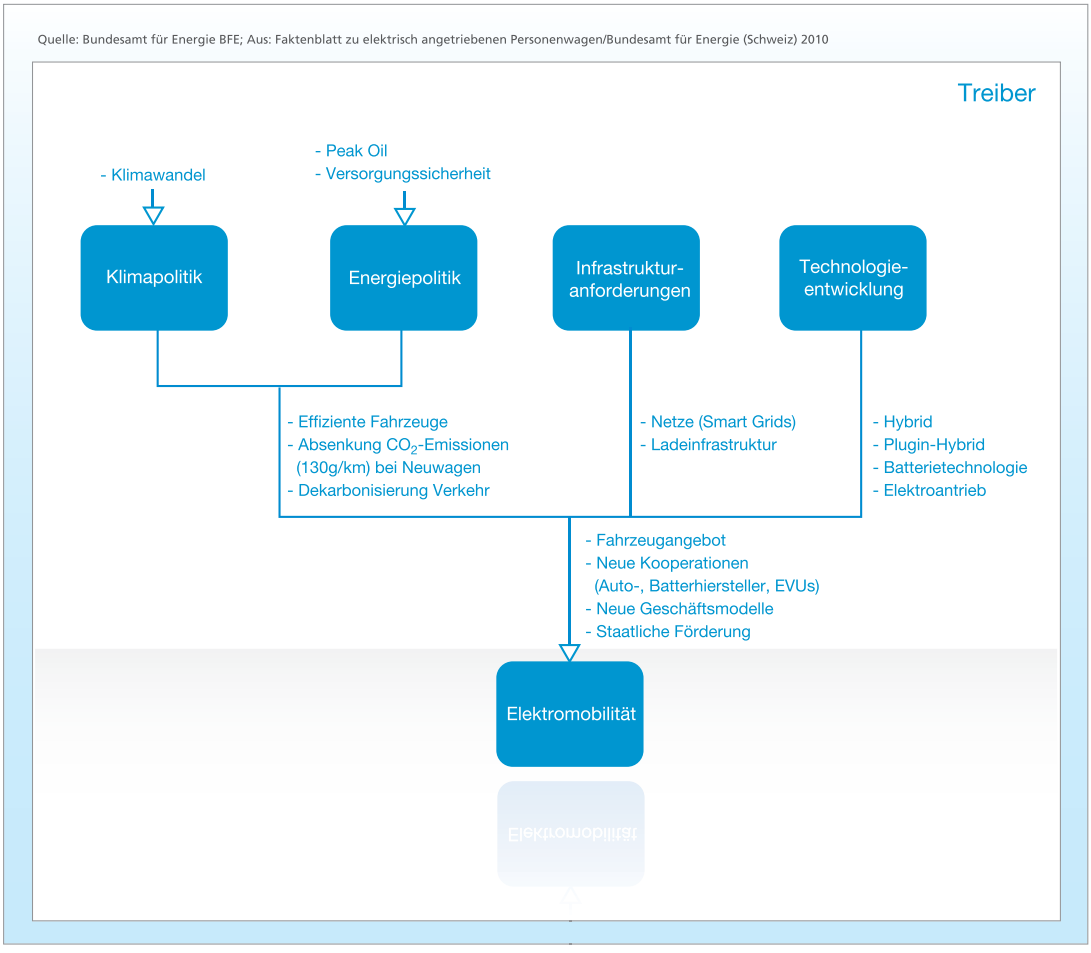
Die Treiber der eMobilität lassen sich gliedern in Faktoren aus Umwelt, Politik, Wirtschaft, Gesellschaft, Infrastruktur und Technik. Dabei sind alle Bereiche in einem Beziehungsgeflecht inhaltlich verzahnt. Der Klimawandel und die Bedingungen bei fossilen Ressourcen (eingeschränkte Verfügbarkeit, Preis) führen zu einer Veränderung der Klima- und Energiepolitik und zu Veränderungen in der Gesellschaft. Elektromobilität hilft dabei, nationale wie internationale Vorgaben bei Emissions-Grenzwerten zu erfüllen. Dazu tragen technische Vorteile wie der hohe Wirkungsgrad und Energierückgewinnung (Rekuperation) bei. Vor diesem Hintergrund sind die Umweltvorteile der Elektromobilität ein wesentlicher Treiber der Elektromobilität.

Legislative Handlungen wie die Einführung emissionsarmer oder -freier Zonen und andere veränderte politische Rahmenbedingungen können den Ausbau der Elektromobilität beschleunigen, indem – wie im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität – Ziele formuliert werden und Subventionen auf den Weg gebracht wurden. Die Förderungen kurbeln die Wirtschaft an und unterstützen Wissenschaft und Forschung. Immer mehr Unternehmen investieren in Elektromobilität und verbessern teilweise im Verbund mit der Wissenschaft durch Weiterentwicklungen und technologischen Innovativen deren künftige Einsatzmöglichkeiten. Die Big Player der Automobilindustrie werden durch die internationale Wettbewerbssituation zusätzlich angespornt. Dabei können sie mit Energieversorgern und Zulieferern wie Batterieherstellern über Branchengrenzen hinweg an einem Strang ziehen. Nicht zuletzt ist es von Vorteil, Aus- und Weiterbildung zu forcieren. Allein schon die neue Technik bedarf zusätzlicher Qualifikationen und Kompetenzen [Acatech 2010, S. 32 f.]. Ein weiterer Treiber ist die Vielseitigkeit. Elektrofahrzeuge sind nicht auf wenige Segmente beschränkt. Auf dem Weg zur Marktdurchdringung helfen Hybridfahrzeuge, insbesondere PHEV. Sie sind eine bereits in Teilen verfügbare Übergangslösung.

eMobilität ist längst nicht nur eine Angelegenheit der Automobilbranche und Ihrer Zulieferer. Städte und Kommunen sowie Energieversorger erkennen die Chance und beteiligen sich an der Verbesserung der Infrastruktur. Ganz neue verkehrspolitische Konzepte lassen sich auf den Weg bringen – so für den Individualverkehr und den innerstädtischen Lieferverkehr [Fraunhofer 2010]. Nicht zuletzt werden ökologischen Kundenanforderungen eine wichtige Rolle zugewiesen [Wallentowitz et. al, S. 3]. In der Gesellschaft steigt die Akzeptanz für Elektromobilität und sorgt für zusätzlichen Antrieb und Nachfrage nach Fahrzeuge mit wenig Verbrauch und niedrigen

Emissionen. Ein neues Mobilitätsverhalten ist zu erwarten, es verändert zugleich Kundenerwartungen. Das bereitet den Weg für neue Businessmodelle (Batterieleasing, Batterietausch etc.) – eine wichtige Herausforderung für eine positive Entwicklung [BFE 2010, S. 2 f.].

< Grafik 27: Treiber für die Marktdurchdringung >



VIII. Hindernisse

Hindernisse

Hindernisse

Die Elektromobilität ist bei Forschung und Entwicklung sowie in der Förderung mit hohen Investitionen verbunden und beim Endverbraucher mit hohen Anschaffungskosten und noch mit Hemmschwellen. Die größte Barriere in der Elektromobilität stellt der Sektor Batterietechnik dar. Weder Reichweite, noch Lebensdauer (Zyklenfestigkeit), noch Sicherheit oder Gewicht und Kosten sind mit Verbrennungsantrieben bisher vergleichbar und schränken den Gebrauch von Elektrofahrzeugen ein. Sollte sich hier kein großer Fortschritt einstellen, wäre die Einführung des Elektrofahrzeugs als Massenprodukt um Jahre verzögert. Andererseits wären in wenigen Jahren im internationalen Markt sogar Überkapazitäten denkbar, wenn die Investitionen erfolgreich umgesetzt würden. Dann könnte ein Teil der Batterie-Anbieter auf der Strecke bleiben [Roland Berger Consultants 2010].

Nicht gänzlich gewährleistet aufgrund des Vorkommens in politisch instabilen Regionen ist die Versorgung mit Rohstoffen für die Produktion bei Batterien (Lithium) und eine positive Preisentwicklung. Die Abhängigkeit von einem Rohstoff ist zumindest kein großer Fortschritt gegenüber Erdöl und birgt Gefahren. Auch lange Ladezeiten und eine fehlende Infrastruktur sowie hohe Kosten für Schnellladeeinrichtungen sind einer Marktdurchdringung nicht förderlich. Gleichzeitige Ladevorgänge in Spitzenzeiten könnten zu Kapazitätsengpässen bei der Versorgung führen.

Ein kritischer Schlüsselfaktor für den Markterfolg der Elektromobilität ist die Kundenakzeptanz [Fraunhofer 2010]. Noch ist nicht sicher und wenig erforscht, wie der Endverbraucher mit den Bedingungen bei Elektromobilität künftig umgeht. Als Hemmnis könnten sich ferner fehlende Normierungen und Standards (Stecher, Ladesäulen, Abrechnung) erweisen. Aus deutscher Sicht werden sich wirtschaftliche Entwicklungen in anderen Ländern negativ bemerkbar machen, wenn die Konkurrenz sich als schneller erweist. Denn eine wichtige Frage lautet: Wie reagiert die Industrie bei den Wertschöpfungsstrukturen im internationalen Wettbewerb? [Fraunhofer 2010] Vor allem in der Batterieproduktion ist Deutschland etwa im Vergleich mit den USA und Frankreich im Hintertreffen.

< Grafik 28: SWOT-Analyse Elektromobilität aus Nationaler Entwicklungsplan >

Quelle: BMU

Grafik SWOT-Analyse aus „Nationalem Entwicklungsplan Elektromobilität“

Die Stärken:

- weltweite Spitzenposition in den Bereichen Automobilbau, Antriebstechnik und Leistungselektronik
- führend in der Energietechnik (insbesondere bei erneuerbaren Energien)
- herausragende Position im Bereich industrieller Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)
- dynamische Entwicklung der erneuerbaren Energien im Strommix
- moderne Infrastruktur und hoher technischer Standard der Energieversorgungsnetze
- gute Forschungsinfrastruktur in wichtigen Hightech-Bereichen
- Deutschland ist bei Entwicklung und Aufbau komplexer Systemtechnologien gut aufgestellt
- etablierte und leistungsfähige Systeme in der Kreislaufwirtschaft
- allgemein gute Infrastruktur für Prüfung und Zulassung technischer Produkte
- hohe Innovationsbereitschaft und ausgeprägtes Umweltbewusstsein

Die Schwächen:

- Produktion von Zellen und Batteriesystemen kaum etabliert
- Batterieforschung und Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs ausbaufähig
- branchenübergreifende Kooperation zwischen Automobilindustrie, Stromwirtschaft und Batterieherstellern noch am Anfang
- fehlende Serienerfahrung mit Hybridantrieben
- weltweit hohe Batteriekosten
- fehlende Normen und Standards, z. B. bei Schnittstellen zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur, bei Sicherheitsaspekten oder Prüf- und Messverfahren
- europäische und weltweite Standards und Normen noch offen

Die Chancen:

- Deutschland wird Leitmarkt für Elektromobilität
- Reduzierung der Importabhängigkeit vom Erdöl; langfristige Sicherung der Mobilität
- Beitrag zu Klimaschutz und Minderung lokaler Emissionen
- zusätzlicher Schub für die erneuerbaren Energien und Stärkung der Versorgungssicherheit
- Verbesserung der Netzeinbindung fluktuierender erneuerbarer Energien und der Effizienz der Stromerzeugung insgesamt durch mobile Speicher
- Innovationsschub für die deutsche Automobil-, Zulieferer- und IKT-Industrie
- branchenübergreifende Kooperationen
- Schaffung neuer Arbeitsplätze für hoch qualifizierte Fachkräfte

Die Risiken:

- hoher Investitionsbedarf
- unzureichender Zugang zu Schlüsseltechnologien im Bereich der Zell- und Batteriesysteme
- Kostendegressionspfad für Batteriesysteme ist nicht gesichert
- technische Insellösungen könnten die Marktdurchdringung behindern
- Rohstoffabhängigkeit und – Verfügbarkeit könnte Wachstum bremsen
- Akzeptanzprobleme von Elektrofahrzeugen (z. B. Kosten, Sicherheit, Reichweite)
- unrealistische Erwartungshaltungen in der Öffentlichkeit können zu Enttäuschungen führen
- schnellere Entwicklung bei Wettbewerbern

IX. Verbrauchererw
vs. Technologie

artungen angebot

IX. Verbrauchererwartungen

Verbrauchererwartungen

Der Diffusionsprozess der Elektromobilität in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft hat weltweit begonnen. Politiker aus Indien, Dänemark, den USA oder Frankreich und nicht zuletzt Deutschland haben die Stärken der Elektromobilität erkannt und investieren viele Milliarden in den Aufbau entsprechender Industrien. Die Wirtschaft hat den Trend ebenfalls erkannt, übertrifft sich mit Ankündigungen und wird in den kommenden zehn Jahren für erheblichen technischen Fortschritt sorgen, der dem Elektroauto zum endgültigen Durchbruch verhelfen wird.

Allerdings wird Mobilität etwa in Deutschland vor allem technisch behandelt: Es geht um Batterietechnologien, Ladestecker und Infrastruktur, aber selten um neue Geschäftsmodelle, die dazu beitragen, Verbraucherwartungen und Technologieangebot letztlich in Einklang zu bringen. Erste Pilotversuche in Berlin zeigen, dass eine Reichweite von 100 bis 200 Kilometer für den ganz überwiegenden Teil der Menschen ausreicht – aber die Menschen müssen diese Erfahrung zunächst machen. Außerdem benötigen sie flexible Modelle, die ihnen dabei helfen, auf besondere Anspruchssituationen reagieren zu können.

