



Karlheinz Bozem
Anna Nagl
Carsten Rennhak *Hrsg.*

Energie für nachhaltige Mobilität

Trends und Konzepte



Springer Gabler

Energie für nachhaltige Mobilität

Karlheinz Bozem · Anna Nagl · Carsten Rennhak
(Hrsg.)

Energie für nachhaltige Mobilität

Trends und Konzepte

Herausgeber

Dr. Karlheinz Bozem
München
Deutschland

Prof. Dr. Anna Nagl
Leitung Kompetenzzentrum Energie
für zukunftsorientierte Mobilität,
Hochschule Aalen
Beethovenstr. 1
Aalen
Deutschland
E-Mail:anna.nagl@htw-aalen.de

Prof. Dr. Carsten Rennhak
Institut für Organisationskommunikation
Fakultät Betriebswirtschaft
Universität der Bundeswehr München
Werner-Heisenberg-Weg 39
Geb. 42/ 1119
85577 Neubiberg
Deutschland
E-Mail: carsten.rennhak@unibw.de

ISBN 978-3-8349-4211-1
DOI 10.1007/978-3-8349-4212-8

ISBN 978-3-8349-4212-8 (eBook)

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

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2013

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

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

Lektorat: Stefanie Brich

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

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

Vorwort

Die deutsche Bundesregierung plant bis zum Jahr 2020 eine Verringerung der Treibhausgasemissionen um 40 %. Das stellt die am Straßenverkehr beteiligten Industrien vor große Herausforderungen, denn 95 % des im Verkehrssektor ausgestoßenen CO₂ werden vom Straßenverkehr verursacht.

Von vornherein dürfte klar sein, dass hierbei Einzelinnovationen, Insellösungen und Alleingänge nicht weiterhelfen. Es muss ein grundsätzliches Umdenken, eine Neuorientierung auch im Individualverkehr erfolgen, d. h. es müssen völlig neue integrierte Konzepte entwickelt werden.

Diese Aufgabe betrifft keineswegs nur die Automobilindustrie, sondern alle an der zukünftigen Mobilität beteiligten Branchen: Neben der Automobilindustrie und deren Zulieferer/Kfz-Werkstätten auch die Batteriehersteller, die Energieunternehmen, die Betreiber der Versorgungsnetze, die Entsorgungsunternehmen, die Dienstleister usw. Als Impulsgeber und die Entwicklung unterstützende und fördernde Initiatoren sind dazu auch die Kommunen gefordert, mit verkehrspolitischen Instrumenten Impulse zu setzen und dieses Megaprojekt mit Fördermaßnahmen zu unterstützen.

Wie in jeder Herausforderung liegt auch hier für die deutsche Industrielandschaft eine Chance, nämlich die, sich bei der Umstrukturierung und Neuentwicklung des Marktes neue attraktive Geschäftsfelder und neue Wertschöpfungspotenziale zu sichern. Eines ist allerdings auch hier klar: es geht hier nicht um den üblichen Verdrängungswettbewerb nach dem Prinzip „Entweder-oder“ (entweder wir oder die Anderen), sondern ausschließlich nach dem Prinzip des „sowohl als auch“, der intelligenten Kooperation mit den potenziellen Partnern entlang der neuen Mobilitätswertschöpfungskette, die heute noch branchenfremde Unternehmen oder gar Wettbewerber sein können.

Bei der Entwicklung neuer Verkehrskonzepte und Geschäftsmodelle im Individualverkehr kann man von der gesicherten Erkenntnis ausgehen: die jetzt noch bestehende Trennung in verschiedene Interessens- und Kompetenzbereiche wird sich nach dem Prinzip der fluiden Strukturen zusehends auflösen, die Bereiche, Kompetenzen und Interessen werden sich gegenseitig immer mehr durchdringen und kein Konzept wird zum Erfolg führen, das nicht dem auch aus anderen Bereichen bekannten Phänomen der Konvergenz Rechnung trägt. Vom Ansatz her geht es also um den Strukturwandel mehrerer bisher disjunkter In-

dustriezweige, die jetzt zu einem neuen Aktions- und Kräftefeld zusammenfinden müssen. Um die Folgen dieses Strukturwandels im Individualverkehr nachzuvollziehen und die daraus entstehenden Anforderungen zu erkennen, zu bewerten und voraussagen zu können und um eine Absprungbasis im Hinblick auf die notwendigen Innovationen zu schaffen, bedarf es einer sorgfältigen Analyse des Status quo und des in diesem Status enthaltenen Potenzials für neue Konzepte.

Genau diesen Fragen ist das Projektteam in dem vom Land Baden-Württemberg geförderten „Innovativen Projekt: Energy for future Mobility“ nachgegangen. Das Ergebnis, welche alternativen Antriebe und Geschäftsmodelle für die Kunden und beteiligten Industrien attraktiv sind und damit von Politik, Automobilindustrie und Energiewirtschaft weiterverfolgt werden sollten, ist in diesem Herausgeberwerk zum Forschungsprojekt zusammengefasst.

Ein herzlicher Dank geht an die Mitglieder des Projektlenkungsausschusses Herbert Ampferer, Leiter Umwelt und Energie bei der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Weissach, Franz Loogen, Geschäftsführer der e-mobil BW GmbH, Stuttgart, sowie an die Geschäftsführer Technik und Umwelt des Verbands der Automobilindustrie, Dr. Hans-Georg Frischkorn (bis 31.12.2011) und Dr. Ulrich Eichhorn sowie natürlich an das Projektteam, namentlich Herrn Prof. Dr. Alexander Haubrock, Frau Prof. Dr. Verena Rath, Frau Judith Schnaiter und Herrn Holger Benad.

München, Aalen, Reutlingen
im Januar 2013

Karlheinz Bozem
Anna Nagl
Carsten Rennhak

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
Karlheinz Bozem, Anna Nagl und Carsten Rennhak	
2. Politische Zielsetzungen und staatliche Förderungen	5
Carsten Rennhak, Karlheinz Bozem, Verena Rath, Anna Nagl, Judith Schnaiter und Holger Benad	
3. Technologietrends Automotive und deren energiewirtschaftliche Implikationen	73
Verena Rath und Karlheinz Bozem	
4. Potenzielle Geschäftsmodelle für Automobilhersteller und Energiewirtschaft	115
Carsten Rennhak und Holger Benad	
5. Market Insights: Nachhaltige Mobilität	193
Anna Nagl, Alexander Haubrock, Giorgio Calcagnini, Verena Rath, Judith Schnaiter und Karlheinz Bozem	
6. Fazit	253
Karlheinz Bozem, Anna Nagl und Carsten Rennhak	

Autorenverzeichnis

Holger Benad Fehläckerweg 3, 73054 Eislingen, Deutschland
E-Mail: holger.benad@gmx.de

Dr. Karlheinz Bozem bozem | consulting associates | munich, Deutschland
E-Mail: bozem@bozem-consulting.de

Prof. Dr. Giorgio Calcagnini Dipartimento di Economia, Società, Politica, Università di Urbino „Carlo Bo“, Via Saffi 42, 61029 Urbino, Italien

Prof. Dr. Alexander Haubrock Hochschule Aalen, Beethovenstr. 1, 73430 Aalen, Deutschland

Prof. Dr. Anna Nagl Leitung Kompetenzzentrum Energie für zukunftsorientierte Mobilität, Hochschule Aalen, Beethovenstr. 1, 73430 Aalen, Deutschland
E-Mail: anna.nagl@htw-aalen.de

Prof. Dr. Verena Rath bozem | consulting associates | munich, Hochschule Biberach, Biberach, Deutschland
E-Mail: rath@bozem-consulting.de

Prof. Dr. Carsten Rennhak Institut für Organisationskommunikation, Fakultät Betriebswirtschaft, Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, Geb. 42/ 1119, 85577 Neubiberg, Deutschland
E-Mail: carsten.rennhak@unibw.de

Judith Schnaiter Hochschule Aalen, Beethovenstr. 1, 73430 Aalen, Deutschland

Karlheinz Bozem, Anna Nagl und Carsten Rennhak

Der Straßenverkehr des 21. Jahrhunderts steht vor enormen Herausforderungen: Es gilt, die CO₂-Emissionen zu begrenzen und langfristig den endlichen Energieträger Erdöl zu ersetzen. 29 % des Endenergieverbrauchs in Deutschland entfallen auf den Verkehrssektor und davon ca. 82 % auf den Straßenverkehr. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den CO₂-Emissionen: Der Straßenverkehr verursacht den ganz überwiegenden Teil der im Verkehrssektor ausgestoßenen Klimagase. Entsprechend wird hier ein substanzieller Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz, zur Reduktion des Ausstoßes an Klimagasen und zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch zu leisten sein.

