



Klumpp, Matthias (Hrsg.)

**ild Schriftenreihe Logistikforschung  
Band 19**

# Elektroauto – Milliardengrab oder Erfolgsstory?

Entstehungsgeschichte, Marktanalyse 2010  
und Zukunftspotenziale der Elektromobilität

Backhaus, Oliver  
Döther, Henning  
Heupel, Thomas

Backhaus, O. / Döther, H. / Heupel, T.

Elektroauto – Milliardengrab oder Erfolgsstory?  
Entstehungsgeschichte, Marktanalyse 2010 und Zukunftspotenziale der  
Elektromobilität

FOM Hochschule für Oekonomie & Management  
ild Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement  
Schriftenreihe Logistikforschung

Band 19, August 2011

ISSN 1866-0304

Essen

Die Autoren danken Sascha Bioly und Dirk Krome für Korrekturhinweise zu dieser  
Publikation.

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	III
Abbildungsverzeichnis.....	V
1 Einführung .....	1
2 Kennzeichnung des Untersuchungsobjekts – das Elektroauto.....	3
3 Aktuelle Rahmenbedingungen und Marktsituation .....	11
4 Kosten und Infrastruktur für Elektroautos .....	38
4.1 Anschaffungskosten für Fahrzeug und Batterie.....	38
4.2 Unterhaltskosten.....	41
4.3 Auflademöglichkeiten der Batterie .....	47
4.4 Batteriewechselstationen.....	49
4.5 Verbindung mit erneuerbaren Energien.....	50
4.6 Smart Navigation .....	51
4.7 Smart Grid: Effizientes Energiemanagement im Stromnetzwerk.....	51
4.8 Qualifizierte Fachkräfte.....	53
5 Möglichkeiten der Absatzförderung .....	54
5.1 Förderung der Informationsversorgung .....	54
5.2 Finanzielle Förderung.....	56
5.3 Förderung durch Sonderrechte.....	61
6 Vom Angebot zur Nachfrage: Ableitung zentraler Forschungsthesen .....	63
7 Empirische Untersuchungen.....	66
7.1 FOM-E-Mob 2010.....	66
7.2 Analyse der Kundenerwartungen an die Technik der Elektroautos .....	68
7.3 Analyse der Zahlungsbereitschaft.....	74
7.4 Wirkung von Fördermaßnahmen .....	78
7.5 Weitere empirische Studien.....	80
8 Marktanalyse 2010: Verbindung von Angebot und Nachfrage .....	85
8.1 Kundenerwartungen versus technische Möglichkeiten.....	85
8.2 Soll-Ist-Vergleich der Kosten .....	88
8.3 Fördermaßnahmen: Bedarf und Erfolgsaussichten .....	89
9 Zukunftsmärkte und Potenziale .....	93
9.1 Veränderungen der Wertschöpfungskette .....	93
9.2 Zukunftsszenarien: Elektrofahrzeuge ab dem Jahr 2020 .....	94
9.3 Handlungsempfehlungen .....	100
9.4 SWOT-Analyse .....	103
10 Zusammenfassung und Fazit.....	104
Literaturverzeichnis .....	115

## Abkürzungsverzeichnis

ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V.
BA	Berufsakademie
BEV	Battery Electric Vehicle
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BRIC-Staaten	Brasilien, Russland, Indien, China
BYD	Das chinesische Unternehmen Build Your Dreams
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EEX	European Energy Exchange
EStG	Einkommensteuergesetz
EV	Electric Vehicle
E-REV	Extended Range Electric Vehicle
Euro-NCAP	European New Car Assessment Programme
EZÜ	Einzahlungsüberschüsse
FAST	Future Automotive Industry Structure
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FOM	Hochschule für Oekonomie und Management
HEV	Hybrid Electric Vehicle
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
ISG	Integrierter Starter-Generator
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW <sub>peak</sub>	Genormte Nennleistung einer Solarzelle unter Standard-Testbedingungen
LEM	Leicht-Elektromobil
NAIGT	New Automotive Innovation and Growth Team