So erscheint es besonders wichtig, den Verbrauchern hautnah aufzuzeigen, welche Vorteile Elektroautos bieten: Wer die geräuschlose, sportliche Fahrweise einmal erlebt hat, ist zumeist davon begeistert. Doch bislang haben dieses neue Fahrgefühl, die Ausprägung eines neuen Lifestyles zu wenige Menschen erlebt. Neue Mobilitätskonzepte sollen dazu beitragen, dass Neugier geweckt und breitere Akzeptanz erreicht wird.

Verbrauchererwartungen

Denn: Nur neun Prozent der Verbraucher in Deutschland glauben, „relativ viel“ über Elektromobilität zu wissen, mehr als 60 Prozent hingegen „relativ wenig“ [Arnold et.al. 2010, S. 11]. Trotzdem gibt es schon jetzt weltweit eine identifizierte Nachfrage von 350.000 potenziellen E-Auto-Kunden, deren Wunsch nach einem Elektroauto vor allem mit dem Wunsch nach einem Zweitwagen für Kurzstrecken insbesondere im urbanen Raum verknüpft ist. Diese, von Bain & Company als „Premium 2.0“ beschriebene kleine Zielgruppe, ist bereit, hohe Zusatzkosten für die Anschaffung in Kauf zu nehmen, wenn sie mit einem solchen „coolen“ Fahrzeug ein deutliches Zeichen im Sinne der Umwelt setzen kann [Dr. Matthies et. a. 2010, S. 6]. Die Bestellzahlen des Nissan Leaf in den USA sowie die schon lange vor dem Start ausgeweiteten Produktionsziele für den Chevrolet Volt bzw. den baugleichen Opel Ampera bestätigen die These, dass ein latenter Wunsch nach Elektrofahrzeugen bereits vorhanden ist.

Herausforderung Reichweite und Preis

Damit sich neue Fahrzeugkonzepte breiter in der Gesellschaft verankern lassen, ist die Senkung der Kosten für Anschaffung und Nutzung entsprechender Fahrzeuge eine wichtige Voraussetzung. Nur 13 Prozent der Kunden akzeptieren eine Reichweite von unter 250 Kilometern, obwohl diese für viele Fahrten ausreichend ist [Oliver Wyman 2010]. Hier muss in den kommenden Jahren eine Verdopplung der Reichweite auf mindestens 400 Kilometer erfolgen.

Der Preis ist ein weiteres entscheidendes Kriterium für die Akzeptanz der Elektromobilität durch die Verbraucher. 89 Prozent der Befragten einer aktuellen PWC-Studie halten den Anschaffungspreis für sehr wichtig. Auch die Umweltorientierung ist nicht zu unterschätzen: 80 Prozent wünschen sich eine Sicherheit, dass der Strom für das Elektroauto aus erneuerbaren Energien stammt [Arnold 2010, S. 12].

Die Herstellkosten der Elektrofahrzeuge liegen heute um den Faktor 2,5 höher als bei einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor. Selbst im Jahr 2025 werden die Herstellkosten noch 60 Prozent höher sein [Oliver Wyman 2010]. Ein akzeptierter Elektroauto-Aufschlag von 2.200 Euro wird nicht ausreichen, um Profitabilität zu erreichen. Unter Betrachtung der gesamten Lebenszykluskosten – dabei werden etwa die günstigen Stromkosten im Vergleich zu höheren Benzinkosten Berücksichtigung finden – werden diese im Jahr 2025 um 3.500 Euro niedriger sein als die für ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor. Und dies trotz des höheren Anschaffungspreises [Oliver Wyman 2010]. Um die Vorteile der Lebenszyklus-Rechnung geltend zu machen, könnten sich ganzheitliche Geschäftsmodelle, die diese Betrachtung in den Mittelpunkt rücken, durchsetzen. Auch deshalb ist die enge Kooperation zwischen Automobil- und Energiewirtschaft von entscheidender Bedeutung.

Elektromobilität im urbanen Raum

Urbane Zentren in aller Welt sind in Zukunft Keimzellen und Beförderer für Elektromobilität. Gerade in Millionenstädten erzeugt der individuelle Verkehr herkömmlicher Art aufgrund von Lärm-, Abgas- und Feinstaubbelastungen immer stärker werdende Belastungen, gegen die sich Politik und Verbraucher zunehmend auflehnen. Umweltzonen und Fahrverbote für bestimmte Fahrzeugklassen sind nur erste Beispiele. Elektrofahrzeuge können im urbanen Raum die Vorteile Geräuscharmut und Emissionsfreiheit besonders gut ausspielen, Nachteile wie die geringere Reichweite spielen bei geschickter Zeit- und Routenplanung eine deutlich untergeordnete Rolle. Aus diesen Gründen werden Megacities wie New York, Shanghai, Singapur oder Paris, die zusätzlich noch mit stark wachsendem Verkehr zu kämpfen haben, der große Katalysator für die Entwicklung der Elektromobilität sein [Arnold et. all. 2010, S. 59 f.].

IX. Verbrauchererwartungen

Verbrauchererwartungen

Neben dem privaten Individualverkehr in Städten macht Elektromobilität auch für viele gewerbliche Anwendungen wie Hausmeister- und Verteilerdienste, Stadtwerke oder Ärzte, Pflege- und Hilfskräfte, die sich überwiegend im urbanen Raum abspielen, absolut Sinn. Hinzu kommen behördliche Flotten, die problemlos und beispielgebend auf Elektromobilität umgestellt werden können. Die Umstellung dieser Flotten auf Elektromobile erhöht rasch die Sichtbarkeit der neuen Fahrzeugkonzepte – und bildet damit einen entscheidenden Einflussfaktor für die Diffusion der Elektromobilität. Nicht zuletzt der Imagefaktor macht für viele Unternehmen Elektroautos attraktiv, auch wenn die Anschaffungskosten momentan noch höher sind [Arnold et. all., S. 60 ff.].
Um die Akzeptanz im städtischen Raum weiter zu steigen, sind Konzepte wie die des Londoner Congestion Charge nötig: Diese Regelung befreit Elektrofahrzeuge von der Innenstadtmaut. Kostenlose oder vorteilhafte Parkplätze, die erlaubte Benutzung von gesonderten Bus- und Taxispuren und weitere Vorteile sind im urbanen Raum sinnvoll und denkbar. Im kommunalen Raum gilt es, die Balance zu finden zwischen finanzierbaren Maßnahmen auf der einen Seite, die die Automobil- und Energiewirtschaft auf der anderen Seite nicht durch zu harte Restriktionen belasten [Arnold et. all., S. 62].

Elektroauto als Lifestyle-Objekt

Je einfacher und „jünger“ Elektroautos wirken, umso eher werden sie Akzeptanz erlangen. Schon lange Zeit geht etwa das Gerücht um, Apple könnte demnächst in Kooperation mit einem Autohersteller ein Elektroauto präsentieren – eine derartige Verknüpfung einer hochpreisigen Lifestyle-Marke mit dem Thema Elektromobilität ist sinnvoll. Denn Elektroautos müssen in Zukunft als „cool“, „sauber“ und „jung“ und als Lifestyle-Objekt wahrgenommen werden. So lässt sich etwa das Google-Auto Aptera mittels iPhone starten und abschließen. RWE und Harmon arbeiten an Infotainment-Anwendungen für Elektroautos – via Ladekabel kann der Kunde nicht nur Strom, sondern auch Informationen aus dem Datennetz abrufen. Videos, Podcasts und Internet sind zukünftig während des Ladevorgangs im Elektroauto greifbar.

In Verbindung mit modernem Design und hohen Sicherheitsstandards wird das Elektromobil zum Lifestyle-Objekt der Begierde, wenn die Geschäftsmodelle rund um Elektromobilität transparent und flexibel nutzbar sein werden. Je einfacher beispielsweise das Aufladen der Akkus ist, umso leichter ist die Durchsetzbarkeit. Ähnliches gilt für die Verknüpfung von Car-Sharing oder Leasing-Modellen mit beispielsweise Bahnfahrten oder dem ÖPNV in der Stadt. Die Deutsche Bahn setzt neben dem Verleih von Fahrrädern auch auf den Verleih von Autos, um beispielsweise Geschäftsreisenden möglichst viel individuelle Mobilität zuteil werden zu lassen. Steigt die Zuverlässigkeit und wird die Verknüpfung dieser unterschiedlichen Angebote besser, steigt die Akzeptanz der Elektromobilität.
Zukünftige Mobilitätskonzepte werden zum Erfolg, wenn sie einfach, flexibel und kostenadäquat

sind. Warum soll ein Pendler für die tägliche Fahrt zum Arbeitsplatz oder andere Kurzstrecken nicht ein geleastes Elektrofahrzeug nutzen, wenn er dieses für die jährliche Fahrt in den Urlaub mit der Familie gegen ein größeres Auto (vom gleichen Anbieter oder Händler) mit effizientem Diesel oder Benzinantrieb tauschen kann?

Derartige Konzepte, die einerseits den individuellen Bedarf des Einzelnen besser abdecken und andererseits auf neuen Geschäftsmodellen wie Leasing basieren, werden die Zukunft der Mobilität bestimmen.

X. Fazit & Ausblick

Fazit & Ausblick

Mobilität ist in einer globalisierten, international vernetzten Gesellschaft ein Schlüssel zu wirtschaftlichem und sozialen Erfolg. Ob im Bereich des Individualverkehrs, im Güter- oder im Personentransport, eine kostengünstige Fortbewegung, auch über weite Distanzen, ist ein entscheidendes Kriterium für wirtschaftliches Wachstum und interkulturellen Austausch zwischen den Volkswirtschaften. Während bislang die Anbindung und Erreichbarkeit auch entlegener Regionen den Fortschritt in diesem Sektor wesentlich kennzeichnete, wandelt sich heute die grundlegende Nutzung der Fortbewegung, gerade hinsichtlich der eingesetzten Treibstoffe und Antriebsarten. Besonders der wachsende Bereich der individuellen Mobilität wird und muss sich nachhaltig verändern.

Dabei steht heute vornehmlich der effiziente Einsatz von Ressourcen im Mittelpunkt der Entwicklung. Angesichts des Klimawandels aufgrund des erhöhten CO2-Ausstoßes durch die konventionellen Verbrennungsmotoren und hinsichtlich der Endlichkeit fossiler Treibstoffe drängen sich neue Antriebskonzepte und damit alternative Kraftstoffe geradezu auf. Verschärft wird die Notwendigkeit für ein Umdenken im Mobilitätssektor durch die zunehmende Konzentration der Weltbevölkerung in urbanen Ballungszentren und den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Fortschritt in den besonders bevölkerungsreichen Schwellenländern wie Indien, China oder Südamerika. Angesichts der technologischen Fortschritte in der emissionsfreien Stromproduktion, etwa durch den Einsatz von erneuerbaren Energien, bietet sich zunehmend der Einsatz von Elektrofahrzeugen an. Im Zuge der vorliegenden CleanTech-Segmentstudie zum Thema eMobilität konnte ein erster Überblick über bestehende und künftige Antriebskonzepte, alternative Arten der individuellen Fortbewegung und den derzeitigen Stand der weltweiten eMobilitäts-Branche gegeben werden. Nach Ansicht zahlreicher Experten, wird die elektrische Mobilität künftig eine Vorraussetzung dafür sein, dass individuelle Mobilität überhaupt noch bezahlbar, für jeden zugänglich und vor allem ökologisch vertretbar sein wird [Matthies, 2010].

Führende Analysten und Marktexperten sehen spätestens ab dem Jahr 2040 keine echte Alternative zur eMobilität und unterstreichen, dass die Grundlagen schon heute gelegt werden. Aktuell gehen die Branchenkenner schon für 2020 von einem Marktanteil der reinen Elektroautos von rund 10% aus [a.a.O.]. Auf dem Weg dorthin wird die Branche allerdings noch zahlreiche Hürden überwinden und ganz unterschiedliche Herausforderungen meistern müssen.

Bislang sind Elektroautos noch seltene Exoten auf den Straßen und sind in Stückzahl und Zulassung vielfach rarer als handgefertigte Sportwagen aus Europas edlen Automanufakturen. Gleichwohl haben Politik und Industrie diesen Zukunftsmarkt für sich erkannt und formulieren erste Zielvorgaben für das Erreichen einer flächendeckenden elektronischen Mobilität. Erste Hersteller kündigen bereits für 2010 und 2011 den Bau von Elektrofahrzeuge in Großserie an. Dabei sind vornehmlich die deutschen Autobauer gefordert, den Anschluss an asiatische und US-amerikanische Hersteller nicht zu verlieren. Nissan, Mitsubishi Motors, General Motors und Renault stehen – um nur einige Konzerne zu nennen – in den Startlöchern und planen mit Produktreihen wie dem Leaf, dem iMiEV oder dem Serienmodell Volt noch in diesem Jahr den Markteintritt in den USA, in Japan und in Großbritannien.

Dabei sind die Anforderungen an die eMobilität und die Antriebskonzepte der Zukunft vielfältig. Einig sind sich die Experten vor allem hinsichtlich der Bereitstellung der benötigten Energie. Nur wenn der in eMobilen verbrauchte Strom auch CO2-neutral erzeugt wird, kann die Umstellung auf eine elektrische Fortbewegung helfen, die weltweiten Klimaschutzziele zu erreichen. Vielfach, auch das konnte das Deutsche CleanTech Institut bereits in den vorangegangenen Segmentstudien zeigen, findet aber bei der Energieerzeugung bereits heute das notwendige Umdenken statt.