Die deutsche Automobilindustrie begegnet diesen Herausforderungen mit einem Downsizing im Motorenbau: systemimmanente Maßnahmen wie die Verringerung der Zylinderzahl oder die Absenkung des Hubraums werden aber nicht ausreichen. Die bis zum Jahr 2050 notwendige Minderung des CO₂-Ausstoßes kann durch eine Optimierung des Verbrennungsmotors alleine nicht erreicht werden. Wenn Deutschland seinen Beitrag zum Erreichen der Klimaziele leisten will, führt im Verkehrssektor kein Weg an alternativen Antrieben und einer grundlegenden Überarbeitung der Geschäftsmodelle vorbei. Eine

K. Bozem (✉)
bozem | consulting associates | munich,
München, Deutschland
E-Mail: bozem@bozem-consulting.de

A. Nagl
Leitung Kompetenzzentrum Energie für zukunftsorientierte Mobilität,
Hochschule Aalen, Beethovenstr. 1, 73430 Aalen, Deutschland
E-Mail: anna.nagl@htw-aalen.de

C. Rennhak
Institut für Organisationskommunikation, Fakultät Betriebswirtschaft,
Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39,
Geb. 42/ 1119, 85577 Neubiberg, Deutschland
E-Mail: carsten.rennhak@unibw.de

Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums vom Frühjahr 2010 prognostiziert, dass selbst bei einer weiteren Optimierung des Verbrennungsmotors bis 2050 mindestens 70 % „emissionsfreies Fahren“ erforderlich sein wird. Es ist davon auszugehen, dass in den kommenden zwanzig Jahren und darüber hinaus verbrauchsoptimierte Otto- und Dieselantriebe weiterhin parallel zu Batterie-, Erdgas- und Autogasmotoren, Brennstoffzellen und Hybridantrieben nachgefragt werden. Die Hersteller müssen also eine große Zahl von Antriebsvarianten anbieten.

Innovative Konzepte bieten im Wettbewerb die Chance sich zu differenzieren. Die deutsche Automobilindustrie muss hier zeitnah und mit aller gebotenen Konsequenz reagieren, um so ihre Wettbewerbsposition – insbesondere gegenüber asiatischen Ländern – in den attraktiven Märkten von morgen zu sichern und auszubauen. Es gilt die Ressourcen von Wirtschaft und Forschung in den relevanten Bereichen branchenübergreifend zu bündeln, um zentrale Bestandteile der Wertschöpfungskette in Deutschland zu etablieren. Fahrzeuge mit alternativen Antrieben und die zugehörigen Komponenten wie z. B. Hochleistungsbatterien werden noch sehr kapitalintensiv produziert und können auch in einem Hochlohnland wie Deutschland bestehende Arbeitsplätze sichern und neue schaffen.

Auch die Führungsetage der Automobilindustrie hat entsprechend in jüngster Zeit ebenso wie die politische Entscheidungsebene erklärt, Deutschland zu einem „Leitmarkt“ im Bereich der alternativen Antriebe und hier insbesondere bei der Elektromobilität entwickeln zu wollen. Als Ziel werden nach wie vor 1 Mio. Elektroautos bis zum Jahr 2020 genannt. Zur Erreichung dieses Ziels wurde eine Reihe von Maßnahmen initiiert:

- Die Bundesregierung hat im August 2009 den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität verabschiedet. Gefördert werden v. a. Feldversuche im Pkw- und Wirtschaftsverkehr, Forschung und Entwicklung im Bereich des Recyclings von Batterien, sowie die Untersuchung des ökologischen und ökonomischen Nutzens der Elektromobilität. Das Bundesumweltministerium unterstützt dazu die Vernetzung von Elektrofahrzeugen und Energiesystemen mittels moderner Informations- und Kommunikationstechnologie sowie die Anschaffung von Diesel-Hybrid-Bussen durch Kommunen.
- Fahrzeug- und Komponentenhersteller sowie große Stromkonzerne und regionale Stadtwerke versuchen sich seit geraumer Zeit gleichermaßen im Markt für Elektromobilität zu positionieren. In den acht Modellregionen in Deutschland – dem größten Förderprojekt für Elektromobilität – wurden Projekte zu Themen wie Infrastrukturaufbau, Netzintegration, Markteinführung von Elektrofahrzeugen und Abrechnung des Stromverbrauchs angestoßen.
- Die „Schaufenster Elektromobilität“ sind eine Maßnahme aus dem Regierungsprogramm Elektromobilität von Mai 2011– die Bundesregierung griff damit eine Empfehlung aus dem zweiten Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) auf. Geplant ist, dass der Bund für vier auf drei Jahre angelegte „Schaufenster“ Fördermittel in Höhe von bis zu 180 Mio. € zur Verfügung stellen wird.
- Die aufgrund der hohen Batteriekosten, der limitierten Reichweite und der bislang unzureichenden Ladeinfrastruktur begrenzte Marktgängigkeit von Elektrofahrzeugen

führt jedoch dazu, dass viele dieser Maßnahmen gerade bei den Energieunternehmen eher als „Imagekampagnen“ denn als ökonomisch und ökologisch nachhaltige Geschäftsmodelle zu klassifizieren sind. Es mehren sich die kritischen Stimmen, die vor zu hohen Erwartungen an die neue Technologie und Überkapazitäten warnen.

- Die Bundesregierung hat die breite Anwendungsforschung bei alternativen Antrieben stark gefördert. Auch in anderen Ländern wird – vornehmlich aus industriepolitischen Erwägungen heraus – Elektromobilität teilweise mit enormen Summen gefördert. Aufgrund der noch mangelnden Marktakzeptanz bleibt die Zahl der in Deutschland bislang produzierten Elektroautos (und der entsprechenden Komponenten) deutlich hinter den angekündigten Zahlen zurück.

Die aktuelle Diskussion in Deutschland, die die Gesamtproblematik alternativer Antriebe praktisch ausschließlich auf das Thema Elektromobilität verkürzt und hier wiederum auf technische und infrastrukturelle Einzelfragen fokussiert, greift zu kurz. Um der Vielschichtigkeit des Themas Rechnung zu tragen, müssen die Chancen und Restriktionen der unterschiedlichen Antriebstechnologien sowie deren Massenmarkttauglichkeit umfassend und vorbehaltlos analysiert werden.

Markt- bzw. nachfrageseitig wird bisher allenfalls an staatliche Kaufprämien wie etwa in Frankreich oder den USA gedacht. Ein derartiges Denken in punktuellen Lösungen wird dem Gesamtproblem nicht gerecht. Für die Automobilindustrie wie für die Energiewirtschaft stellt der Zukunftsmarkt Mobilität ein vollkommen neues Geschäftsfeld, verbunden mit großen Unsicherheiten und hohem Know-how-Bedarf, dar. Die Unternehmen haben zwar das Marktpotenzial erkannt, bislang ist es jedoch noch nicht gelungen, ein nachhaltiges und wirtschaftlich tragfähiges Geschäftsmodell zu entwickeln.

Es fehlt derzeit noch eine integrierte Betrachtung von Technik- und Absatzmarktseite. Letzten Endes wird es darum gehen, die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und die von der Politik bewilligten Fördermittel auf jene Technologien zu konzentrieren, die sich beim Endverbraucher als marktgängig erweisen und die eine Optimierung von ökologischen und ökonomischen Ansprüchen erlauben.

Der vorliegende Band adressiert die mit dem Forschungsprojekt „Energy for future Mobility“ identifizierten Forschungslücken systematisch und unternimmt den Versuch einer integrierten Problemlösung. Neben der technologischen Entwicklung in der Automobil- und Zulieferindustrie und den daraus resultierenden energiewirtschaftlichen Implikationen (z. B. Infrastrukturbedarf für Elektro- und Erdgasfahrzeuge, Strombedarf aus erneuerbaren Quellen, Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz, etc.) sowie den ökonomischen Rahmenbedingungen wird der Blick gezielt auf den Absatzmarkt gerichtet. Bislang kreist die aktuelle Forschung im Bereich alternativer Mobilität vornehmlich um technologische Fragestellungen. Der vorliegende Band erweitert diese Perspektive um eine betriebswirtschaftliche Sichtweise und leistet einen Beitrag zur Entwicklung eines marktorientierten und branchenintegrierenden Konzepts zur Ausgestaltung nachhaltiger Antriebskonzepte in der Individualmobilität. Entsprechend wird die Frage nach der Marktgängigkeit der

alternativen Antriebskonzepte beantwortet: Nur wenn Fahrzeuge mit alternativen Antrieben für die Pkw-Nutzer attraktiv sind, werden sie zu Selbstläufern im Massenmarkt.