NASA	National Aeronautics and Space Administration
OEM	Original Equipment Manufacturer
o. S.	ohne Seite
PHV	Plug-in Hybrid Vehicle
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
PMC	Personal Mobility Center
RWE	Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke
RWTH Aachen	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
V2G	Vehicle to Grid
VDA	Verband der Automobilindustrie e. V.
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
VWA	Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie
ZEV	Zero-Emission Vehicle

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiele für die Anordnung von Elektroantrieben in Kraftfahrzeugen.....	4
Abbildung 2: Standardisiertes Ladekabel.....	15
Abbildung 3: Zeitplan: Wann kommen die neuen Elektroautos?.....	16
Abbildung 4: Rohölweltmarktpreis seit 1973 in US-Dollar/Barrel .....	31
Abbildung 5: Kraftstoffpreise in Deutschland seit 1991 in Euro/l.....	32
Abbildung 6: Strompreis für Haushalte in Deutschland seit 1991 in Euro/kWh.....	32
Abbildung 7: Verhältnis Benzin- und Dieselpreise zu Strompreisen im Jahr 2008.....	33
Abbildung 8: Oberleitungsbusse der Stadtwerke Solingen .....	49
Abbildung 9: Staatliche Maximalförderung beim Kauf eines Elektroautos .....	57
Abbildung 10: Altersstruktur der Umfrageteilnehmer.....	67
Abbildung 11: Haushaltsnettoeinkommen der Befragten .....	67
Abbildung 12: Erwartung an die Reichweite eines Elektroautos .....	68
Abbildung 13: Häufigkeit der längeren Fahrstrecken als die tägliche Fahrstrecke.....	69
Abbildung 14: Fahrstrecken, länger als die täglichen Strecken.....	69
Abbildung 15: Jahresfahrleistung .....	70
Abbildung 16: Akzeptanz der Ladezeiten .....	71
Abbildung 17: Bereitschaft für eine Schnellladung einen Umweg zu fahren .....	71
Abbildung 18: Bereitschaft für einen Fußweg von der „Stromtankstelle“ nach Hause .	72
Abbildung 19: Wann ist der nächste Autokauf geplant? .....	73
Abbildung 20: Verteilung auf die Fahrzeugklassen beim nächsten Autokauf.....	73
Abbildung 21: Bereitschaft, als nächstes ein Elektroauto zu kaufen .....	74
Abbildung 22: Bereitschaft zur Zahlung eines Aufpreises für Elektroautos.....	75
Abbildung 23: Bereitschaft zur Zahlung eines Aufpreises für Elektroautos (kumuliert)	75
Abbildung 24: Flatrate-Akzeptanz mit preislicher Bandbreite (kumuliert).....	76
Abbildung 25: Akzeptierte monatliche Batterie-Leasingrate (kumuliert).....	77
Abbildung 26: Akzeptanzquote für monetäre Fördermaßnahmen.....	79
Abbildung 27: Akzeptanzquote bei Privilegien für Elektroautos .....	80
Abbildung 28: SWOT-Analyse der Elektromobilität .....	103

## 1 Einführung

Im Fokus stetiger Verknappung fossiler Brennstoffe und dem Wunsch nach Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes ist die Automobilindustrie auf der Suche nach alternativen Antriebskonzepten. Vor diesem Hintergrund soll Deutschland nach dem Wunsch der Bundesregierung zum Leitmarkt für Elektromobilität werden – Durch den Einsatz alternativer Antriebskonzepte und insbesondere der Elektromobilität, wird hier eine Problemlösung erwartet. Für 2025 werden in Europa Marktanteile für Elektrofahrzeuge von bis zu 50 Prozent prognostiziert. Zehn Prozent Anteil entsprächen in Europa etwa 20 Millionen Fahrzeugen.

Aber ist auch der Kunde bereit für den Technologiewechsel? Angesichts unterschiedlicher Batteriekonzepte und Hybrid-, Plug-in-Hybrid- oder Range-Extender Lösungen gibt es auch viele offene Fragen und Zugangshürden beim Nutzer. Im Rahmen einer Studie hat die FOM Hochschule für Oekonomie & Management die Chancen der neuen Elektro-Kraftfahrzeuge bei der Zielgruppe der jüngeren Verbraucher abgefragt. Ein Forschungsteam der FOM unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Dr. Thomas Heupel hat die Bereitschaft zum Kauf eines Elektroautos und das allgemeine Mobilitätsverhalten analysiert.