Daneben müssen sich Elektrofahrzeuge allerdings auch hinsichtlich ihrer Alltagstauglichkeit, ihrer Sicherheit und ihres Preises behaupten. Während die Sicherheit der Fahrzeuge im Sinne von aktivem und passivem Insassenschutz keine Abstriche zulässt, ist gerade hinsichtlich der auf die Reichweite bezogenen Alltagstauglichkeit Spielraum. Denn vielfach reichen schon heute die noch bescheidenen Energiereserven und Stromspeicher, um weit mehr als 80% der im Alltag gefahrenen Strecken ohne Nachladen oder „Rage Extender“ zu bewältigen. Auch beim Insassenkomfort und bei der Anzahl der Sitzplätze bieten die Hersteller bereits unterschiedliche Ausstattungen und werden – im Zuge der Serienproduktion – breitere Modellpaletten anbieten können.

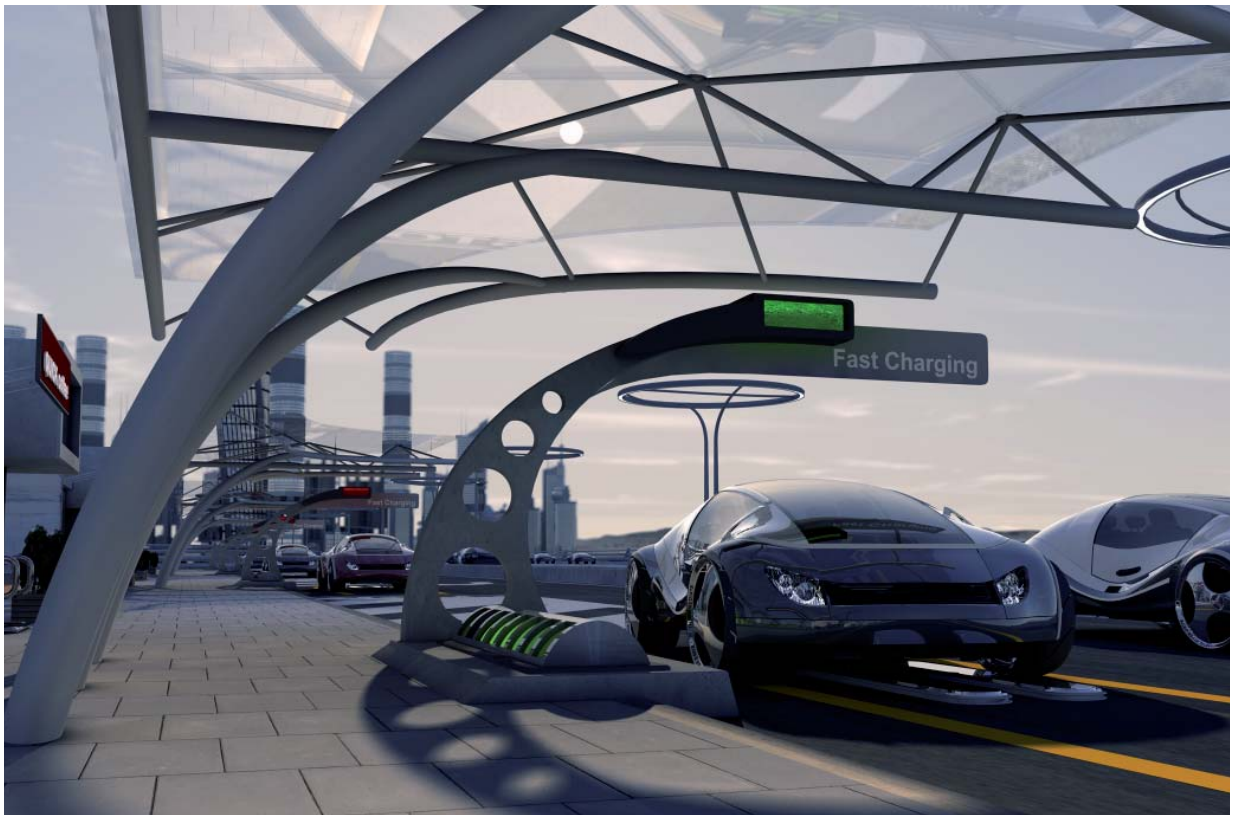
Letztlich, und hierin liegt wohl die derzeit größte Herausforderung, sind Elektrofahrzeuge aufgrund ihrer noch geringen Stückzahl und der damit mangelnden Skaleneffekte in der Produktion heute schlicht zu teuer. Preissenkungen, etwa durch fallende Batteriekosten und steigende Stückzahlen, aber auch durch vorübergehende Förderung und Incentivierung, werden letztlich über den Erfolg der Technologie mitentscheiden. Schließlich entscheidet der Verbraucher auch im Falle der eMobilität ob sich die Angebote der Industrie durchsetzen. Einen strategischen Ansatz zur Kostenreduktion sehen Experten zudem auch im Zusammenschluss unterschiedlicher industrieller Arbeitsbereiche und in der Vermeidung von Parallelforschung. Strategische Partnerschaften zwischen Industrie und Forschung, aber auch Zusammenschlüsse innerhalb der Branche können helfen den Leitmarkt der eMobilität möglichst schnell und nachhaltig zu entwickeln.

X. Fazit & Ausblick

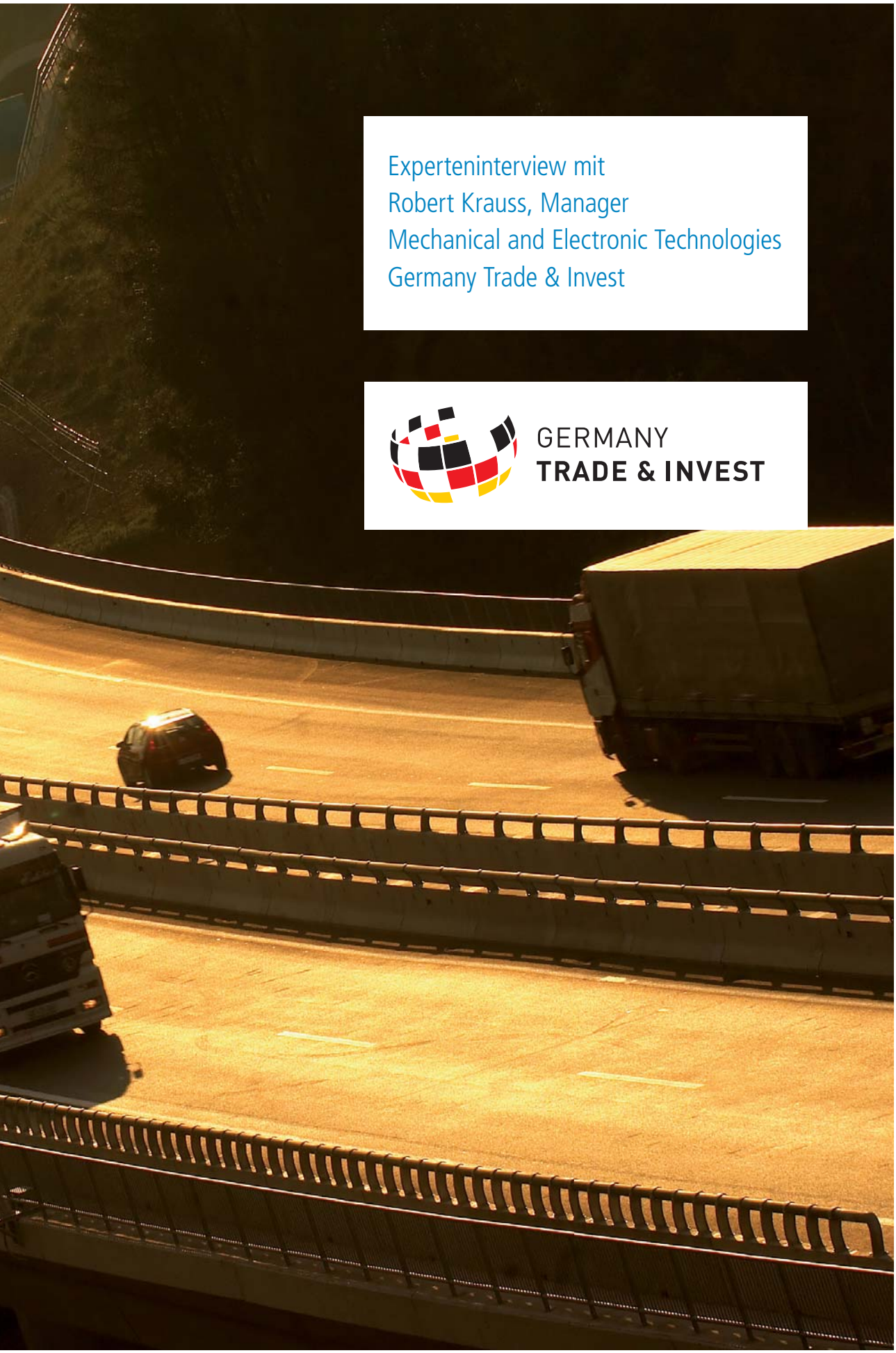
Fazit & Ausblick

Letztlich ist aber auch die Politik gefordert, die entsprechenden Rahmenbedingungen für die Industrie zu schaffen. Während in Deutschland bis 2020 rund 1 Million Elektroautos verkauft werden sollen, plant China schon heute in großem Stil und erklärt die eMobilität zum politischen Staatsziel. Laut dem chinesischen „Automotive Industry Readjustment and Revitalization Plan" sollen bereits 2011 mehr als 500.000 Fahrzeuge mit neuen Antriebssystemen in der Volksrepublik fahren. So will man nicht zuletzt den Startvorteil der heimischen Industrie stärken und langfristig am Markt bestehen.

Welche Antriebe oder Mobilitätskonzepte sich durchsetzen, aber auch welche Nationen sich künftig zu den neuen Vorreitern in der Entwicklung alternativer Mobilität aufschwingen werden, ist offen. Sicher ist nur, die Weichen werden bereits heute gestellt. Unternehmen und Entwickler, die dabei rechtzeitig mit Innovationen in die Marktentwicklung eingreifen, können sich langfristig gute Chancen in einem wachsenden Leitmarkt erstreiten. So dominieren heute nicht allein die hochkomplexen Fragen einer geeigneten Lade-Infrastruktur oder die Entwicklung reichweitenstarker Energiespeicher, bereits in der Grundlagenforschung und in Etablierung bestehender Konzepte und Modellreihen liegt Potential. Dies zu erschließen und langfristig auszubauen ist Aufgabe und Herausforderung für Politik und Wirtschaft.


Fast Charging

100
100



Experteninterview mit Robert Krauss, Manager Mechanical and Electronic Technologies Germany Trade & Invest

GERMANY
TRADE & INVEST

XI. Experteninterview

Experteninterview

Interview mit Robert Krauss, Manager Mechanical and Electronic Technologies Germany Trade & Invest

1. Auf welchem Stand ist die deutsche Elektromobilitätsbewegung?

Hier ist derzeit sehr viel in Bewegung. F&E Einrichtungen bündeln ihre Kompetenzen, es bilden sich Cluster und Netzwerke, zudem laufen zahlreiche großflächige Feldversuche in denen die Industrie noch detailliertere Kenntnisse über das Nutzungsverhalten der Verbraucher und Produkteigenschaften im Alltagesgebrauch sammelt. Damit werden Technologien verbessert und das Produktangebot ausgebaut. Alle deutschen Fahrzeughersteller bringen in den nächsten Jahren zahlreiche neue Hybrid- sowie reine Elektrofahrzeuge auf den Markt, und trotz derzeit noch fehlender Kaufpreissubventionen ist das Interesse der Verbraucher an diesen Produkten groß.

Auch die Politik steht hinter der Elektromobilität. So hat die Bundesregierung das Ziel gesetzt, dass bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen fahren. Auch wenn diese Zahl hoch erscheint, erwarten einige Industrievertreter sogar eine noch bessere Marktentwicklung.

2. Deutschland soll Leitmarkt für Elektromobilität werden, wie lässt sich Deutschland im internationalen Vergleich einordnen?

In der Wahrnehmung vieler Personen liegt Deutschland in Sachen Elektromobilität hinter anderen Ländern noch zurück. Dies liegt möglicherweise an der herausragenden Stärke der deutschen Automobilindustrie was die Effizienz und damit Schadstoffarmut von Fahrzeugen angeht, die ausschließlich mit Verbrennungsmotoren betrieben werden: In allen zehn Fahrzeugsegmenten liegt der CO2 Ausstoß deutscher Automodelle unter dem Durchschnitt, in sechs Segmenten stehen deutsche Autos bei der Emissionsarmut sogar an der Spitze. Das Thema Effizienz und Schadstoffarmut von Verbrennungsmotoren steht derzeit aber viel weniger in der Öffentlichkeit als Elektromobilität. Und tatsächlich sind in einigen anderen Ländern bereits mehr Elektrofahrzeuge auf den Straßen als in Deutschland. Allerdings haben sich die Zulassungszahlen von Hybrid-Pkw seit 2005 bereits verdoppelt, und das Potenzial ist riesig. Deutschland ist mit Abstand der größte Automobilmarkt Europas, über 35% aller in Europa produzierten Pkw stammen aus deutschen Werken, und fast 30% der neuzugelassenen Fahrzeuge werden in Deutschland registriert.

Die damit einhergehende gute Ausprägung der Zulieferindustrie ist eine wichtige Grundlage für die Entwicklung der Elektromobilität. Da es sich bei Elektrofahrzeugen nicht lediglich um Weiterentwicklungen bestehender Modelle handelt, sondern weitgehend neue Fahrzeugkonzepte mit veränderten Strukturen entstehen, ist eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten über die gesamte Wertschöpfungskette wichtig. Dabei erweist sich die hohe Industriedichte in Deutschland mit ihrer Spitzenstellung in vielen Technologiebereichen als Stärke.

3. Was zeichnet den Standort Deutschland in puncto E-Mobilität aus? Wie verhält es sich insbesondere mit den politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen?