Ausgehend vom umweltpolitischen Zielsystem und Förderregime analysieren Holger Benad, Carsten Rennhak, Karlheinz Bozem, Verena Rath, Anna Nagl und Judith Schnaiter zunächst die weltweit bestehenden politischen Zielsetzungen im Bereich alternativer Antriebstechnologien sowie die zur Realisierung dieser Zielsetzungen eingesetzten staatlichen und privatwirtschaftlichen Fördersysteme. Die Autoren zeigen, dass die verschiedenen Regierungen unterschiedliche Strategien zur Etablierung alternativer Antriebskonzepte verfolgen: die direkte Förderung der Pkw-Nutzer und die Förderung von Forschung und Entwicklung auf Seiten der Hersteller. Der Erfolg wird sicherlich in der optimalen Kombination der beiden Ansätze zum richtigen Zeitpunkt liegen.

Der Analyse der automobilen Technologieoptionen von Verena Rath und Karlheinz Bozem verengt die zukünftigen Szenarien für mögliche Antriebskonzepte – im Gegensatz zur aktuellen öffentlichen Diskussion – nicht auf das Thema Elektromobilität, sondern analysiert gleichberechtigt alle Antriebsalternativen. Bislang ist keine alternative Antriebstechnologie in der Lage, den konventionellen Verbrennungsmotor im Massenmarkt abzulösen. Aktuell besteht ein Mix an Antriebstechnologien, der den Automobilherstellern ein Experimentallabor bietet. Die Autoren zeigen, wie sich die verschiedenen technologischen Trends auf die Wertschöpfungsketten von Automobilindustrie und Energiewirtschaft auswirken und welche Ansatzpunkte sich daraus für künftige Geschäftsmodelle ergeben.

Um die neuen Technologien erfolgreich im Markt platzieren zu können, bedarf es neuer Geschäftsmodelle. Damit befasst sich der dritte Beitrag „Potenzielle Geschäftsmodelle für Automobilhersteller und Energiewirtschaft“ von Carsten Rennhak und Holger Benad. Als interessant erweisen sich vor allem Geschäftsmodelle, die die aktuell noch üppigen Anschaffungskosten alternativer Mobilität in überschaubare Raten aufteilen. Die Autoren weisen nach, dass bei der Konzeption der Geschäftsmodelle zur Etablierung alternativer Mobilität weniger auf den privaten Endkunden zu fokussieren ist, sondern vielmehr auf die gewerbliche Nachfrage abgestellt werden muss. Elektrofahrzeuge werden sich im Rahmen von Business-to-Business (B2B)-Geschäftsmodellen und insbesondere im Bereich des Carsharings etablieren. Aus Sicht der Autohersteller ist eine Erweiterung der Wertschöpfungstiefe im Alleingang nur unter Inkaufnahme erheblicher Risiken möglich.

Im fünften Teil geben Anna Nagl, Alexander Haubrock, Giorgio Calcagnini, Verena Rath, Judith Schnaiter und Karlheinz Bozem Market Insights zur nachhaltigen Mobilität. Die im Rahmen des Forschungsprojekts durchgeführte Verbraucherstudie „FUTURE MOBILITY“ liefert umfassende Erkenntnisse über die Aufgeschlossenheit der Verbraucher für alternative Antriebstechnologien im Allgemeinen und die Elektromobilität im Besonderen. Die der Untersuchung zugrundeliegende Stichprobe aus mehr als 5.000 Personen ist in Bezug auf mobilitätspezifische Kriterien wie Bundesland, Stadt-/Landbevölkerung, Geschlecht und Altersgruppen repräsentativ für die deutsche Bevölkerung. Mit einem Rücklauf von 20,2 % wurde eine sehr hohe Beteiligungsquote erreicht, was auch die Relevanz des Themas in der Bevölkerung widerspiegelt.

Carsten Rennhak, Karlheinz Bozem, Verena Rath, Anna Nagl,
Judith Schnaiter und Holger Benad

2.1 Zusammenfassung

Die Wurzeln der Elektromobilität gehen auf Hans Christian Ørsted zurück, der vor annähernd 200 Jahren (1820) im Bereich Elektromagnetismus experimentierte; Thomas Davenport gelang es 14 Jahre später, das erste Elektrofahrzeug mit einer nicht wieder aufladbaren Batterie zu bauen. Im Jahre 1881 stellte der Franzose Gustave Trouvé erstmals ein dreirädriges Fahrzeug mit Elektromotor in Paris vor, das als das erste „offiziell“ anerkannte Elektrofahrzeug gilt. Das Mobil war mit einem wiederaufladbaren Blei-Akkumulator ver-

C. Rennhak (✉)

Institut für Organisationskommunikation, Fakultät Betriebswirtschaft, Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, Geb. 42/ 1119, 85577 Neubiberg, Deutschland
E-Mail: carsten.rennhak@unibw.de

K. Bozem

bozem | consulting associates | munich, München, Deutschland

V. Rath

bozem | consulting associates | munich, München, Deutschland,
Hochschule Biberach, Biberach, Deutschland

A. Nagl

Leitung Kompetenzzentrum Energie für zukunftsorientierte Mobilität, Hochschule Aalen,
Beethovenstr. 1, 73430 Aalen, Deutschland

J. Schnaiter

Hochschule Aalen, Beethovenstr. 1, 73430 Aalen, Deutschland

H. Benad

Fehlackerweg 3, 73054 Eisingen, Deutschland

sehen und verhalf dem Gefährt zu einer Maximalgeschwindigkeit von 12 km/h.¹ Von da an wurde die Entwicklung von Elektrofahrzeugen kontinuierlich vorangetrieben.

Im Jahre 1900 stellte Ferdinand Porsche auf der Weltausstellung in Paris den Lohner-Porsche vor. Die Besonderheit des von Porsche entwickelten Elektrofahrzeuges waren zwei in den vorderen Radnaben platzierte Elektromotoren, die dem Lohner-Porsche zu einer Reichweite von 50 km pro Akkuladung verhalfen hat. Dies war zu dieser Zeit eine absolute Sensation.² Zeitgleich wurde auch die Entwicklung des Verbrennungsmotors weiter vorangetrieben. Der Verbrennungsmotor überzeugte gegenüber dem Elektromotor durch seine hohe Reichweite sowie dem Einsatz von kostengünstigen und zur damaligen Zeit scheinbar unendlich verfügbaren fossilen Brennstoffen. So ist es nicht verwunderlich, dass die meisten Automobilhersteller im Verbrennungsmotor die Antriebstechnologie der Zukunft gesehen haben. Henry Ford ist einer dieser Pioniere gewesen. Er sah im Verbrennungsmotor das größte Potenzial und setzte konsequent auf diese Antriebstechnik. So konnte Ford dank der Standardisierung der Produktionsprozesse für das von ihm entwickelte Fahrzeugmodell T im Zeitraum von 1908 bis 1927 ca. 15 Mio. Fahrzeuge absetzen.³ Der Elektromotor verlor zu diesem Zeitpunkt immer mehr an Bedeutung und entwickelte sich zunehmend zu einem Nischenprodukt. Unter anderem wurden Elektromotoren in Gabelstaplern oder Kleinfahrzeugen, wie zum Beispiel in Golf-Caddys, verbaut. Die nächsten Jahrzehnte wurde es still um das Elektrofahrzeug, es gab zwar immer wieder Versuche, neue Elektrofahrzeuge auf den Markt zu bringen, jedoch konnte sich keines dieser Fahrzeuge gegen die mit Benzin- oder Dieselmotoren betriebenen Fahrzeuge durchsetzen.⁴

Erst im Jahre 1990 feierte das Elektroauto sein Comeback. Der Grund dafür war der von 1980 bis 1988 andauernde Erste Golfkrieg. In diesem Zeitraum stiegen die Rohölpreise auf Rekordniveau.⁵ So hat beispielsweise der Jahresdurchschnittspreis pro Barrel⁶ im Jahre 1980 ca. 27,62 €⁷ betragen. Ein Anstieg von über 277 % in Vergleich zum Jahre 1978, in dem ein Barrel durchschnittlich 9,95 € gekostet hat.⁸ Um die Abhängigkeit von Öl zu verringern, galt es neue Antriebsmöglichkeiten hervorzubringen. Viele Hersteller sahen in Elektrofahrzeugen die passende Alternative.⁹ So brachte unter anderem der Automobilhersteller Volkswagen AG bereits Anfang der 1990er Jahre das erste Fahrzeug mit Elektroantrieb auf den Markt, konnte sich mit diesem, bedingt durch die geringe Reichweite von

¹ Becker (2010, o. S.).

² Spiegel Online (2000, o. S.).

³ Yay (2010, S. 21).

⁴ Kaiser et al. (2011, S. 17).

⁵ Green-Motors (2012, o. S.).

⁶ Ein Barrel entspricht 159 L.

⁷ Dem Originalwert von 35,52 US\$ liegt ein Umrechnungskurs von 0,778 € je US-Dollar zugrunde (Stand 01.10.2012; Quelle: Oanda.com).

⁸ Mineralölwirtschaftsverband (2012).

⁹ Green-Motors (2012, o. S.).