Um den Themenkomplex Elektroauto umfassend zu beleuchten, erfolgt im Rahmen der vorliegenden Arbeit zunächst eine Darstellung der historischen Entwicklung des Elektroautos und eine Klassifizierung seiner verschiedenen Techniken – gefolgt von aktuellen Rahmenbedingungen und der aktuellen Marktsituation. Hierbei werden zunächst die technischen Möglichkeiten der heutigen Elektroautos, die ökologischen und politischen Rahmenbedingungen und anschließend das ökonomische Umfeld des Elektroautos erläutert. Es erfolgt eine Darstellung von Fördermöglichkeiten und die Aufstellung zentraler Forschungsthemen. Hierbei werden die Kernfragen aufgeworfen, ob sich die tatsächlichen technischen Möglichkeiten und Rahmenbedingungen mit den Kundenerwartungen bei Reichweite, Höchstgeschwindigkeit, Raumangebot oder Aufladezeiten decken. Weiterhin werden finanzielle Fragestellungen beleuchtet, etwa ob Preisstruktur oder alternative Kostenkonzepte beim Endkunden Anklang finden. Schließlich werden der Informationsstand der Kunden zum Elektroauto und die Kaufanreizwirkung von Fördermaßnahmen analysiert. Kundenerwartungen und -bedürfnisse im Hinblick auf die Nutzung von Elektroautos und die Wirkung von Fördermaßnahmen spiegeln sich in den Ergebnissen einer über das Kompetenzzentrum für Statistik und Empirie der FOM Hochschule für Oekonomie und Management durchgeführten Umfrage zur Elektromobilität wider und werden mit weiteren Studien abgeglichen. Durch die Kundenbefragung wird die Makroebene einer Stakeholder-

Analyse komplettiert, da neben den Komponenten Staat, Umwelt und Markt auch die Gesellschaft betrachtet wird. Die Analyse beinhaltet den direkten Vergleich der Kundenerwartungen mit den derzeitigen technischen Möglichkeiten und Kosten sowie den möglichen Fördermaßnahmen. Gleichzeitig werden die aufgestellten Forschungsthesen entweder verifiziert oder falsifiziert. Wird das Elektroauto ein Milliardengrab für Staat und Wirtschaft oder eine Erfolgsstory?

## 2 Kennzeichnung des Untersuchungsobjekts – das Elektroauto

Allgemein ist ein Fahrzeug, dessen Antrieb nicht durch einen Verbrennungsmotor sondern durch einen Elektromotor mittels elektrischer Energie erfolgt, ein Elektrofahrzeug.<sup>1</sup> Hierunter fallen beispielsweise die elektrisch betriebene Straßenbahn und auch ein Oberleitungsbus.<sup>2</sup> Der Begriff des Elektroautos kommt aktuell sehr vielfältig in der Medienlandschaft zum Einsatz. Hierbei ist in der Regel der klassische Personenkraftwagen gemeint. Es werden verschiedene Fahrzeugkonzepte zusammengefasst wie rein batteriebetriebene Elektrofahrzeuge, Brennstoffzellenfahrzeuge und Fahrzeuge mit einer Reichweitenverlängerung, dem sogenannten Range Extender. Bei allen Konzepten gemeinsam handelt es sich um Fahrzeuge, die ausschließlich mittels Elektromotor fortbewegt werden.<sup>3</sup> Hierbei stellt ein Fahrzeug mit Range Extender bereits die recht unscharfe Schnittstelle zu den Hybridfahrzeugen dar. Da bei batteriebetriebenen Fahrzeugen und wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellenfahrzeugen keine Emissionen im Fahrbetrieb entstehen, wird hierbei international auch von „EV“, das heißt Electric Vehicles oder ZEV, das heißt Zero Emission Vehicles, gesprochen.<sup>4</sup> Jedoch müssen die Schadstoffemissionen zur Stromerzeugung für die Batterieaufladungen in der Gesamtbilanz betrachtet werden.