Neben dem bereits erwähnten großen Marktpotenzial und der hervorragenden industriellen Umfeld bietet Deutschland natürlich sehr gute technische und soziale Infrastruktur, ein hohes Ausbildungsniveau und erstklassige Forschungsbedingungen. Und auch die politischen Rahmenbedingungen stimmen. Um das Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen bis 2020 zu erreichen, müssen Industrie, Forschung und Politik an einem Strang ziehen. Dazu wurde 2009 der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität verabschiedet, um Forschung und Entwicklung, Marktvorbereitung und Markteinführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland voranzubringen. 500 Mio. Euro für Forschung und Entwicklung speziell in diesem Bereich wurden bereits bereitgestellt. Dabei ist interessant, dass nicht nur punktuell gefördert wird sondern entlang der gesamten Wertschöpfungskette: angefangen bei Rohmaterialien über die Entwicklung von Komponenten und Fahrzeugen hin zu Infrastruktur, Geschäftsmodellen und dem Recycling von Wertstoffen, beispielsweise aus den hochleistungsfähigen Batterien. Außerdem wird auch in angrenzenden Bereichen geforscht, wie beispielsweise an der Zukunft des Stromnetzes. Dort werden Informations- und Kommunikationstechnologien integriert und es entsteht das so genannte Smart Grid, was eine weitere Voraussetzung für die nachhaltige Entwicklung der Elektromobilität ist. Für die Koordination der weiteren Schritte wurde eine Nationale Plattform Elektromobilität eingerichtet, die sich aus Vertretern der Politik, der Industrie und Wissenschaft, der Kommunen sowie der Verbraucher zusammensetz.

XI. Experteninterview

Experteninterview

4. Welche Technologien werden im Deutschen Markt als erstens massentauglich sein, bzw. von einer breiten Kundenschicht akzeptiert werden?

Abgesehen von Elektrozweirädern wie E-Bikes und Pedelecs, die ein großes Marktwachstum aufweisen, werden wir zunächst sicher mehr Hybrid-Personen- und Lastkraftwagen in allen möglichen Ausführungen sehen, bei denen der Verbrennungsmotor durch einen Elektromotor unterstützt wird. Dann Hybridfahrzeuge die nur von Elektromotoren angetrieben werden und bei denen der Verbrennungsmotor nur noch für die Stromerzeugung eingesetzt wird, sowie schließlich reine Elektrofahrzeuge. Diese Entwicklung wird aber nicht rein sequentiell sondern eher parallel verlaufen, das heißt dass in einigen Jahren nicht nur noch reine Elektrofahrzeuge auf den Straßen unterwegs sein werden, sondern sich Fahrzeuge mit den verschiedenen Antriebsformen die Straßen teilen. Dabei wird uns der reine Verbrennungsmotor sicher noch lange begleiten.
Nicht zu vergessen sind auch Elektrofahrzeuge, bei denen der Strom nicht in erster Linie aus Batterien sondern aus Brennstoffzellen kommt. Diese Technologie wird in der Öffentlichkeit derzeit zwar nicht mehr so stark wahrgenommen, bietet aber ebenfalls großes Potenzial und die Entwicklungen gehen weiter. Auch hier ist Deutschland europaweit führend, und in einem nationalen Innovationsprogramm stellen Bundesregierung und Industrie für Forschung, Entwicklung und Demonstrationsvorhaben bis 2016 insgesamt 1,4 Milliarden Euro zur Verfügung. Allerdings wird es bis zur Massentauglichkeit voraussichtlich noch etwas dauern.

5. Welche internationalen Marktperspektiven bieten sich für deutsche Unternehmen und wie lässt sich der Technologiestand im internationalen Vergleich einordnen?

Deutsche Technologien und Produkte sind international anerkannt, was sich nicht zuletzt an den Exportstatistiken zeigt. Allerdings gibt es auch Bereiche, in denen die deutsche Industrielandschaft noch nicht ganz so gut ausgeprägt ist wie in anderen Ländern, beispielsweise bei hochleistungsfähigen Batterien. Hier liegen Stärken in Asien, wo viele Lithium Akkus für Elektronikprodukte wie Laptops, Mobiltelefone und MP3 Spieler hergestellt werden. Allerdings lassen sich solche Akkus nicht einfach um ein paar Nummern vergrößern und in Autos einbauen. Außerdem bestehen an Fahrzeugbatterien ganz andere Anforderungen, beispielsweise hinsichtlich Lebensdauer und Sicherheit. Hier kommt deutschen Unternehmen wieder ihre Stärke bei der Systemintegration zu Gute. Es nutzt nämlich wenig, gute Kenntnisse über Batterien zu haben, wenn man wenig über das System weiß in dem diese verwendet werden sollen.

GERMANY
TRADE & INVEST

Es ist allerdings schwierig pauschale Aussagen über internationale Marktperspektiven zu treffen, da Märkte in verschiedenen Kontinenten ganz unterschiedliche Potentiale aufweisen und andere Anforderungen an Produkte stellen können. Hier bieten unsere Außenwirtschaftkollegen in Köln mit ihrem weltweiten Korrespondentennetz sehr umfangreiche Informationen.

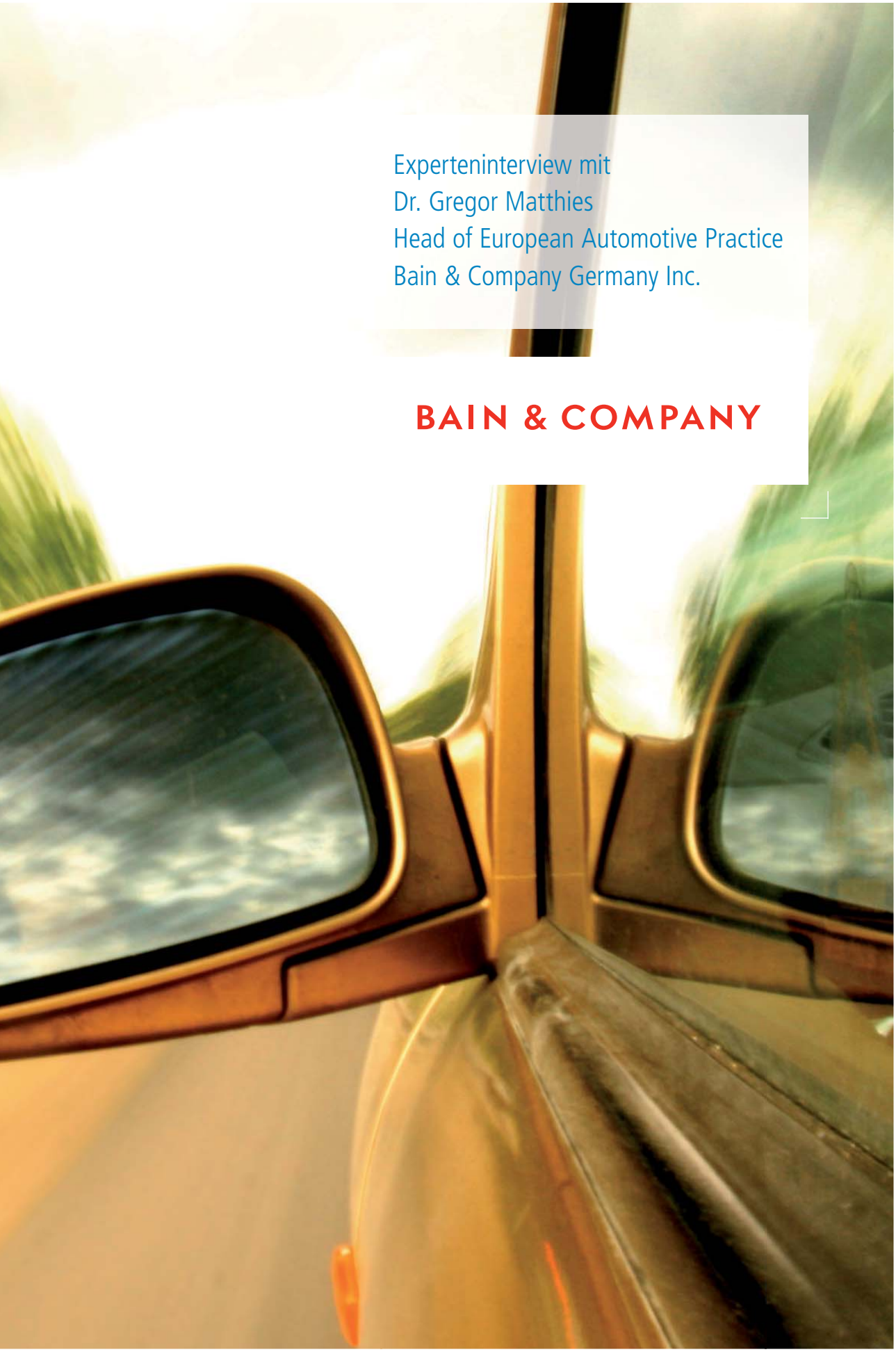
6. In welchen Bereichen sehen Sie Ansatzpunkt für ausländische Unternehmen in den deutschen Markt einzusteigen, was würden Sie Ihnen empfehlen?

Ansatzpunkte finden sich in der gesamten Wertschöpfungskette, ein Bereich der hier erwähnt werden kann sind beispielsweise Batterien. Aber auch in vielen anderen Bereichen bietet sich Potenzial für ausländische Unternehmen die deutsche Wertschöpfungskette zu ergänzen und gemeinsam mit deutschen Firmen und Forschungseinrichtungen neue Produkte und Technologien zu entwickeln.
Bei einem Ansiedlungsvorhaben empfiehlt es sich natürlich Germany Trade and Invest zu kontaktieren. In unserer Organisation arbeiten Experten für alle Industriezweige, die Unternehmen kostenfrei und vertraulich in allen Phasen eines Investitionsprojekts beraten. Dies fängt beispielsweise mit Markinformationen oder allgemeinen wirtschaftlichen Rahmendaten an, geht über die Bereitstellung von Informationen zu rechtlichen und steuerlichen Fragen sowie zu Fördermitteln hin zur Standortauswahl. Hier erarbeiten wir gemeinsam mit den Unternehmen spezifische Standortanforderungen und liefern maßgeschneiderte Angebote. Dabei arbeiten wir aufgrund ihrer regionalen Expertise und guten Netzwerke vor Ort auch intensiv mit den Wirtschaftsförderungsgesellschaften der Bundesländer zusammen.

Kurz gesagt tun wir alles um einem Unternehmen die Ansiedlung in Deutschland einfacher zu machen.

7. Ist es überhaupt noch realistisch für ausländische Unternehmen in einem so hoch entwickelten und dicht besetzten Markt aktiv zu werden?

Durchaus, Fahrzeughersteller und Systemlieferanten sind grundsätzlich immer offen für bessere oder billigere Lösungen. Dabei können Partnerschaften zwischen deutschen und ausländischen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen zum Vorteil beider Seiten genutzt werden.



Experteninterview mit
Dr. Gregor Matthies
Head of European Automotive Practice
Bain & Company Germany Inc.

BAIN & COMPANY

XI. Experteninterview

Experteninterview

Interview mit Dr. Gregor Matthies
Head of European Automotive Practice
Bain & Company Germany Inc.

1. Sie prophezeien dem Elektroauto eine goldene Zukunft. Warum?

Derzeit zeigen alle mittel- und langfristigen Entwicklungen in Richtung Elektroantrieb – von der Ressourcenknappheit über die Anforderungen beim Emissions- und Klimaschutz bis hin zum steigenden Bedarf für individuelle Mobilität. Wie zwingend die Entwicklung zum E-Auto ist, zeigt alleine die rasante Entwicklung der Schwellenländer – würden Indien und China auf 80 Prozent der Fahrzeugdichte je Einwohner wachsen, wie sie heute in den Industrienationen üblich ist, entstünde ein Bedarf für 900 Millionen zusätzliche Fahrzeuge. Mit traditionellen Verbrennungsmotoren wäre ihr Kraftstoffbedarf nicht zu decken. Zudem wäre es unmöglich, die Emmissionsprobleme, die viele Großstädte in den Schwellenländern schon heute plagen, in den Griff zu bekommen – von der Erreichung von CO2-Einsparungszielen gar nicht zu reden. Das E-Auto muss also schon allein deswegen kommen, damit die wirtschaftliche mit der ökologischen Entwicklung in Einklang gebracht werden kann.

2. Das ist eine eher langfristige Perspektive – wie sieht denn die unmittelbare Zukunft aus?

Der elektrische Antriebsstrang kommt schon heute. Viele aktuelle und in der Planung befindliche Modelle aller Hersteller verfügen über einen teilelektrischen Antrieb, der mindestens dem Verbrennungsmotor bei der Beschleunigung hilft. Zu diesen klassischen Hybridkonzepten kommen die derzeit noch ganz neuen Range-Extender wie der neue Chevrolet Volt. Diese Autos fahren bereits ausschließlich mit Elektromotor, haben aber einen Verbrennungsmotor zur zusätzlichen Elektrizitätserzeugung für die Fälle, in denen die Batteriekapazität alleine nicht ausreicht. Und schließlich die rein batteriebetriebenen Elektrofahrzeuge, wie der Mitsubishi iMiEV oder der Smart ED, die in wenigen Jahren von allen Herstellern als Stadtautos angeboten werden. Schon heute können wir sagen, die Verbreitung elektrisch betriebener Autos ist gar nicht mehr aufzuhalten – sei es in Form von primär kraftstoffbetriebenen Hybridmodellen, Range-Extendern oder von batteriebetriebenen E-Autos. Auch die Zukunftsvision des Brennstoffzellen-Autos ist letztlich ein Elektrofahrzeug, es nutzt nur eine andere Stromquelle. Bis zum Ende des Jahrzehnts wird jedes zweite Neufahrzeug einen elektrischen Antriebsstrang besitzen.