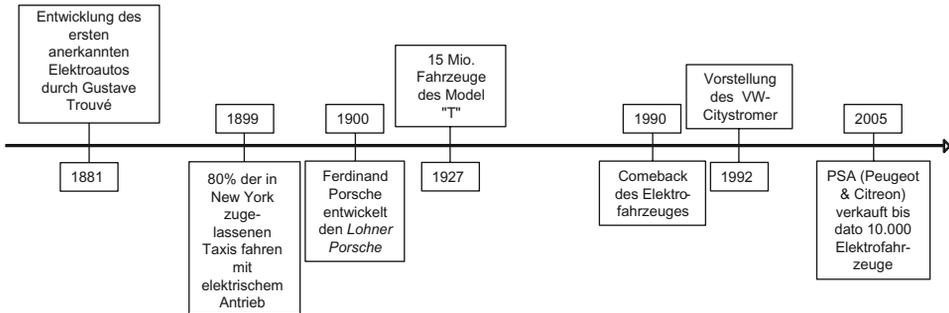


Abb. 2.1 Meilensteine der Elektromobilität

70 bis 90 km jedoch nie etablieren. Volkswagen verkaufte von dem in Kooperation mit Siemens hergestellten Golf-Citystromer insgesamt gerade einmal 100 Stück.¹⁰ Andere Hersteller setzten ihre Forschungen im Bereich Elektromobilität kontinuierlich fort. So produzierte beispielsweise der französische PSA-Konzern, bestehend aus den Marken Peugeot & Citroen, im Zeitraum von 1995 bis 2005 ungefähr 10.000 Elektrofahrzeuge.¹¹ In Abb. 2.1 sind die wichtigsten Meilensteine des Elektrofahrzeuges zusammengefasst dargestellt.

Das vorliegende Kapitel soll dem Leser in aller Kürze die aktuellen politischen Zielsetzungen und Förderungen im Bereich Elektromobilität näher bringen. Die Treiber der Elektromobilität dienen als Hinführung und Grundlage für eine derart einschneidende Restrukturierung eines gesamten Marktes, der seit Jahrzehnten basierend auf dem Verbrennungsmotor eine klare Linie Richtung Optimierung des Wirkungsgrades verfolgt hat. Des Weiteren wird auf weitere Ländermärkte neben dem deutschen Markt eingegangen um nachfolgend Schlussfolgerungen für diesen zu ziehen. Abschließend wird nach einer Maßnahme gesucht, die Attraktivität der Elektromobilität sowie die nationalen Zielsetzung im geforderten Zeitrahmen bis 2020 zu unterstützen.

2.2 Treiber der Elektromobilität

Die fossilen Brennstoffe Erdöl und Erdgas, die die Grundlage der heutigen Mobilität darstellen, verknappen sich veranlasst durch die sich ständig erhöhende Nachfrage¹² bei begrenzten Vorkommen zunehmend. Die maximale weltweite Fördermenge, Peak Oil, wurde vermutlich bereits im Jahre 2010 erreicht.¹³ Nach Annahmen von Experten ist das

¹⁰ Grünweg (2009, o. S.).

¹¹ Green-Motors (2012, o. S.).

¹² Von 2010 bis 2035 um ein Drittel im Vergleich zu 2010, International Energy Agency (2011c). Dem entgegen wirkt die fortlaufende Effizienzverbesserung bei Motoren und Heizungen, die den spezifischen Verbrauch sinken lässt.

¹³ Energy Watch Group (2008, S. 12).

Ölfördermaximum bei 90 % aller ölfördernden Staaten bereits eingetroffen oder wird bis zum Jahr 2015 eintreffen.¹⁴ Die Fördermengen sind im Zeitraum der Jahre von 2008 bis 2011, vor allem bedingt durch die rapide steigende Nachfrage aus den BRIC-Staaten, um 7,2 % auf 89,2 Mio. Barrel pro Tag angestiegen.¹⁵ Von der gesamten Fördermenge findet ungefähr die Hälfte Verwendung in der Herstellung von Kraftstoffen, etwa 10 % der Fördermenge entfällt auf die Mobilität.¹⁶ Die Rohölpreise für die in Europa wichtige Sorte Brent stiegen im Jahr 2011 von 75,42 EUR¹⁷ in 2008 auf 89,93 EUR¹⁸ im Jahr 2011.¹⁹ Nicht nur die Verknappung des Erdöls stellt ein „systematisches Risiko“ dar, sondern auch die erhöhten Preissteigerungen, da von preiswertem Erdöl die „Funktionalität großer Teile heutiger Wirtschafts- und Gesellschaftssysteme abhängt“.²⁰ Der Verbrauch der fossilen Brennstoffe und die damit verbundenen Kohlenstoffdioxid-Emissionen schaden der Umwelt und dem Weltklima nachhaltig, direkte Folgen sind unter anderem der Klimawandel und die Erderwärmung.²¹ Die Luftverschmutzung in städtischen Gebieten verursacht weltweit nach Schätzungen der World Health Organization ca. 1,3 Mio. Todesfälle jährlich und gilt als eine der Hauptrisiken für die Gesundheit.²² Die steigende Nachfrage nach mehr Mobilität für die Bevölkerung, insbesondere aus China und anderen ostasiatischen Ländern, wird diese Probleme in Zukunft noch intensivieren.

2.2.1 Vorausgehende Entwicklungen

Die genannte Verknappung der Ölreserven ist eine unter Experten viel diskutierte Problematik. Grundlegend lässt sich die vorausgehenden Entwicklungen auf dem Weg zu alternativen Antriebsoptionen für PKW in *Wirtschaftliche Faktoren, Demografischer Wandel und Urbanisierung, Veränderte Wahrnehmung*, sowie die *Regulierungssituation* der Politik untergliedern.

2.2.1.1 Wirtschaftliche Faktoren

Die starke Abhängigkeit im Verkehrssektor vom fossilen Rohstoff Erdöl, dessen bekannte und wirtschaftlich förderbaren Reserven die Weltwirtschaft bis ins Jahr 2030 und darü-

¹⁴ Bundeswehr (2010, S. 22); Energy Watch Group (2008, S. 11).

¹⁵ International Energy Agency (2011b, o. S.).

¹⁶ International Energy Agency (2011b, o. S.).

¹⁷ Dem Originalwert von 96,94 US\$ liegt ein Umrechnungskurs von 0,778 € je US-Dollar zugrunde (Stand 01.10.2012; Quelle: Oanda.com).

¹⁸ Dem Originalwert von 115,61 US\$ liegt ein Umrechnungskurs von 0,778 € je US-Dollar zugrunde (Stand 01.10.2012; Quelle: Oanda.com).

¹⁹ Stand 08.11.2011, United States Energy Information Administration (2011a), United States Energy Information Administration (2011b).

²⁰ Bundeswehr (2010, S. 13).

²¹ European Commission (2011, S. 1, 3).

²² World Health Organization (2011, o. S.).

ber hinaus versorgen können, führt zu immer höheren Preisen. Zum Faktor der Knappheit kommen außerdem notwendige Investitionen in Raffinerie- und Förderkapazitäten, sowie steigende Explorationskosten, die den Preis für Erdöl ansteigen lassen.²³ Die steigende Nachfrage an Erdöl wird dabei insbesondere von Nicht-OECD-Ländern getrieben: Es wird prognostiziert, dass die täglich nachgefragte Menge Erdöl, die im Jahr 2009 bei 15 Mio. Barrel (mb) lag, im Jahr 2035 bei 99 mb liegen wird. Die Hälfte der gesamten Nachfrage kommt dabei aus China.²⁴ Im April 2011 näherte sich der Ölpreis dem historischen Rekordhoch vom Juli 2008 mit 113,53 €/Barrel²⁵ an und betrug zu Beginn des Monats einen Wert von 97,98 €/Barrel²⁶ Rohöl. Der Preis für Super Benzin lag dabei 1,59 €/L im Bundesdurchschnitt und stieg in manchen Städten auf 1,66 €/L.²⁷ Preisanstiege wie jene repräsentieren die Knappheit des Gutes Erdöl und werden des Weiteren durch politische Unruhen, Naturkatastrophen und Spekulationen des Finanzmarktes hochgetrieben. Die Schwankungen, denen der Rohölpreis unterliegt, werden über Benzinpreise direkt an die Verbraucher weitergegeben. Während heutzutage die Gesamtkosten eines alternativ betriebenen Fahrzeuges die der Nutzung eines benzinbetriebenen Fahrzeuges übersteigen, wird sich dies womöglich künftig umkehren.

2.2.1.2 Demografischer Wandel und Urbanisierung

Ein signifikanter Faktor für die Notwendigkeit zur Entwicklung alternativer Antriebskonzepte stellt das zunehmende Bevölkerungswachstum dar. Hohe Geburtenraten in Entwicklungsländern sowie höhere Lebenserwartungen in entwickelten Regionen aufgrund besserer Lebensverhältnisse sind Auslöser dieser Zunahme.²⁸ Bis zum Jahr 2050 soll die Bevölkerung der Erde auf 9 Mrd. Menschen ansteigen. Gleichzeitig wird die Zahl an Megacities der Welt auf bis zu 29 bereits im Jahr 2025 ansteigen und somit 6,3 Mrd. Menschen in Städten leben.²⁹ Dieser Trend zur Urbanisierung hat eine Konzentration des Verkehrs auf Stadtgebiete zur Folge, wodurch mit dem Auto zurückgelegte Strecken stets kürzer werden. Die Verkehrsdichte in jenen Ballungsräumen wird folglich kontinuierlich zunehmen, was zu einer signifikanten Verdichtung des Straßenverkehrs, Parkraum mangels und erhöhter lokaler Schadstoffemission führt.³⁰ Vor allem in den BRIC-Staaten, die zurzeit einen Entwicklungsschub erleben, wird der Platzmangel in den Städten deutlich.³¹ Hieraus wird klar,

²³ Weyerstrass et al. (2008, S. 3).

²⁴ International Energy Agency (2010a, S. 2).

²⁵ Dem Originalwert von 146 US\$ liegt ein Umrechnungskurs von 0,778 € je US-Dollar zugrunde (Stand 01.10.2012; Quelle: Oanda.com).

²⁶ Dem Originalwert von 126 US\$ liegt ein Umrechnungskurs von 0,778 € je US-Dollar zugrunde (Stand 01.10.2012; Quelle: Oanda.com).

²⁷ finanzen.net (2012).

²⁸ Pleus (2011, S. 25 ff.).

²⁹ Hanselka (2010, S. 22).

³⁰ Spath (2010a, S. 12).

³¹ Canzler (2010, S. 41 f.).

dass der europäische Standard, eines oder mehrerer eigener Fahrzeuge, in jenen Ländern nicht erreicht werden kann. Wie im asiatischen Raum besteht auch in westlichen Ländern der Trend zur Urbanisierung und ein Umdenken ist demnach auch hier von Nöten. In Deutschland liegt der Anteil der in Städten lebenden Bevölkerung bereits bei über 60 %, wobei vor allem in den Neuen Bundesländern die Urbanisierung zügig voranschreitet.³²

Die Urbanisierung ist jedoch keinesfalls in jeder Hinsicht negativ. Durch die Verkürzung der zurückzulegenden Strecken, beispielsweise zu Arbeitsplatz oder Einkaufsstätten, ergeben sich neue Chancen für alternative Mobilitätskonzepte. Hiervon profitiert potenziell die – noch reichenweitenlimitierte – Elektromobilität.

2.2.1.3 Veränderte Wahrnehmung

Als weiteren Trend gibt es – wenn auch explizit nicht von den Ergebnissen der empirischen Erhebungen im Rahmen des Energy for future Mobility-Projekts gestützt – Stimmen, die einen Wertewandel bei jungen Fahrern sehen. Laut Canzler (2010) nehmen besonders junge Fahrer ein Fahrzeug nicht mehr so stark als Statussymbol oder Prestigeobjekt wahr wie das einmal der Fall gewesen ist und bewerten es stattdessen unter einem weitaus funktionaleren Blickwinkel.³³ Bei Fahrzeugen basierend auf alternativen Antriebskräften sind vor allem Leichtbauweisen und downsizing essenziell, um Leistungen und Reichweiten vergleichbar mit benzinbetriebenen Fahrzeugen zu erreichen. Bei reinen Elektrofahrzeugen entfällt außerdem das Motorengeräusch gänzlich, woran sich so manch leidenschaftlicher Autofahrer erst gewöhnen muss. Die beschriebene Entwicklung in der Wahrnehmung junger Menschen, weg vom Statussymbol hin zum sparsamen Kleinwagen, ist aus jener Sicht von großer Bedeutung für den Erfolg alternativer Antriebskräfte.

Ereignisse wie die Atomkatastrophe in Fukushima im März 2011 sowie die darauf folgende Diskussion um den Atomausstieg lassen in der Bevölkerung ein neues Bewusstsein heranwachsen,³⁴ das der Durchsetzung alternativer Antriebsoptionen entgegenkommen wird. Laut einer Studie der *J.D. Power and Associates* über die Wahrnehmung einzelner Marken und grüner Produkte bei 14- bis 29-Jährigen legt jene Zielgruppe Wert auf nachhaltige und umweltfreundliche Produkte, sofern die Nutzung durch Unternehmen einfach gemacht wird.³⁵ Hieraus wird ersichtlich, dass allen voran die Unternehmen die Macht über umweltfreundlichen Konsum besitzen.

2.2.1.4 Regulierungssituation

Als weitere wichtige Voraussetzung für die Durchsetzbarkeit alternativer Mobilitätssysteme sind politische Vorgaben, sowohl auf internationaler, europäischer, als auch auf nationaler Ebene. Die im *Intergovernmental Panel of Climate Change* vereinbarten weltweiten

³² Spath (2010b, S. 15).

³³ Canzler (2010, S. 43).

³⁴ Pedersen (2011, o. S.).

³⁵ J.D. Power and Associates (2009, o. S.).



Abb. 2.2 Eckdaten Bemühungen zum Schutz des Weltklimas

CO₂-Reduktionsziele von 25 bis 45 % bis zum Jahr 2020 erfordern Maßnahmen der Bundesregierung und EU, die im Folgenden knapp erläutert werden.³⁶

Reduktion CO₂-Emissionen und Förderung erneuerbarer Energien Der rasante Anstieg umweltschädlicher Treibhausgase wie beispielsweise Kohlendioxid, Stickoxid und Kohlenwasserstoff auf globaler Ebene sowie Schadstoffen wie Feinpartikel auf lokaler Ebene zwingen Wirtschaft und Politik zu einem raschen Umdenken und Handeln.³⁷ Diese Maßnahmen entstanden jedoch nicht erst in den letzten Jahren. Die Geschichte der Emissionsbekämpfung hat bereits vor mehreren Jahrzehnten begonnen. Wichtige Meilensteine waren beispielsweise die Gründung der World Meteorological Organisation (WMO), einer Sonderorganisation der UNO, die bereits 1950 mit dem Ziel die Erdatmosphäre zu überwachen, gegründet wurde. Die erste Weltklimakonferenz 1979 in Genf gilt als einschneidendes Ereignis der Untersuchung von durch den Menschen verursachten Klima-Anomalien und somit ebenfalls relevant und treibende Kraft für Entwicklung neuer und emissionsärmerer Antriebe im Automobilsektor. Auch das im Jahre 1997 ins Leben gerufene Kyoto (Zusatz-) Protokoll hat das Ziel, die Treibhausgase drastisch zu reduzieren. Diese Eckpunkte sind nur Beispiele für viele weitere Übereinkommen sowie regelmäßige Konferenzen mit dem Ziel, das Klima der Erde nachhaltig zu schützen. Abbildung 2.2 gibt einen Überblick über wichtige Meilensteine und herausragende Ereignisse in der Geschichte der Emissionsbekämpfung.

Die internationalen Bemühungen beziehen selbstverständlich alle Verursacher und Industriezweige mit ein. Für die vorliegende Untersuchung sind jedoch ausschließlich mobilitätsbezogene Emissionen ausschlaggebend. So verbirgt sich hinter dem Begriff „Emission“ eine Vielzahl an unterschiedlichen Nebenprodukten eines Verbrennungsprozesses.

³⁶ Peters et al. (2010, S. 6).

³⁷ Yay (2010, S. 23).

Als Haupterzeugnis steht Stickstoff an erster Stelle (ca. 71 %) gefolgt von Kohlendioxid (ca. 18 %). Weitere, durchaus giftige Gase treten in geringen Anteilen in der Gesamtbilanz auf.³⁸ Haupttreiber ist jedoch das Treibhausgas CO₂, das als hauptverantwortlich für die Erderwärmung gilt (neben Methan, Lachgas, Ozon, FCKW).³⁹ Der CO₂-Ausstoß hat im Jahre 2010 weltweit ca. 33.158 Mio. t⁴⁰ betragen, dies ist im Vergleich zum Jahre 1991⁴¹ ein Anstieg von über 67,29 %. In Deutschland verursacht alleine der Verkehrssektor ca. 20 % der gesamt ausgestoßenen CO₂-Emissionen, wovon 12 % von PKWs verursacht werden. Der PKW-Sektor verfügt somit über eines der größten Potenziale zur Einsparung von CO₂-Emissionen.⁴² Die Regierungen auf nationaler und globaler Ebene haben dieses Einsparungspotenzial erkannt und wirken durch gezielte Maßnahmen auf die weitere Produktentwicklung der Automobilhersteller ein. Das EU-Parlament beschloss im April 2013 neue CO₂-Grenzwerte für Neuwagen. Der Umweltausschuss des EU-Parlaments stimmte für eine Obergrenze von bis zu 78 Gramm CO₂/km. Die Regel soll ab 2025 gelten. Die geplante Verordnung verlangt, den CO₂-Ausstoß bis 2020 auf 95 Gramm zu senken, nachdem 2008 bereits ein Limit von 130 Gramm bis 2015 beschlossen worden war. Um den Vorgaben der Europäischen Union gerecht zu werden, arbeiten alle führenden Automobilhersteller mit Hochdruck an Verfahren sowie Technologien zur Reduzierung der CO₂-Emissionen. Für die meisten Automobilhersteller nimmt hierbei die Elektromobilität eine Schlüsselfunktion ein.