3. Sie setzen also auf Hybridautos genauso wie auf reine Elektroautos? Wo wird denn in Zukunft der Schwerpunkt liegen?

Es wird künftig ein breites Spektrum an Antrieben geben – vom reinen Verbrennungsmotor bis hin zum batteriebetriebenen Elektroauto. Die klassische Reiselimousine für große Fahrten wird die Domäne des Verbrennungsmotors bleiben. Otto- und Dieselmotoren sind nach wie vor der effizienteste Antrieb für Autobahn und Landstraße; zusätzliche Aggregate wie Elektromotor oder Batterien machen den Antrieb auf diesen Strecken nur ineffizienter. Mittlere Strecken in Ballungsgebieten werden am besten mit Hybridantrieben bewältigt, gerade bei mittleren bis großen Autos. Die Stärke des Hybrids liegt im Stop-and-Go-Verkehr, wo er die Bremsenergie-Rückgewinnung optimal nutzen kann. Doch die eigentliche Revolution sehe ich im batteriebetriebenen Elektroauto für die urbane Kurzstrecke. Heute lebt der durchschnittliche Autofahrer in einem Ballungsgebiet und fährt 37 Kilometer am Tag - doch sein Auto ist auf die ein bis zwei Langfahrten ausgelegt, die er im Jahr unternimmt. Für den Großteil der Autofahrer reicht ein kleines elektrisches Stadtauto mit 100 km Reichweite vollkommen aus. Wer mehr Reichweite benötigt, kann auf ein Range-Extender-Modell zurückgreifen. Der reine Elektroantrieb erreicht dank geringen Gewichts und sparsamer Elektromotoren eine überragende Energieeffizienz und arbeitet völlig emissionsfrei.

4. Was sagen die Autofahrer dazu? Sind sie bereit, auf Elektroautos umzusteigen?

Eine aktuelle Bain-Studie zeigt, dass es bereits heute einen weltweiten Markt für 350.000 rein batteriebetriebene E-Fahrzeuge gibt, ein Drittel davon in Europa – und dies ganz ohne öffentliche Förderung. Die potenziellen E-Auto-Käufer von heute sind überwiegend sehr kaufkräftige Konsumenten, die bereits ein Premiumfahrzeug besitzen. Sie sind vom innovativen Umweltimage, aber auch von den flotten Fahrleistungen der neuen E-Fahrzeuge begeistert und ein Preis von 30.000 bis 50.000 Euro schreckt sie nicht ab. Dabei fühlen sich die potenziellen E-Auto-Nutzer nicht auf öffentliche Ladestationen angewiesen. Sie sind bereit, ihr Auto zu Hause laden.

XI. Experteninterview

Experteninterview

5. Wird der Verbraucher die Andersartigkeit des Elektroantriebs akzeptieren?

Es stimmt, mit dem E-Auto kommt ein neues Zeitalter der individuellen Mobilität, das Anpassungen in den Nutzungsgewohnheiten der Autofahrer erfordert. Vor allem bei rein batteriebetriebenen Autos muss die benötigte Energie bis zum nächsten Ladevorgang möglichst genau bekannt sein, um eine energiesparende und batterieschonende Ladung zu ermöglichen. Auch die Standzeiten und Temperaturen müssen eingerechnet werden. Zudem kann die Fahrstrecke nicht kurzfristig bis ins Unendliche verlängert werden. Aber der Wechsel vom Benziner zum E-Auto hat auch Vorteile: das kraftvolle und sehr leise Fahrgefühl des Elektromotors, der bereits bei 0 Umdrehungen die volle Zugkraft entwickelt, oder das Hightech- und Umweltimage eines E-Autos, das eine Art „Premium 2.0"-Positionierung in den Köpfen vieler Menschen hat. Der Wechsel vom Verbrennungs- zum Elektromotor ist aus meiner Sicht ein Systemwechsel, wie der vom Mobiltelefon zum iPhone – althergebrachte Merkmale der Verbrennungsmotoren wie die hohe Reichweite sind den E-Auto-Kunden weniger wichtig, wenn sie dafür die neuen und hoch attraktiven Eigenschaften der Elektromotoren kennenlernen.

6. Sie sprachen eben zwei zentrale Aspekte des Elektroautos an: Kosten und Förderung. Wie wird es hier weitergehen?

Wie bereits gesagt wird der erste Markt für E-Autos in den eher wohlhabenden Schichten liegen. Dazu kommen noch Pendler mit einem Arbeitsweg von bis zu 50 Kilometern. Für sie kann sich die Anschaffung eines E-Autos bereits zu heutigen Kosten rentieren. Ein echter Massenmarkt – und damit eine echte Kostendegression – wird jedoch erst durch Förderprogramme erreichbar sein. Aus meiner Sicht kann die Industrie für die Zukunft fest mit einer Förderung des E-Autos rechnen, sowohl national als auch regional. Zunächst werden die Regierungen der Industriestaaten zentrale Programme zur Beschleunigung der E-Auto-Einführung und zum Ankurbeln der Massenfertigung auflegen. Sie tun das aus nationalem Interesse, um Know-how für diese Technologie im eigenen Land aufzubauen. Viele Staaten wie Großbritannien oder Frankreich haben bereits eine solche Förderung angekündigt. Zusätzlich werden weltweit viele Ballungsgebiete mit Smog- und anderen Emissionsproblemen lokale Förderprogramme für die E-Mobilität starten. Dies kann von einer monetären Förderung beim Kauf über freies City-Parken in der Innenstadt bis hin zu Fahrverboten oder Mautkonzepten für nicht elektrisch fahrende Autos reichen. Gerade die nationalen Fördermodelle müssen nur temporären Anschubcharakter haben. Ist erst ein Massenmarkt geschaffen, wird die Serienfertigung die Kosten für E-Autos innerhalb kurzer Zeit deutlich reduzieren und das E-Autofahren für breitere Schichten rentabel machen. Für den teuersten Teil des E-Autos, die Batterie, hat Bain anhand vergleichbarer Industriekostenkurven eine Simulationsrechnung aufgestellt, die zeigt, dass eine heute zwischen 7.000 und 8.500 Euro teure E-Auto-Batterie, wie sie etwa im Smart ED oder im Chevrolet Volt zum Einsatz kommt, durch Massenproduktion bis zum Jahr 2020 um 60 bis 65 Prozent günstiger zu fertigen sein wird.

Bei einem Batteriepreis von rund 3.500 Euro und einer Fahrleistung von 10.000 Kilometern würde ein Smart ED bereits eine Kostenersparnis von rund 400 Euro pro Jahr gegenüber einem Benziner erzielen. Sollte darüber hinaus der Staat ein solches Auto mit 2.000 Euro fördern, so könnte sich das Auto bereits nach zweieinhalb Jahren amortisieren. Dies entspricht in etwa der Kostenrechnung der ersten Dieselmotoren, die sich zunächst gegenüber den Benzinmotoren aufgrund des höheren Anschaffungspreises nur schwer durchsetzen konnten und schließlich durch Subventionen – vor allem beim Dieselpreis – ihre heutige Verbreitung fanden.

7. Sind Elektroautos eigentlich wirklich umweltfreundlicher? Verlagert sich mit der Elektromobilität nicht einfach das Emissionsproblem?

Greenpeace-Rechnungen zufolge entspricht die Schadstoff- und CO2-Bilanz eines E-Autos, das mit Strom aus Kohlekraftwerken betrieben wird, in etwa der eines modernen Autos mit Verbrennungsmotor. Elektroautos können jedoch eine ökologische Alternative sein, wenn man den gesamten Energiemix des jeweiligen Landes betrachtet. Zudem wird die Ökologie beim E-Auto nicht mehr durch das Baujahr bestimmt, bleibt also nicht fix wie bei herkömmlichen Autos. Jede Verbesserung des Energiemixes bei der Stromerzeugung verbessert sofort auch die Ökologie aller in Betrieb befindlichen E-Autos. Dadurch haben E-Autos Aufwärtspotenziale auch für die Zukunft. Ein weiterer Vorteil des E-Autos ist die Konzentration der entstehenden Emissionen auf die Kraftwerke, wo sie effizienter gereinigt werden können. Die Städte und Wohngebiete werden entlastet, nicht nur von Abgasen, sondern auch von Lärm. Es ist auch nicht zu befürchten, dass E-Mobilität in absehbarer Zeit neue Kraftwerke erfordert. Selbst wenn in Deutschland 20 Prozent aller Pkw E-Autos wären, stiege der Stromverbrauch dadurch nur um rund vier Prozent. Die zur Batterieladung benötigten Strommengen würden überwiegend nachts entnommen, wenn ohnehin überschüssige Kraftwerkskapazitäten zur Verfügung stehen. Insgesamt ergibt sich so eine für das E-Auto günstige ökologische Betrachtung, vor allem dann, wenn man von weiteren Investitionen unserer Gesellschaft in regenerative Energien ausgeht.

Experteninterview mit Dr. Peter Ramsauer, Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

eCarTec

XI. Experteninterview

Experteninterview

Interview mit Dr. Peter Ramsauer, Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, geführt von Marco Ebner, Werbe- und Presseleiter eCarTec

Bundesverkehrsminister Dr. Peter Ramsauer übernimmt die Schirmherrschaft für die eCarTec, 2. Internationale Leitmesse für Elektromobilität, die vom 19. – 21. Oktober 2010 in München stattfindet: „Mein Ziel steht: Bis 2020 sollen auf deutschen Straßen mindestens eine Million Elektroautos fahren."

Mit der Schirmherrschaft setzt Bundesverkehrsminister Dr. Ramsauer ein Zeichen für diese in Deutschland einzigartige Innovationsschau zum Thema Elektromobilität. Zur eCarTec 2010 werden mehr als 400 Unternehmen aus 25 Ländern sowie 20.000 Besucher erwartet. Damit wird sich die Messe im Vergleich zur Erstveranstaltung 2009 verdoppeln.

Herr Minister Ramsauer, Sie gelten als starker Befürworter von Elektrofahrzeugen. Im Koalitionsvertrag setzen Sie sich zum Ziel, Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität zu machen. Wie wollen Sie das angehen?

Erst einmal habe ich das Thema in meinem Haus ganz oben auf die Tagesordnung gesetzt und die Kompetenzen für Klima- und Umweltschutz gebündelt. Ich will meine Mitarbeiter für diese Zukunftsinnovationen begeistern. Wir gehen das Thema jetzt gemeinsam mit aller Kraft an. Unsere Projekte zur Förderung der Elektromobilität mit Batterie und Brennstoffzelle sind bislang sehr erfolgreich. Die Resonanz ist beeindruckend. Wir haben die unterschiedlichsten Projektpartner für unsere Pilotvorhaben gewonnen: Ob Autoindustrie oder kleine Zulieferer, ob große Energieversorger oder kommunale Stadtwerke, ob Forschungsinstitute oder Verkehrsbetriebe. Auch international sind wir aktiv und kooperieren zum Beispiel mit unseren europäischen Partnern, um alle Aspekte des Themas Elektromobilität, national und grenzüberschreitend, voran zu treiben. Mit all diesen Maßnahmen sind wir auf einem viel versprechenden Weg.

Mit welchen Maßnahmen unterstützt der Bund das Vorankommen der Elektromobilität? Und in welcher finanziellen Höhe?

Für unser Förderprogramm stehen uns inzwischen mehr als zwei Milliarden Euro zur Verfügung. Davon investieren wir 700 Millionen Euro in die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Die Wirtschaft gibt noch einmal den gleichen Betrag dazu. Aus dem Konjunkturpaket II fließen zusätzliche 500 Millionen Euro in die angewandte Forschung und Entwicklung der Elektromobilität. Davon allein 115 Millionen Euro in unsere Modellregionen. Auch hier kommt der noch eine Industriebeteiligung dazu. Das wird der große Praxistest zur Einführung der Elektromobilität in Deutschland. Wir haben mittlerweile über 100 Einzelprojekte für die Modellregionen ausgewählt. Hunderte von kleinen und großen Unternehmen haben durch unser Programm die entsprechende konjunkturelle Unterstützung gefunden. Erste Vorhaben laufen bereits an. So wurden zum Beispiel Mitte März in der Modellregion Hamburg die ersten beiden Diesel-Hybrid-Busse in der Flotte der Hamburger Hochbahn in Betrieb genommen. In Nordrhein-Westfalen hat Ford im Februar die ersten 10 vollelektrischen Lieferfahrzeuge bereitgestellt. Darüber hinaus fördern wir den Aufbau von Wasserstofftankstellen und eines Testzentrums, in dem vor allem der Einsatz von Fahrzeugbatterien im Hinblick auf ihre Verkehrssicherheit überprüft werden soll. Die finanzielle Beteiligung ist aber nur ein Aspekt. Wir werden auch geeignete rechtliche und ordnungspolitische Rahmenbedingungen schaffen, damit die Verbreitung der Elektromobilität schnell vorankommt. Außerdem wollen wir mit unseren Modellvorhaben Akzeptanz für neue Formen der Mobilität schaffen.

Wann wird das Elektroauto langfristig den „Verbrenner" ersetzen können?

Ich möche den Verkehr zukunftsfest machen. Das heißt, er muss umwelt- und klimaschonend, aber auch bezahlbar sein. Dazu gehört, dass wir unsere Abhängigkeit vom Öl verringern. Batterie- und Brennstoffzellenautos werden den Verbrennungsmotor nicht über Nacht ablösen. Mittel- bis langfristig werden sie aber eine große Rolle spielen. Die neuen Antriebstechnologien müssen für den Autofahrer zu einer überzeugenden Alternative werden. Batteriefahrzeuge eignen sich zum Beispiel vor allem in den Städten und für kurze Wege. Bei längeren Strecken sehe ich eine große Zukunft für die Brennstoffzellen. Mein Ziel steht: Bis 2020 sollen auf deutschen Straßen mindestens eine Million Elektroautos fahren.

XI. Experteninterview

Experteninterview

Wird der Bund nach und nach seinen Nutzfuhrpark auf Elektrofahrzeuge umstellen?

Die Anschaffung von Elektrofahrzeugen eignet sich besonders für größere Flotten, weil diese z.B. zentral auf dem Betriebshof geladen werden können. Auch bei der Wartung bieten sich Vorteile. Die Bundesregierung denkt daher über eine Umstellung nach. Vorraussetzung ist natürlich, dass die Fahrzeuge tatsächlich auf dem Markt erhältlich sind.

Welche Chancen für die Automobilindustrie und deren Zulieferer in Deutschland bietet die Elektromobilität?

Wir wollen Leitmarkt für Elektromobilität werden. Die Entwicklung und Markteinführung der Elektromobilität mit Batterie und Brennstoffzelle eröffnet für den Technologie- und Wirtschaftsstandort Deutschland ganz neue Horizonte. Sie sehen allein an den Summen der Fördergelder, dass ein immenses Entwicklungspotenzial in den neuen Antrieben steckt. Davon wir unsere Industrie stark profitieren. Die deutschen Automobil- und Zulieferindustrie hat sich stets durch ein hohes Innovationspotenzial ausgezeichnet. Das müssen wir weiterhin nutzen. Darüber hinaus entstehen ganz neue Kooperationsfelder zwischen Industriezweigen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Neue Akteure werden einbezogen. Dazu gehören zum Beispiel die Batteriehersteller. Meine Vision: So wie wir heutzutage die besten Autos mit Verbrennungsmotoren bauen, müssen wir in Zukunft auch weltweit die besten Elektroautos produzieren.

Wird das Elektroauto die Gewohnheiten der Deutschen verändern?

Die Deutschen sind technologiebegeistert und damit sehr aufgeschlossen für alltagstaugliche Innovationen. Das Verkehrsverhalten der Menschen wird sich mit der Elektromobilität sicherlich verändern – natürlich wird es Unterschiede geben. Denken Sie nur an das Tanken. Auch das Fahrgefühl wird sich verändern: Elektrofahrzeuge bieten vom Stand weg eine hohe Beschleunigung. Aber auch die Wahrnehmung des Verkehrs wird eine andere. Es wird leiser und sauberer gefahren. In unseren acht Modellregionen werden wir auch diese Aspekte gründlich untersuchen.

Mit der Leitmesse für Elektromobilität, der eCarTec in München, wurde im letzten Jahr die erste reine Messe für Elektromobilität erfolgreich in Deutschland installiert. Gleich zur Premiere konnten 195 internationale Aussteller und über 10.000 Besucher begrüßt werden. Warum empfehlen Sie als Schirmherr Unternehmen eine Beteiligung an dieser Messe?

Die Beteiligung und die Besucherzahlen der ersten eCarTec waren beeindruckend. Das Interesse der Öffentlichkeit und des Fachpublikums ist da. Auf der eCarTec präsentiert sich ein Zukunftsmarkt mit viel Potenzial. Die Entwicklungen im Bereich Elektromobilität sind rasant. Auf der eCarTec besteht die Möglichkeit, diese Innovationen zu erleben. Das vergangene Jahr hat gezeigt, dass die Messe auch international Anklang fand. Daraus ergeben sich spannende Möglichkeiten zum Austausch.
All das bringt die Elektromobilität voran.

Auf der eCarTec geben führende Hersteller vom 19. – 21. Oktober 2010 auf dem Gelände der Neuen Messe München einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der Elektromobilität. Sie zeigen Elektrofahrzeuge, Speichertechnologien, Antriebs- und Motorentechniken, Energie, Infrastruktur und Finanzierung. Ein zusätzliches Testgelände, auf dem Profis und Endverbraucher die neusten Elektrofahrzeuge testen und sich mit der Technologie vertraut machen können, ist ebenfalls integriert. Angesprochen werden sollen Entwickler, Konstrukteure, Designer, Manager, Händler, Fuhrpark-Verantwortliche, Private Fahrzeugkäufer sowie Entscheider aus Politik und öffentlicher Hand. Bei ihrer erfolgreichen Premiere 2009 konnte die eCarTec 195 Unternehmen und über 10.000 Besucher begrüßen. Parallel zur eCarTec findet die Leitmesse für Materialanwendungen, die MATERIALICA – 13. Internationale Fachmesse für Werkstoffanwendungen, Oberflächen und Product Engineering – statt. Durch den hohen prozentualen Anteil von Vertretern aus der Automobilbranche entsteht ein so gewollter Synergie-Effekt zwischen den beiden Messen. Die MATERIALICA versteht sich zudem als Bindeglied für Engineering und Zulieferung.

Kontakt

www.ecartec.de
www.materialica.de

XII. Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

Abele, Johannes/Mener, Gerhard (1997): "Der Tesla-Motor", in: Technikgeschichte – Modelle und Rekonstruktionen, München.

Arnold, Hansjörg/Kuhnert, Felix/ Kurtz, Ralf/ Dr. Bauer, Wilhelm (2010): „Elektromobilität: Herausforderungen für Industrie und öffentliche Hand", PWC/ Fraunhofer IAO, Frankfurt/ Stuttgart, Düsseldorf.

Automotiveit.eu (2010): „ICT präsentiert neue Batterie", in: www.automotiveit.eu, Hannover, 2010.

Beyers, Bert (2009): „Fährt das Auto der Zukunft elektrisch", in: www.faktor-x.info, Aachen, 2009.
Biermann, Jan-Welm/Scholz-Starke, Kai (2010): „Elektrofahrzeuge – Historie, Antriebskonzepte und aktuelle Fahrzeugbeispiele", in: Dr. Kortbauer, Reiner (Hrsg., 2010): „Handbuch Elektromobilität", Frankfurt/Main.

BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010a): „Beitrag der Elektromobilität zu langfristigen Klimaschutzzielen und Implikationen für die Autoindustrie", McKinsey & Company im Auftrag des BMU, Berlin.

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010b): „Erneuerbar mobil – Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich Elektromobilität", Berlin.
BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009): „Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität", Berlin.

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010): „Elektroauto: eine Charta zur erfolgreichen Verbreitung in Frankreich", in: www.fona.de, Berlin.

BMW (2010): „Leichtbau für Elektromobilität", in: www.bmwgroup.com, München, 2010.
Bradsher, Keith (2009): "China Vies to Be World's Leader in Electric Cars", in: www.nytimes.com, New York, 2009.

Braess, Hans-Hermann/Seiffert, Ulrich (Hrsg., 2007): „Handbuch Kraftfahrzeugtechnik", Wiesbaden.

Bundesregierung (2008): „Mit Vollgas ins neue Auto Zeitalter", in: „Magazin für Verbraucher", Berlin 2.2008.

Bundesregierung (2009): „Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität", Berlin.

Deutsche Akademie für Technikwissenschaften (acatech) (2010): „Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann", in: www.acatech.de, München.

Dr. Böhler-Baedeker, Susanne (2009): „Nachhaltiges Verkehrsmanagement in Megacities“, in: www.wupperinst.org, Wuppertal, 2009.

Dr. Klink, Götz (2009): „Der Antrieb der Zukunft“, A.T. Kearney-Studie, Düsseldorf.

Dr. Klink, Götz/Kurbasik, Stephan/Rings, Thomas (2009): „Sparsam, sauber, elektrisch? Das Rennen um den Antrieb der Zukunft“, A.T. Kearney, Düsseldorf.

Dr. Kortbauer, Reiner (Hrsg., 2010): „Handbuch Elektromobilität“, Frankfurt/Main.

Dr. Matthies, Gregor/Dr. Stricker, Klaus/Dr. Traenckner, Jan (2010): „Zum E-Auto gibt es keine Alternative“, Bain & Company, München.

Eckl-Dorna, Wilfried (2010): „Toyota kündigt Elektroversion von RAV4 an“, in: Wattgetrieben (www.wiwo.de), 18. Juli 2010, Düsseldorf.

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) (2010): „Faktenblatt zu elektrisch angetriebenen Personenwagen“, Bundesamt für Energie BFE.

Energie Impuls OWL e.V. (2010): Klimafreundliche Elektromobilität: Finanzielle Hürden zur Markteinführung bis 2020, Bielefeld.

Engel, Tomi (2006): „Vehicle to Grid: Das Elektroauto als Netzpuffer“, in: www.dgs.de, Bad Windsheim, 2006.

Faktor X (2009): „Fährt das Auto der Zukunft elektrisch?“, in: www.faktor-x.info, Aachen, 07.2010.
Fischer, Günther (2010): „Elektroautos – Deutschland fährt der Zukunft hinterher“, in: www.sueddeutsche.de, 22. Juli 2010, München.

Fischer, Reiner (2003): “In Genua fährt eine neue Generation von Elektrobussen”, in: Auslandskuriere, Ausgabe 11/2003, nachzulesen: www.report-berlin.de, Berlin.

Fraunhofer (2010): “Schwerpunkt 4: Technische Systemintegration und gesellschaftspolitische Fragestellungen”, in: www.fraunhofer.de, Karlsruhe.

Gao, Paul/Wang, Arthur/Wu, August (2008): „China Charges up: The Electric Vehicle Opportunity“, McKinsey&Company.

XII. Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

Gardner, John/Wheelock, Clint (2009): "Executive Summary: Electric Vehicles in the Grid – Residental, Public, Private and Workplace Charging Stations, EV Charging Business Models, and Vehicle to Grid Technology", Pike Research.
Ganz, Leo (2010): „E-Mobility Chance Dänemark – Markttreiber, Hauptakteure, Projekte", 360Consult/Copenhagen Capacity Berlin.

Giancoli, Douglas C. (2006): „Physik", 3. Auflage, München.

GKSS-Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft (2010): „Broschüre Wasserstoff und Brennstoffzelle 2010", in: www.gkss.de.

Grünweg, Tom (2009): „Der grüne Greis – VW Golf City-Stromer", in: www.spiegel.de, Hamburg, 21. Juli 2010.

Handelsblatt (2010): „Alternativer Antrieb für das Auto der Zukunft", in: www.handelsblatt.com, Düsseldorf, 20. Juli 2010.

Heinemann, Detlef (2010): „Strukturen von Batterie- und Energiemanagementsystemen mit Bleibatterien und Ultracaps", Dissertation, Berlin.

Hurst, Dave/Wheelock, Clint (2010): "Executive Summary: Electric Two-Wheel Vehicles – Electric Bicycles, Mopes, Scooters, and Motorcycles: Market Analysis and Forecasts", Pike Research.

Kamp, Matthias (2010): „Womit Chinas Autohersteller BYD wirklich auftrumpft", in: www.wiwo.de, 23. Juli 2010, Düsseldorf.

Köhler, Uwe (2010): „Batteriesysteme für Elektro- und Hybridfahrzeuge", in: Dr. Kortbauer, Reiner (Hrsg., 2010): „Handbuch Elektromobilität", Frankfurt/Main.

International Energy Agency (2009): "Technology Roadmap – Electric and plug-in hybrid electric vehicles", OECD/IEA, Paris.

Lahl, Uwe (2009): „Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität: Zentrale Handlungsfelder der Bundesregierung", BMU, Berlin.

Landwehr, Andreas (2010): „Wettrennen um Elektroautos in China", in: www.greenpeace-magazin.de, Hamburg, 25. Juli 2010.

Lithorec (2010): „Thema und Ziel des Verbundprojektes", in: www.lithorec.de, Braunschweig.
Mercedes-Benz (2009): „Die neue Mercedes Benz B-Klasse F-CELL", in: www.daimler.com, Stuttgart.

Müller, Bernd (2009): „Strom auf Vorrat“, in weiter.vorn – Fraunhofer-Magazin, Zeitschrift für Forschung, Technik und Innovation, Ausgabe 4/2009, München.

Neupert, Hannes (2010): „Extra Energy – Marktübersicht E-Zweiräder“, Elektro-Mobil-Kongress, Bonn.

Niesing, Birgit (2009): „Mit dem Strom fahren“, in: weiter.vorn – Fraunhoferr-Magazin, Zeitschrift für Forschung, Technik und Innovation, Ausgabe 4/2009, München.

n-tv.de (2010): „Kabellos laden: Neue Technik für Elektroautos“, in: www.n-tv.de, Köln, 19. Juli 2010.

Oliver Wyman (2010): „Powerplay beim Elektrofahrzeug – Oliver Wyman-Studie ‚Elektromobilität 2025‘“, München.

Puppe, Michael (2009): „Die Idee des Vehicle to Grid“ (Abstract, Vortragsreihe Neue Entwicklungen auf den Energiemärkten), Berlin, 2009.

Rees, Jürgen (2010): „BMWs Project i: Aus Freue am Elektroauto-Fahren“, in: Wattgetrieben (www.wiwo.de), 30. Juli 2010, Düsseldorf.

Roland Berger Consultants (2010): „The Powertrain 2020 – Li-Ion batteries – the next bubble ahead?“, in: www.rolandberger.com, Frankfurt/Main.

RWE-Magazin (Ausgabe 3/2008): „Die Geschichte des Elektroautos“, in: www.rwe.com, Essen, 2008.

Schluchter, Christian (2007): „Die Idee des Vehicle to grid (V2G)“, D-ITET, PPS-Arbeit, Zürich, 2007.

Schröder, Tim (2010): „Auf nach E-Nemark“, in: Bild der Wissenschaft, Ausgabe 6/2010, Leinfelden-Echterdingen.

Schulé, Roland (2009): „Hybrid- und Elektroantriebe im Kfz“, Vogel Lernprogramm, CD-ROM.