Ebenfalls relevant für die Elektromobilität ist die am 23. April 2009 eingeführte *Richtlinie des Europäischen Parlaments zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen*, die den Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor bis 2020 auf 10 % zu erhöhen soll.⁴³ Weitere EU-Richtlinien sind für die Elektromobilität von Belang und zeigen, dass bereits eine große Anzahl an Rahmenbedingungen für alternative Antriebstechnologien und insbesondere die Elektromobilität geschaffen wurden. Hierzu muss angemerkt werden, dass EU-Richtlinien meist nicht mit sofortiger Wirkung in den einzelnen EU Ländern umgesetzt werden müssen. Meist setzen diese Richtlinien eine gewisse Frist zur Umsetzung in länderspezifisches Recht und länderspezifische Maßnahmen, die dann ergriffen werden können um die übergeordneten Ziele zu erreichen. Im Folgenden werden die relevanten Richtlinien aufgelistet aus denen auch die bereits genannten Ziele z. B. für die CO₂-Emissionen von PKWs verankert sind:

- Gemeinschaftsstrategie zur Minderung von CO₂-Emissionen von PKW (KOM(95)0689)
- Richtlinien über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren (RL 98/70/EG, RL 2000/71/EG, RL 2003/17/EG)

³⁸ Reichl (2002, S. 138).

³⁹ Bauer (1993, S. 27).

⁴⁰ IWR o. D. a, o. S.

⁴¹ Im Jahre 1991 betrug der weltweite CO₂-Ausstoß ca. 22.543 Mio. t. IWR o. D. b, o. S.

⁴² Yay (2010, S. 27).

⁴³ Bozem und Rath (2010, S. 12).

- Erneuerbare-Energien-Richtlinien (RL 2001/77/EG, 2003/30/EG)
- Emissionshandelsrichtlinie (RL 2003/87/EG)
- EU-Batteriedirektive (RL 2006/66/EG)
- Richtlinie und Verordnung über Typengenehmigung von KFZ und Motoren (RL 2007/46, VO (EG) Nr. 595/2009)
- Europäisches Konjunkturprogramm der EU-Kommission (KOM2008(800)endg.)
- Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge (RL 2009/33/EG).

Ebenso zählt hierzu die inzwischen dritte Phase des EU-Klimaschutzpaketes 2020, die einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Umwelt liefern soll und sicherstellt, dass das übergeordnete Ziel den CO₂-Ausstoß bis 2020 um 20 % zu reduzieren eingehalten wird. Die dritte Phase beginnt ab 2013 und beinhaltet die fünf Teilbereiche⁴⁴:

- Richtlinie über erneuerbare Energien (RL 2009/28/EG)
- Richtlinie über die Abtrennung und geologische Speicherung von CO₂ (CCS)
- Verordnung über CO₂-Emissionen von Neuwagen (VO (EG) Nr. 443/2009)
- Richtlinie über die Dritte Phase des Europäischen Emissionshandelssystems (ETS)
- Entscheidung über Lastverteilung.

Diese Ziele und Richtlinien der Europäischen Union machen eine Vielzahl von Initiativen notwendig. Ein populäres Beispiel hierfür ist die Initiative *Cars 21* (*Competitive Automotive Regulatory System for the 21st century*). Ein Zusammenschluss aus hochrangigen Politikern und Experten der Europäischen Union hat das Ziel, Strategien für die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Automobilindustrie mit dem Horizont bis zum Jahre 2020 auszuarbeiten. Diese Empfehlungen der Expertengruppe unter Leitung des Kommissionsvizepräsidenten Verheugen dienen nachfolgend der Politik und Industrie als Entscheidungsgrundlage.⁴⁵ Das Abschlussmeeting sowie die Vorlage des Abschlussberichts erfolgte im Juni 2012 und umfasst Analysen u. a. für EU Forschungsfinanzierungen, Regulierungen und Rahmenbedingungen, Internationalisierung der EU Industrie sowie eine detaillierte Vision der Automobilindustrie bis zum Jahre 2020.⁴⁶

Die *European Green Cars Initiative* (EGCI) ist insbesondere für die Entwicklungsförderung im Bereich Elektromobilität ins Leben gerufen worden und gliedert sich in den *European Economic Recovery Plan* ein zu dem noch zwei weitere Initiativen⁴⁷ (*PPP Public Private Partnership*) zählen. Im Rahmen des Programmes EGCI werden jedoch nicht nur (elektrische) Personenkraftwagen und deren Infrastruktur unterstützt, sondern auch andere Technologien sowie Fahrzeugarten (z. B. LKW). Die Förderung hat das Ziel, neue

⁴⁴ Homepage des Europäischen Parlaments o. D., o. S.

⁴⁵ Baddehausen-Lange (2005, S. 1).

⁴⁶ Cars 21 (2012, o. S.).

⁴⁷ *European energy-efficient buildings und Factories of the future initiative*.

Technologien zu entwickeln und zum Durchbruch zu verhelfen, die neben umweltschonenden Aspekten ebenfalls der Sicherheit sowie der Optimierung des Verkehrsflusses zugutekommen.⁴⁸

Green eMotion bezeichnet ein Projekt zur Elektromobilität, das Teil der *European Green Cars Initiative* ist und am 31. März 2011 vom Vizepräsident der europäischen Kommission, Siim Kallas, ins Leben gerufen wurden. 34 Partner aus der Energieindustrie, Automobilhersteller und Forschungseinrichtungen haben sich zusammengeschlossen, um z. B. die europäischen Emissionsvorgaben (Reduzierung der CO₂-Emission um 60 % bis 2020) umzusetzen. Fokus in dieser Initiative ist die europaweite Durchdringung der Elektromobilität sowie deren Standards die dafür notwendig sind. Es soll mit Hilfe von Modellregionen ein Rahmen für diese Antriebstechnologie geschaffen werden, der anwenderfreundliche Lösungen u. a. in der *Smart-Grid* Technologie offen legt als auch ICT Lösungen, verschiedene Elektrofahrzeuge und städtische Mobilitätskonzepte für dessen Implementierung berücksichtigt und bewertet.⁴⁹

Einige weitere Initiativen und insbesondere Arbeitsgruppen wurden in den letzten Jahren gegründet, um alternative Antriebe voranzubringen. Die *Electric Vehicles Initiative (EVI)* des *Clean Energy Ministerial* mit Sitz in London bietet ein Forum für globale Kooperationen⁵⁰ an. Die Initiative sowie deren Teilnehmer haben sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahre 2020 20 Mio. Elektrofahrzeuge (eingenommen Plug-In und Wasserstoffantriebe) in Verkehr zu bringen.⁵¹ International bzw. landesspezifisch wurden weitere Initiativen ins Leben gerufen, um der Elektromobilität zum Durchbruch zu verhelfen. Beispielsweise können hier aufgeführt werden:

- *AVERE/European Association for Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicles*
- *U.S. – China Electric Vehicle Initiative*
- *Taiwan Electric Car Initiative*
- *Niederländische Initiative Formula E Team*
- *Belfast Electric Vehicles Initiative.*

Ebenso wurden Arbeitsgruppen gegründet, die sich mit angrenzenden Problembereichen, die die Umstellung insbesondere auf Elektromobilität mit sich bringt, zu befassen. An dieser Stelle ist z. B. auf europäischer Ebene die Arbeitsgruppe *Quiet Road Vehicles (QRV) – WP.29 – GRB* zu nennen, die sich mit der Gefahr von leisen Elektroantrieben in Zusammenspiel mit anderen Verkehrsteilnehmern beschäftigt.⁵² Auf nationaler Ebene

⁴⁸ European Green Cars Initiative (2012, o. S.).

⁴⁹ Green eMotion (2012, o. S.).

⁵⁰ Zu diesen Kooperationen gehören China, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Indien, Japan, Niederlande, Portugal, Süd Afrika, Spanien, Schweden, Vereinigtes Königreich, Vereinigte Staaten.

⁵¹ Clean Energy Ministerial (2012, o. S.).

⁵² Homepage der United Nations Economic Commission for Europe, o. S.

befasst sich die *Nationale Plattform Elektromobilität* (NPE) bzw. deren Arbeitsgruppe AG4 (Normung, Standardisierung und Zertifizierung) intensiv mit den Rahmenbedingungen und Standards, die bei einer Innovation in diesem globalen Ausmaß von entscheidender Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Industrie sein können.⁵³

Kraftstoffstrategie der Bundesregierung Mit der im Jahr 2004 entwickelten Kraftstoffstrategie der Bundesregierung wurde eine wichtige Grundlage für den zukünftigen Mix alternativer Antriebskräfte im Verkehrssektor geschaffen. Die wesentlichen Punkte der Kraftstoffstrategie sind die Verringerung der Abhängigkeit des Verkehrs vom Erdöl und der CO₂-Emissionen, die Identifizierung zukunftsträglicher Kraftstoffalternativen und ein entwickeltes Maßnahmenprogramm zur Förderung attraktiver Kraftstoffalternativen.⁵⁴ Mit Hilfe von Kraftstoffmatrizen werden für die Jahre 2010 und 2020 Mengenpotenziale aller alternativen Kraftstoffarten angegeben.⁵⁵

2.2.2 Länderanalysen

Die im vorherigen Kapitel genannten Rahmenbedingungen machen ein drastisches Umdenken der Politik, Industrie und auch der Endverbraucher im Bereich der Mobilität notwendig. So ist es kaum verwunderlich, dass gerade die Elektromobilität für viele Regierungen Teil ihres Energie- und Klimaprogrammes sowie für die Automobilhersteller wichtiger Bestandteil ihrer strategischen Absatzpolitik ist.

Im Nachfolgenden wird daher auf den Stellenwert der Elektromobilität in den ausgewählten Ländermärkten China, Japan, USA, die Niederlande sowie Großbritannien eingegangen. Im Anschluss daran wird der Automobilmarkt in Deutschland analysiert um für diesen mögliche Szenarien zur erfolgreichen Einführung der Elektromobilität aufzuzeigen.

China ist das bevölkerungsreichste Land der Welt, zukünftig größte Industrienation und aktuell bereits Marktführer bei Elektro-Rollern. Japan ist Technologieführer mit langjähriger Erfahrung in der Elektro- und insbesondere Hybridmobilität. Die Vereinigten Staaten von Amerika gehören zu den weltgrößten Verbrauchern fossiler Brennstoffe und haben eine bedeutende Anzahl an zugelassenen Fahrzeugen. Die Niederlande haben sich schon früh mit einer Strategie für die Elektromobilität befasst und bieten bedingt durch die geringe Größe des Landes gute Voraussetzungen für alternative Antriebstechnologien. Darüber hinaus verfolgen sie genau wie die Bundesrepublik Deutschland (bis 2020) das Ziel eine Millionen Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen, sind jedoch beim Zeitrahmen (bis 2025) etwas moderater. Eine Verzehnfachung der Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen zwischen 2010 und 2011 verdeutlichen nochmals ihren Stellenwert.⁵⁶

⁵³ Nationale Plattform Elektromobilität (2012, S. 33).

⁵⁴ Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2004, S. 177 ff.).

⁵⁵ Bozem und Rath (2010, S. 13 f.).

⁵⁶ Nationale Plattform Elektromobilität (2012, S. 56).

Abschließend wird Großbritannien einer Kurzanalyse unterzogen. Großbritannien zeichnet sich sowohl durch ambitionierte Ziele aus als auch durch innovative Regulierungs- und Fördermaßnahmen aus.⁵⁷

2.2.2.1 China

In der derzeitigen Situation und Aufbruchsstimmung zu Elektromobilität erstellen und initiieren nahezu alle automobilrelevanten Länder und deren Regierungen Politik- und Förderungsprogramme, um das Thema Elektromobilität voranzutreiben und sich einen Teil des künftigen potenziellen Weltmarktes für Elektroautos zu sichern. Die nachfolgenden Analysen basieren vorwiegend auf Zahlen aus offiziellen chinesischen Quellen, die in der Regel auf relativ optimistischen Annahmen basieren. Beispielsweise rangiert China nach dem Electric Vehicle Index (EVI) auf Rang fünf.⁵⁸ Amerika und Japan geben zwar bescheidenere und dadurch realistischere Zahlen an, führen aber nach eigenen Analysen sowie nach McKinseys EVI die Spitze der Elektromobilitätsnationen an.

China, zum einen als einer der weltweit größten Konsummärkte, zum anderen als einer der aufstrebenden Produktionsnationen für Automobile, will diese Gelegenheit nicht verpassen. Das Land sieht hier den Vorteil, dass die traditionelle Entwicklung von Verbrennungsmotoren in den Hintergrund rücken und grundlegend neue Antriebskonzepte entwickelt werden müssen. Dadurch ergibt sich im Unterschied zur Vergangenheit eine identische Ausgangslage für alle Industrienationen, so dass „die Karten“ neu gemischt werden. Durch industrielle Restrukturierungen, Optimierung der Ressourcenverteilung und Entwicklung neuer Antriebskonzepte (speziell elektrischer Antriebe) will die Volksrepublik wichtige Positionen in der Neuausrichtung der weltweiten Automobilindustrie besetzen. Bereits 1998 hat die chinesische Regierung daher ein Programm initiiert, das die Diversifizierung der Energiequellen von Automobilen vorantreiben soll. Das Thema wurde dann ebenfalls 2001 im zehnten Fünfjahresplan der Regierung aufgenommen und unterstreicht somit die Relevanz der Maßnahme für die chinesische Regierung.⁵⁹

China ist mit derzeit ca. 1,3 Mrd. Einwohnern das bevölkerungsreichste und mit einer Fläche von ca. 9,5 Mio. Quadratkilometer das viertgrößte Land der Erde. Das Land gliedert sich administrativ in 22 Provinzen sowie vier regierungsunabhängige Städte⁶⁰ und die Sonderverwaltungszone Hongkong und Macao. Die politische Leitung obliegt einer kommunistischen Zentralregierung, vertreten durch Staatspräsident Hu Jintao. Eine Vereinbarung der Wachstums- und Wirtschaftspläne des bereits angesprochenen Fünfjahres-

⁵⁷ Die Ländermärkte wurden aufgrund ihrer Bedeutung im Automobilbereich, ihrer unterschiedlichen Charakteristika im Mobilitätssektor sowie aufgrund ihrer unterschiedlichen Ansätze zur Etablierung von Elektromobilität im Steering Committee des Forschungsprojekts „Energy for future Mobility“ bewusst ausgewählt.

⁵⁸ Vgl. *Wirtschaftswoche* (2012, o. S.).

⁵⁹ APCO Worldwide (2010, o. S.).

⁶⁰ Peking, Tianjin, Shanghai, Chongqing.

plans wird durch diese kommunistische Partei vereinbart. Der aktuelle Planungshorizont bezieht sich auf die Jahre 2011 bis 2015 und wird danach wieder neu aufgelegt. Das Land verfügt im Jahre 2011 über 768 Mio. Personen im erwerbsfähigen Alter, von denen 38 % im landwirtschaftlichen, 27,8 % im industriellen und 34,1 % im Dienstleistungssektor tätig sind.⁶¹ Die Arbeitslosenrate liegt zwischen 4,3 % (offizieller Wert) und 9 % (vermuteter tatsächlicher Wert).⁶²

Nachdem China 2001 der Welthandelsorganisation beigetreten ist, öffnete sich der Automobilmarkt für alle ausländischen Anbieter. Zuvor war es nur Volkswagen und Daimler gelungen, den chinesischen Markt in Form von Joint Ventures zu bearbeiten.⁶³ Auch heute ist der chinesische Automobilmarkt durch eine hohe Anzahl von Joint Ventures gekennzeichnet. Grund dafür sind staatliche Regulierungsmaßnahmen. Über sie hofft die chinesische Regierung schnell Know-how generieren zu können. Zusätzlich versucht Chinas Politik seit 2004 mit der *Automotive Industry Policy* Großkonzerne zu gründen, um international wettbewerbsfähig zu bleiben. Des Weiteren bietet die Regierung finanzielle Anreize bei der Übernahme chinesischer Hersteller.⁶⁴ Derzeit sind nationale Automobilhersteller in der Entwicklung konventioneller Fahrzeuge gegenüber den etablierten westlichen Automobilherstellern im Rückstand. Dies hofft die chinesische Regierung im Bereich der Elektromobilität wettmachen zu können.⁶⁵

2.2.2.1.1 Politische Treiber und Ziele der Volksrepublik China

China begann bereits in den sechziger Jahren mit der Forschung und Entwicklung von elektrisch angetriebenen Automobilen. In den neunziger Jahren wuchs dieses Interesse stark, da man bereits bei der herkömmlichen Automobiltechnik große Fortschritte erzielte und nun den Zukunftsmarkt als neue Chance erkannte. Anfang 2000 hat die chinesische Regierung daher serienweise neue Regelungen erlassen und Initiativen bezüglich der Förderung und Unterstützung zur Entwicklung von Plug-In-Hybriden, reinen Elektro- und Wasserstofffahrzeugen ergriffen.⁶⁶ Die chinesische Regierung hat für die Automobilzukunft des Landes einen Plan mit zwei Phasen erarbeitet, die bis 2015 eine Million und bis 2020 fünf Millionen neue Elektrofahrzeuge auf den Straßen als Zielwerte vorgeben. Die erste Phase umfasst den Zeitraum 2011 bis 2015 und fokussiert sich auf die Gewinnung und Erstellung des notwendigen Know-hows in den Bereichen Batterietechnologie, Elektromotoren und der entsprechenden Steuerungselektronik. Fokus in dieser Phase ist, neben dem Aufbau notwendiger Ressourcen für die reinen Elektrofahrzeuge, die Optimierung herkömmlich angetriebener Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor durch Motorenoptimierung, leichtere Materialien usw. Die zweite Phase umfasst den Zeitraum 2015 bis 2020 und

⁶¹ Central Intelligence Agency (2011, o. D., o. S.).