Segway (2010): „BRK-Helfer setzen auf Segway, ‚mobile Rettung‘ beim Gäubodenfest“, in: www.segway.de, Deggendorf.

Siewert, Martin (2010): „Elektromobilitäts-Index – China ist bei Elektroautos auf dem Weg zur Weltspitze“, in: www.wiwo.de, Düsseldorf.

XII. Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

Spath, Dieter (2010): „Wie Deutschland zum Leitanbieter für marktfähige Elektromobilität werden kann“, Acatech, in: www.iao.fraunhofer.de.

Tahil, William (2006): „The Trouble with Lithium – Implications of Future PHEV Production for Lithium Demand”, Meridian International Research, in: www.pikeresearch.com, New York.

Van Basshuysen, Richard/Schäfer, Fred (Hrsg., 2009): „Handbuch Verbrennungsmotor – Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven”, Wiesbaden.

Verband der Deutschen Automobilindustrie (VDA) (2010), Zahlen und Fakten in: www.vda.de, Berlin
Von Bestenbostel, Peik (2010): „Volkswagen fährt voraus: Klare Strategie für Elektromobilität in China“, in: Vivavision Nr. 5, Ausgabe Mai 2010, Volkswagen Group, Wolfsburg.

Wagner vom Berg, Benjamin/Köster, Frank/Gómez, Jorge Marx (2010): „Elektromobilität: Gegenwart oder Zukunft? Förderung der Elektromobilität durch innovative Infrastruktur- und Geschäftsmodelle“, in: MKWI 2010 – Automotive Services 2010, Göttingen.

Wallentowitz, Henning/Freialdenhoven, Arndt/ Olschewski, Ingo (2010): „Strategien zur Elektrifizierung des Antriebstranges: Technologien, Märkte und Implikationen”, Wiesbaden, 2010.

Wietschel, Martin/Bünger, Werner (2010): „Vergleich von Strom und Wasserstoff als CO2-freie Endenergieträger“, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung.

Zetsche, Dieter (2009): „Auf dem Weg zur emissionsfreien Mobilität – Möglichkeiten und Grenzen des elektrischen Fahrens.“, 18. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik, Aachen, 2009.

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)(2010): „Lithium – begehrter Rohstoff der Zukunft, eine Verfügbarkeitsanalyse“, Stuttgart.

Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) (2010): „Trendprodukt Elektrofahrrad“, in: www.ziv.de, Bad Soden.

XII. Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Quelle:	www.fotolia.de: open road © LVI	S. 1
	Foto: Philipp Wolff © Falko Wenzel	S. 8
	www.fotolia.de: Rapeseed Field © Murat Subatli	S. 8/9
	www.fotolia.de: Der Sonne entgegen © lassedesignen	S. 10/11
	www.fotolia.de: Autobahnschild „Elektro-Autos "© Ben Chams	S. 12/13
	www.fotolia.de: Road-Star 1 © Rainer Schmittchen	S. 14
	www.fotolia.de: e-car, elektroauto, isoliert © ferkelraggae	S. 16
	www.fotolia.de: high-tech car © rook76	S. 18/19
	www.fotolia.de: teamwork © Falko Matte	S. 20
	www.fotolia.de: Ernte 2 © Thaut Images	S. 22
	www.fotolia.de: cars in a row © Michael Eichhammer	S. 24
	www.fotolia.de: Battery Power © Martin Green	S. 26
	www.fotolia.de: batterien © Jenson	S. 28
	www.fotolia.de: battery gauge © Michael Mill	S. 30
	www.fotolia.de: Buttonset Batterieanzeige farbig © virtua73	S. 32
	www.fotolia.de: high speed train © Sergiy Serdyuk	S. 34
	www.fotolia.de: Technology and Nature-3 © JWS	S. 36
	www.fotolia.de: Elektrotanksäule © reinobjektiv	S. 38
	www.fotolia.de: Lichtstrom © ready2shoot	S. 40
	www.fotolia.de: electric car © AlcelVision	S. 42
	www.fotolia.de: LKW vor Wiesenblumen © Gina Sanders	S. 44
	www.fotolia.de: travel bus © gilles lougassi	S. 45
	www.fotolia.de: Schwarzes Oldtimer Cockpit © Martin Peitz	S. 46
	www.fotolia.de: Zweirad Roller © reinobjektiv	S. 48
	www.fotolia.de: travel bus © gilles lougassi	S. 50/51
	www.fotolia.de: Bahnhof © Fotito	S. 52
	www.fotolia.de: train series © ynamaku	S. 53
	www.fotolia.de: Gruppenarbeit © Oli_ok	S. 54/55
	www.fotolia.de: Speed© V. Yakobchuk	S. 56
	www.fotolia.de: Energieversorgung © Detlef	S. 58
	www.fotolia.de: high-tech car © rook76	S. 60
	www.rwe-mobility.com	S. 62/63

Quelle:

www.fotolia.de: Stämme vor Himmel © Sabine Immken	S. 70
www.fotolia.de: Wood pellets © MiodragNikolic	S. 72
www.fotolia.de: carbon fibre detail © Floris Slooff	S. 74/75
www.fotolia.de: battery gauge © Michael Mill	S. 76/77
www.fotolia.de: Buttonset Batterieanzeige farbig © virtua73	S. 67
www.fotolia.de: europa flaggen © emmi	S. 68
www.fotolia.de: our planet 02 © erdquadrat	S. 70
www.fotolia.de: umwelt tanken © klick	S. 72
www.fotolia.de: China Shanghai people square © claudiozacc.	S. 74
www.fotolia.de: brandenburger tor © Stephen Ruebsam	S. 76
www.fotolia.de: brandenburger tor © Stephen Ruebsam	S. 76
www.irismediadesign.de © iris Klohr	S. 78
www.fotolia.de: Straße des 17. Juni © Linda Meyer	S. 80
www.fotolia.de: Golden Gate Bridge © oscity	S. 82
www.fotolia.de: statue of liberty on stand © Xavier MARCHANT	S. 84
www.fotolia.de: Eifelturm (Paris) © Lincoln Rhyme	S. 86
www.fotolia.de: sommerpalast5 © Bithja Isabel Gehrke	S. 88
www.fotolia.de: China Shanghai people square © claudiozacc	S. 90
www.fotolia.de: Little mermaid Copenhagen © JRE	S. 92
www.fotolia.de: desert highway © Konstantin Sutyagin	S. 94
www.fotolia.de: Straße mit Stadt im © lassedesignen	S. 96
www.fotolia.de: Steine im Weg © digital-fineart	S. 98
www.fotolia.de: Oldtimer © Martina Berg	S. 100
www.fotolia.de: Familie im Auto verreist in den Urlaub © Kzenon	S. 102
www.fotolia.de: 3D model of dream, concept car © AND Inc.	S. 104
www.fotolia.de: Himmel und Felder © beatuerk	S. 106
Siemens-Pressebild	S. 108
www.fotolia.de: heavy traffic © Tomo Jesenicnik	S. 110
www.fotolia.de: need for speed © yellowj	S. 116

www.dcti.de

To be completed*

CleanTech Driver – eMobilität 2010/11

DCTI
CleanTech Driver
2010
eMobilität

eCarTec

ELTEK VALERE

VORWEG GEHEN

Interviewpartner:

GERMANY
TRADE & INVEST

BAIN & COMPANY

* Einige Interviews und Profile lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor. Die Studie wird laufend aktualisiert. Unternehmen, die CleanTech Driver werden möchten, können sich an das DCTI wenden.

XIII. Interview

Interview

Interview mit Carolin Reichert
Head of E-Mobility
RWE Effizienz GmbH

1. Was zeichnet Ihr Unternehmen – Ihrem Selbstverständnis nach – als Treiber der E-Mobilitätsbranche aus?

Wir haben das Thema Elektromobilität sehr früh für uns erkannt und sind im Markt anerkannter Innovationsführer unter den Energieversorgern – sowohl was Technologie angeht, als auch im Hinblick auf Geschäftsmodelle. So bieten wir schon heute europaweit eine massenmarktfähige, intelligente Ladeinfrastruktur als Komplettlösung mit allen dazu gehörigen Services an. Wir treiben den Aufbau von Ladeinfrastruktur vor allem in Deutschland voran und entwickeln gemeinsam mit verschiedenen Automobilherstellern attraktive Endkundenangebote. Diese Position des Innovationsführers wollen wir weiter ausbauen. Darüber hinaus ist es uns wichtig, dass wir mit Elektromobilität einen Beitrag zu Umwelt- und Klimaschutz leisten. Deshalb basiert unser RWE Autostrom ausschließlich auf Erneuerbaren Energien.

2. Welche Rolle spielt E-Mobilität in den klassischen und zukünftigen Industriestaaten und wie wird sich individuelle Mobilität bis 2020 entwickeln? Welche Potentiale und Hindernisse sehen Sie?

In den klassischen Industriestaaten wird sich Elektromobilität vor allem zügig in Metropolen und Ballungsgebieten durchsetzten. Die ersten Nutzer werden Unternehmen sein, die auf Nachhaltigkeit setzen und die CO2-Emissionen ihrer Flotten reduzieren wollen, sowie Besitzer von Zweitwagen. In 2015 erwarten wir allein in Westeuropa ca. 300.000 Nutzer in großen Städten. Danach werden die Preise von Elektroautos deutlich fallen und sich die Fahrzeuge auch in der Masse durchsetzen.

In China hingegen wird das E-Auto sehr viel schneller eine starke Position einnehmen. Der Staat fördert Elektromobilität mit einem enormen Mitteleinsatz, so dass die E-Autos von Beginn an preislich wettbewerbsfähig sind. Die chinesischen Endkunden kaufen sich häufig zum ersten Mal im Leben ein Auto und begegnen dieser neuen Technologie völlig ohne Vorbehalte. Das Elektroauto hat ein enormes Potential und wird – auch in den klassischen Industriestaaten – kontinuierlich Marktanteile gewinnen. Das geschieht umso schneller, je schneller es den Autoherstellern gelingt, die Kosten zu senken.

3. Welche internationalen Absatzmärkte der E-Mobilität sehen Sie in der Zukunft und wie sieht Ihre Wachstumsstrategie im Bereich E-Mobilität bis 2020 aus?

Elektromobilität beginnt in Asien, Europa und in den USA. Die BRIC-Staaten sowie der mittlere Osten werden folgen. Unser Fokus ist zurzeit Europa, vor allem im Hinblick auf das Endkundengeschäft. Unsere Ladeinfrastruktursysteme vermarkten wir dagegen weltweit. Hier folgen wir der Nachfrage.

4. Was zeichnet Deutschland als Standort im Segment der E-Mobilität aus? Wo liegen Potentiale, welche Rahmenbedingungen sind geeignet, um den Standort auch langfristig wettbewerbsfähig zu machen?

Positiv ist, dass man in Deutschland auf sehr breiter Front auf eine zügige Umsetzung von Elektromobilität hinarbeitet. Dies schließt Automobilhersteller, Energieversorger, Kommunen ebenso wie Verbände ein. Darüber hinaus besteht in Deutschland eine hohe Nachfrage nach Elektroautos, sofern der Preis stimmt und die Autos mit Ökostrom betrieben werden.

Die Rahmenbedingungen für eine schnelle Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland müssen jedoch noch definiert werden. Die aktuelle Situation ist nicht geeignet, um dem definierten Anspruch ‚Leitmarkt' gerecht zu werden. Die Klärungspunkte reichen vom Marktmodell für öffentliche Infrastruktur über energie- und baurechtliche Fragen bis hin zu Anreizmechanismen. Ich bin aber zuversichtlich, dass die Nationale Plattform für Elektromobilität, in der ich auch selbst aktiv mitarbeite, noch in diesem Jahr gute Lösungsvorschläge anbietet und die Politik dann auch zügig entscheidet.

5. Was muss umgekehrt von Herstellerseite angeboten werden, damit sich individuelle E-Mobilität bei den Kunden durchsetzt hinsichtlich Preis, Sicherheit, Komfort?

Nahezu alle großen Automobilhersteller haben spätestens für 2012/2013 erste Serienfahrzeuge angekündigt. Diese Modelle werden den herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor in Bezug auf Design, Komfort und Sicherheit in nichts nachstehen. Entscheidend ist aber, dass die E-Fahrzeuge auch preislich wettbewerbsfähig sind. Die Masse der Kunden ist nicht bereit, für ein E-Auto deutlich mehr zu zahlen.

XIII. Interview

Interview

6. Welches E-Mobilitätskonzept, insbesondere unter Infrastrukturgesichtspunkten, wird sich Ihrer Meinung nach, auch unter Berücksichtigung einer Vervielfachung der Anzahl von Automobilen bis 2020 durchsetzen?

Abgesehen von einer Standardisierung der Schnittstelle zwischen E-Auto und Ladeinfrastruktur sind hier drei Dinge besonders wichtig: Erstens, die Ladeinfrastruktur muss einfach und bedienerfreundlich sein, d.h. zum Beispiel automatische Kundenerkennung an der Ladestation und einfache transparente Abrechnung wie wir es vom Mobilfunkt gewöhnt sind. Zweitens, Ladeinfrastruktur muss schnelles Laden ermöglichen. Bei Batteriegrößen zwischen 25 und 35 kWh ist das Laden an der Schukosteckdose mit durchschnittlich 2kW allenfalls eine Notfalloption. Und drittes, die Ladeinfrastruktur muss die effizientere Nutzung von Strom aus Erneuerbaren Energien sicherstellen, sprich E-Autos werden vordinglich dann geladen, wenn viel grüner Strom verfügbar ist. Das gilt auch und vor allem für die heimische Ladestation. Das Smart Home der Zukunft hat eine Photovoltaik-Anlage auf dem Dach oder eine Wärmepumpe im Keller und ein E-Auto in der Garage. Um das Stromnetz zu schonen und einen teuren Netzausbau zu vermeiden, müssen sich diese dezentralen Systeme erst einmal untereinander optimieren.