⁶² Central Intelligence Agency (2011, o. D., o. S.).

⁶³ Diehlmann und Häcker (2010, S. 17).

⁶⁴ Tang (2009, S. 22).

⁶⁵ Bradsher (2009, S. 1).

⁶⁶ Liu (2010, S. 17).

setzt den Schwerpunkt nun auf die Elektromobilität (BEV und PHEV). Neben der breiten Durchdringung der Elektromobilität soll jedoch auch die herkömmliche Antriebstechnologie weiter optimiert werden, um den Benzinverbrauch weiter zu verringern.⁶⁷

Im November 2011 wurden die umwelt- und industriepolitischen Ziele der kommunistischen Partei nochmals überarbeitet und dem aktuellen Fünfjahresplan angepasst. Wesentliche Kernpunkte daraus sind die Umstrukturierung energieintensiver Industrien wie z. B. der Automobilindustrie und der Montanindustrie. Die Umstrukturierungen betreffen hauptsächlich die bestehenden Kraftwerke, die durch effizientere und größere ersetzt werden sollen, um so den Schadstoffausstoß bei der Stromgewinnung in den energieintensiven Industrien zu senken. Weiter sollen bis zu einer Million Fahrzeuge gefördert werden, die über einen „energieeffizienten Antrieb“ verfügen, mit dem Ziel, dass China langfristig die Marktführerschaft im Gebiet der gemischten Antriebe, Elektroantriebe und Brennstoffzellen übernimmt. Das Recycling von stark umweltgefährdenden Bauteilen aus alten PKW wie z. B. Getriebe, Lenkungen und Motoren soll auf eine Kapazität von 250.000 Einheiten pro Jahr ausgebaut werden. Es wurde auch eine weitere Verschärfung der Fahrzeugbesteuerung in Abhängigkeit zum Benzinverbrauch in Aussicht gestellt, ohne jedoch konkrete Werte zu nennen. Acht ausgewählte Städte, darunter Chongqing, sollen bis 2015 als Modellstädte ihren Emissionsverbrauch an CO₂ senken, hauptsächlich durch den Aufbau von grünen und emissionsarmen Industrien.⁶⁸

Analog den Aussagen der entsprechenden Behörden ist ein gemeinsames Ziel der chinesischen Regierung zurzeit erkennbar: Der Fokus zur Etablierung einer führenden Position im Markt liegt auf den kommenden fünf bis zehn Jahren, weshalb zusätzliche Investitionen für die Forschung und Entwicklung von Elektrofahrzeugen selbst, als auch aller Hauptkomponenten dieser Fahrzeuge geplant sind. Schon jetzt einer der größten Automobilmärkte der Welt, will China vom Importeur in die Rolle eines Global Players bei der Fahrzeugherstellung und Exporteurs aufsteigen. Diesen Ein- und Aufstieg sieht es durch die neue Entwicklung von Elektrofahrzeugen greifbar. Hierbei gilt es konkrete Zahlen zu erreichen. Diese spiegeln zwar die alten Ziele wider, geben aber einen Einblick in die ambitionierten Vorgaben der Volksrepublik. So soll z. B. die Energiedichte der Batterie 200 Wattstunde/kg erreichen, eine Kostenreduktion bei der Speicherkapazität auf 0,18 Eurocent/Wattstunde⁶⁹ eine jährliche Verkaufsmenge bei Hybridautos von über 50 % der gesamten Verkaufsmenge von Personenkraftwagen erzielt werden.⁷⁰

2.2.2.1.2 Maßnahmen der Volksrepublik China

Die Volksrepublik China sieht bei der Strategie zu *Clean-Energy Vehicles* insbesondere Bedarf in der Entwicklung neuer Batterietechnologien. Daneben soll aber auch die Vorstel-

⁶⁷ Tagscherer (2012, S. 4).

⁶⁸ Chinese Government (2011e, o. S.).

⁶⁹ Dem Originalwert von 1,5 CNY liegt ein Umrechnungskurs von 0,123 € je chinesischer Renminbi zugrunde (Stand 01.10.2012; Quelle: Oanda.com).

⁷⁰ Liu (2010, S. 4).

lung und Verbreitung der Elektrofahrzeuge unter der Bevölkerung vorangetrieben werden, das durch die bereits laufenden und auch zukünftig entwickelten Förderungsmodelle unterstützt wird. Die Förderungen können dabei sowohl direkt an den Nutzer gerichtet sein, als auch an die Hersteller, die bei der Entwicklung, Optimierung und Anwendung der Prototypentests berücksichtigt werden. Dies erfolgt unter anderem auch durch einen verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen bei Behörden und Ämtern sowie öffentlichen Verkehrsmitteln. Schon heute werden einige Taxiflotten über Zuschüsse mit reinen Elektrofahrzeugen betrieben.⁷¹ Dem Konsumenten selbst stehen unterschiedliche Geschäftsmodelle wie das Batterie Leasing oder das Carsharing zur Verfügung.

Auch in der Zukunft wird die Regierung weiter die Verbreitung von Elektrofahrzeugen durch Förderungen in den Bereichen Produktion, Vertrieb und Infrastruktur unterstützen. Dies kann durch direkte Investitionen aber auch durch Richtlinien für die Entwicklung, Produktion und Anwendung erfolgen und geht aus dem zwölften Fünfjahresplan hervor. Die kommenden Energiesparfahrzeuge werden dann auch durch neue und strengere Abgasregelungen forciert, wobei deren Umsetzung und Einhaltung noch strenger kontrolliert werden wird. Ebenso müssen sowohl herkömmliche Fahrzeuge als auch Hybridfahrzeuge einen Benzinverbrauch unter 5,6 L pro 100 km in der ersten Phase (bis 2015) sowie einen Maximalverbrauch von 4,5 L pro 100 km im Rahmen der zweiten Phase (bis 2020) aufweisen können. Zusammenfassend wird die Einführung von moderner und fortschrittlicher Technologie, die Umsetzung in den Produktionsanlagen sowie die Entwicklung und Herstellung der Hauptbaugruppen von der Regierung vorangetrieben und stark unterstützt.⁷² All das wurde in dem zwölften Fünfjahresplan der chinesischen Regierung verankert, der neben der Mobilität auch andere Industriebereiche (z. B. Biotechnologie) sowie die generelle Entwicklung des Landes beinhaltet (z. B. jährliches BIP-Wachstum 7 %).⁷³

Nationale Gesetze Nach Artikel 4 des Gesetzes zur Besteuerung von Kraftfahrzeugen und Schiffen sind alternative Antriebe seit dem 01.01.2012 steuerbegünstigt zu berücksichtigen.⁷⁴ Für Fahrzeuge mit bis zu 1,6 L Hubraum und maximal neun Sitzplätzen wird ein um 50 % reduzierter Steuersatz erhoben (10 zu 5 %), um die Entwicklung der chinesischen Automobilindustrie zu fördern.⁷⁵ Des Weiteren wird der Kauf von derzeit 71 Modellen von 16 Automobilherstellern mit einer Subvention von 368,31 EUR⁷⁶ gefördert, vorausgesetzt diese befinden sich auf der offiziellen förderungswürdigen Liste und deren Hubraum übersteigt nicht 1,6 L.⁷⁷ Auffallend ist, dass außer den Joint-Ventures von *General Motors*,

⁷¹ Tagscherer (2012, S. 7).

⁷² Tagscherer (2012, o. S.).

⁷³ KPMG (2012, S. 2).

⁷⁴ Standing Committee of the National People's Congress (2011, o. S.).

⁷⁵ State administration of Taxation (2009, o. S.).

⁷⁶ Dem Originalwert von 3.000 CNY liegt ein Umrechnungskurs von 0,123 € je chinesischer Renminbi zugrunde (Stand 01.10.2012; Quelle: Oanda.com).

⁷⁷ National Development and Reform Commission (2011, o. S.).