7. Welche Unterschiede in den Konzepten werden sich in den klassischen und zukünftigen Industriestaaten entwickeln?

In klassischen Industriestaaten wird das Laden in der eigenen Garage eine größere Rolle spielen. Nach Schätzungen werden es rund 70 % der Nutzer sein, die überwiegend zu Hause laden. Hier stehen intelligente, also Smart Home-fähige Ladekonzepte für den Endverbraucher im Vordergrund. In den zukünftigen Industriestaaten bzw. in der wachsenden Anzahl von Megacities verfügen die Kunden dagegen in der Regel nicht über eine eigene Garage. Hier ist öffentliches Schnelladen in Verbindung mit Laden am Arbeitsplatz wichtiger.

8. Welche Besonderheiten werden Ihrer Meinung nach in Ballungszentren und ländlichen Regionen zu beobachten sein?

E-Mobilität wird zuerst in den Ballungsgebieten in den Alltagsverkehr einziehen. Hier werden besonders die rein elektrischen E-Fahrzeuge mit begrenzten Reichweiten zum Einsatz kommen. In ländlichen Räumen erwarten wir vor allem die Nutzung von Plug-in-Hybriden. Einige Experten gehen sogar davon aus, dass langfristig alle Fahrzeuge hybridisiert werden.

9. Mit welchen Hindernissen in der Entwicklung hat E-Mobilität derzeit noch zu kämpfen (z.B. Reichweite, Sicherheit, Energiemix)?

Das größte Hindernis stellt derzeit die Standardisierung der Steckverbindung zwischen E-Auto und Ladesäule sowie der Datenkommunikation zwischen Auto, Ladesäule und Stromnetz dar. Meine Erwartung ist, dass Mitte 2011 wegweisende Entscheidungen im Hinblick auf Stecker und Datenprotokolle getroffen werden, die auch international Gültigkeit haben. In Deutschland haben wir uns de facto schon auf den so genannten E-Mobility-Stecker-Typ 2 geeinigt, den wir als RWE bereits heute in unseren 500 Ladepunkten in über 40 Städten verwenden. Darüber hinaus gibt es nun eine sehr begrüßenswerte Initiative der deutschen Automobilhersteller, diesen Stecker mit dem japanischen super-schnellen Gleichstromladen zu kombinieren.

Das Thema Reichweite sehe ich unkritisch. Die Ladegeschwindigkeiten werden sich deutlich erhöhen. Volladen in 30 min wird bald zum Alltag gehören. Darüber hinaus werden sich Kunden, die häufig Strecken über 200 km zurücklegen müssen, ohnehin eher für einen Plug-in-Hybrid entscheiden. Beim Thema Energie geht es weniger um den Mix. Wir werden genug Strom aus Erneuerbaren Energien gewinnen, um den Zusatzbedarf aus Elektromobilität auch langfristig decken zu können. Hier geht es vielmehr um die intelligente Anbindung der Elektroautos an die Stromnetze. Um das sicher zu stellen, müssen wir schon heute intelligente Ladeinfrastruktur aufbauen, die dynamisch auf Signale aus dem Netz reagieren kann oder die Optimierung in dezentralen Systemen erlaubt. Unsere Ladeinfrastruktur bietet dazu die Voraussetzungen.

10. Welche Rolle nehmen die Energieversorger Ihrer Meinung nach in Bezug auf eine flächendeckende Nutzung individueller Mobilitäts-Konzepte ein?

Bei der flächendeckenden Verbreitung von Elektromobilität sehe ich vor allem die Stadtwerke in der Verantwortung. Nach meiner Wahrnehmung nehmen die Stadtwerke diese Herausforderung aber auch gerne und beherzt an. Wir arbeiten allein in Deutschland schon mit knapp 20 Stadtwerken zusammen. Wir liefern ihnen die Technik und die Stadtwerke bilden die Schnittstelle zum Endkunden. Ein Stadtwerk, was selbst nur einige wenige Ladestationen in seinem Gebiet aufstellen möchte, kann über diese Lösung dem Endkunden eine deutschlandweite Infrastruktur anbieten – über ein so genanntes Roaming mit RWE.

XIII. Interview & Unternehmensprofi

Interview & Unternehmensprofil

11. Welcher Antriebstyp wird sich Ihrer Meinung nach in Zukunft durchsetzen?

Die Entwicklung des Antriebs wird über Hybridfahrzeuge (E-Motor unterstützt Verbrenner) und später Range-Extender (Verbrenner unterstützt E-Motor) zum reinen E-Motor wechseln.

Das hat im Wesentlichen zwei Gründe: Erstens, ein Motor ist immer günstiger als zwei und zweitens, Autofahren bzw. Individualmobiliät wird sich immer mehr auf Ballungsgebiete und Megacities konzentrieren. Lange Strecken überwindet man mit dem Flugzeug oder auf der Schiene. Schon heute leben weltweit 50 % der Menschen in großen Städten. In wenigen Jahren werden es über 70 % sein.

12. Wie bewerten Sie die politische Unterstützung für die E-Mobilitätsbranche bisher – auf nationaler bzw. internationaler Ebene mit Blick auf die EU, USA und den Rest der Welt?

Die Politik bewertet Elektromobilität weltweit sehr positiv und unterstützt diese mit entsprechenden Rahmenbedingungen und finanziellen Mitteln. Die Intensität der Unterstützung, insbesondere was die finanziellen Anreize angeht, variiert aber sehr stark. China engagiert sich hier mit Abstand am stärksten, danach folgen die USA und dann Europa, wobei es innerhalb Europas noch einmal sehr große Unterschiede gibt. Frankreich und UK zum Beispiel tun hier sehr viel. Deutschland ist im Vergleich dazu eher zurückhaltend. Natürlich darf man Unterstützung nicht allein an der Höhe der bereitgestellten Fördermittel messen. Dennoch, für eine schnelle Marktentwicklung ist es entscheidend, dass die breite Masse sich Elektromobilität auch leisten kann. Dafür brauchen wir für eine bestimmte Zeit staatliche Hilfen.

13. Welche Rahmenbedingungen müssen von der nationalen und internationalen Politik geschaffen werden, um der individuellen E-Mobilität zum Durchbruch zu verhelfen?

Wir benötigen international gültige Standards, Förderung in F&E, Kaufanreize, einfache energierechtliche und baurechtliche Rahmenbedingungen und Marktmodelle, die der Industrie profitable Geschäftsmodelle ermöglichen. Wenn Elektromobilität dauerhaft auf Förderung angewiesen ist, wird sie nicht fliegen. Die Politik hat die entsprechenden Steuerungsmechanismen in der Hand, um das sicher zu stellen.

Company RWE Effizienz GmbH, E-Mobility

General information				
Core business	E-Mobility			
Form of enterprise/ Year of foundation	GmbH			
Head of E-Mobility	Carolin Reichert			
Headquarters	Dortmund			
Branch offices				

Fields of operations in the CleanTech sector				
Energy	Materials	Water	Mobility	CleanTech Services
☐ Solar	☐ Recycling	☐ Hydropower	☒ Alternative engines	☐ Investment
☐ Wind	☐ Insulation	☐ Treatment	☐ Telematics	☐ Consulting
☐ Bioenergy/Biofuel	☐ Eco-materials	☐ Filtration & Purification	☐ Logistics	☐ R&D
☐ Fuel cells			☐ Energy structure	☐ Communication
☐ Geothermal				
☐ Energy storage				

Key figures		
Annual turnover (in Euro)*	Total (worldwide) 2010e: n.a. 2009: n.a. 2008: n.a.	Share CleanTech (worldwide) 2010e: n.a. 2009e: n.a. 2008: n.a.
Number of employees*	Total (worldwide) 2010e:n.a. 2009: n.a. 2008: n.a.	Share CleanTech (worldwide) 2010e: n.a. 2009e: n.a. 2008: n.a.

Eltek Valere Deutschland GmbH – Profil kurz

Eltek Valere Deutschland GmbH

Eltek Valere Deutschland ist ein führender Anbieter gesicherter Stromversorgungssysteme für Telekommunikations- und Industrieanwendungen, kundenspezifischen Stromversorgungen und Ladegeräten für die Automobilindustrie.

Als Teil der weltweit agierenden Eltek Valere Gruppe zählen wir zu den Marktführern für gesicherte Stromversorgungen. Die Einbindung in die internationale Eltek Valere Gruppe mit Niederlassungen in 25 Ländern garantiert uns globale Ressourcen, Vertriebs- und Servicewege.

Eltek Valere bietet seinen Anwendern Stromversorgungen mit leistungsstarken und hoch effizienten Technologien für die Applikationen

- Mobil- und Festnetz
- IT und Rechenzentren
- Custom power für OEM's in den Bereichen Telekom, Industrie, Medizin
- Ladegeräte für Automotive
- Stromversorgungen und Ladegeräte für die Elektrische Mobilität

Eltek Valere Deutschland GmbH, Ferdinand-Porsche-Straße 45, D-60386 Frankfurt am Main, Telefon +49 (0)69 42002-221, Telefax +49 (0)69 42002 219, www.eltekvalere.de, mail: info@eltekvalere.de

Eltek Valere Deutschland GmbH

Eltek Valere Deutschland is a leading provider of uninterruptible power supply systems for telecom and industrial applications, custom power supplies and chargers for automotive.

Being part of the globally active Eltek Valere Group, we rank amongst the market leaders for uninterruptible power supply systems. The integration into the international Eltek Valere Group with branches in 25 countries guarantees us global resources, sales and service channels.

Our product portfolio contains powerful and highly efficient technologies for applications

- IT and Datacentre
- Custom power for OEM's at segments telecom, industry, medical
- Chargers for automotive
- Power supplies and chargers for electrical mobility

Eltek Valere Deutschland GmbH, Ferdinand-Porsche-Straße 45, D-60386 Frankfurt am Main, Phone +49 (0)69 42002-221, Fax +49 (0)69 42002 219, www.eltekvalere.de, mail: info@eltekvalere.de

Frankfurt am Main, den 11.02.2011

my way. my thinking. clean thinking.

„Cleanthinking.de beleuchtet etablierte Unternehmen kritisch und begleitet Start-ups auf ihrem Weg an die Spitze. Dies geschieht mit einer gesunden Mischung aus News und Hintergründigem."

Martin Jendrischik

Cleanthinking.de ist eines der führenden, deutsch-sprachigen Wirtschaftsmagazine für die Cleantech-Branche – dabei liegen neben dem Thema Elektromobilität weitere Schwerpunkte auf den Zukunftsmärkten Smart Grid, erneuerbare Energien oder Energieeffizienz. Chefredakteur Martin Jendrischik und sein Team aus erfahrenen Journalisten und Branchenkennern berichten täglich aktuell und hintergründig über Unternehmen, VC-Deals, Veranstaltungen und innovative Technologien. Cleanthinking.de versteht sich als unabhängige News- und Diskussionskanal für alle Vertreter und Interessierte der Cleantech-Branche. Als Kommunikationsberater und Journalist beschäftigt sich Jendrischik seit mehreren Jahren mit sauberen Technologien und avancierte zuletzt zum gefragten Experten.

„Als VC-Investor im Cleantech-Bereich und regelmäßiger Leser von Cleanthinking.de, sind die informativen und kritischen Beiträge des Blogs sehr hilfreich."

Dr. Stephan Beyer, Investment Director der Ventegis Capital AG

Cleanthinking.de
Sauber in die Zukunft

„We choose to go to the moon."
John F. Kennedy, 1962

„We choose to stay on this planet."
SKIES & MEADOWS, 2010

So wird das neue Credo lauten. Diese Bewusstseinsveränderung findet gerade statt. Kommunikation war und ist dabei der Schlüssel. Wir bieten werteorientierte Marketing-Kommunikation für die Cleantech-Branchen und Pioniere der Mobilität von Morgen, verbunden mit strategischem Denken und ausdrucksstarker Kreation.

SKIES & MEADOWS
COMMUNICATION FOR CLEAN TECH PIONEERS

www.skiesandmeadows.com · kontakt@skiesandmeadows.com · Fon +49 221 88 888 11-0

Ihre Werte.
Unsere Kommunikation.

>> Natürlich. Nachhaltig.

www.360Design.de

360 | Design
sustainable communications

XII. Impressum

Impressum

Herausgeber

DCTI
Deutsches CleanTech Institut

Deutsches CleanTech Institut GmbH
Adenauerallee 134
D-53113 Bonn

Fon +49 (0) 228 - 92654 - 0
Fax +49 (0) 228 - 92654 -11
welcome@dcti.de

Geschäftsführer
RA Philipp Wolff

www.dcti.de

Redaktion

Cleanthinking.de
Sauber in die Zukunft

Martin Jendrischik, Cleanthinking.de
Jürgen Hüpohl, terramunda PR

Fon +49 (0) 341-39 29 99 30
dcti@cleanthinking.de
www.cleanthinking.de

Exklusiver Projektpartner

Hogan Lovells

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der Anzeige auf Seite 3 oder der Webseite:
www.hoganlovells.de

Realisierung

EuPD Research

Studienleitung
Daniel Pohl, M.A.
Patrick Jonas, Dipl.-Betriebswirt

Fon +49 (0) 228-9743-0
Fax +49 (0) 228-97143-11
welcome@eupd-research.com

www.eupd-research.com

Medienpartner

Wirtschafts Woche

www.wiwo.de

Konzept & Gestaltung

360 Design
sustainable communications

Art Direction
Klaudia Schmiejka
Rebecca Ohangen

Fon +49 (0) 228-85426-0
Fax +49 (0) 228-85426-11
info@360Design.de

www.360Design.de