*Die historische Entwicklung des Elektroautos* beginnt 1834, als Thomas Davenport das erste mittels Batterie betriebene Fahrzeug auf einer kurzen Strecke betreiben konnte.<sup>5</sup> Da die Batterie hierbei noch nicht wieder aufladbar war, ergab sich keine Praxistauglichkeit. 1860 wurde durch den französischen Physiker Gaston Planté der Bleiplattenakkumulator erfunden, durch den sich für die Elektromobilität neue Chancen ergaben.<sup>6</sup> Zusätzlich wurden weitere Versuche mit Fahrzeugen unternommen, die durch Oberleitungen versorgt wurden. Weitere zahlreiche Entwicklungen förderten die Elektromobilität in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.<sup>7</sup> Im Jahr 1889 stellte Thomas Edison das Elektrofahrzeug Electric-Runabout vor.<sup>8</sup> Ein entscheidender Fortschritt ergab sich Ende des 19. Jahrhunderts, als der Wiener Unternehmer Jacob Lohner gemeinsam mit Ferdinand Porsche das erste europäische praxistaugliche, batteriebetriebene Elektroauto entwickelte und im Jahr 1900 auf der Pariser Weltausstellung präsentierte.<sup>9</sup> Dieses transmissionslose Fahrzeug verfügte über zwei Radnabenmotoren (vgl. Abbildung 1) an der Vorderachse. In den USA entwickelte fast

<sup>1</sup> Vgl. Wallentowitz, H., Freialdenhoven, A., Olschewski, I. (2010), S. 58.

<sup>2</sup> Vgl. Palm, B. (2010), o. S.

<sup>3</sup> Vgl. Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (2010), S. 7.

<sup>4</sup> Vgl. Hofer, K. (2006), S. 11.

<sup>5</sup> Vgl. Naunin, D. (2004), S. 1.

<sup>6</sup> Vgl. Hofer, K. (2006), S. 11.

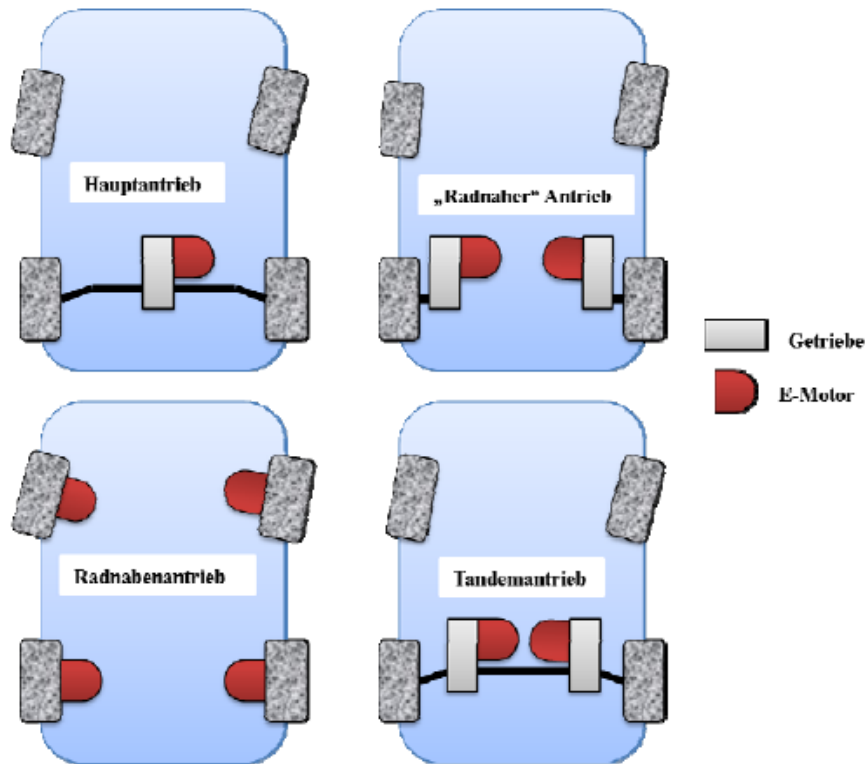
<sup>7</sup> Vgl. International Energy Agency (1993), S. 19.

<sup>8</sup> Vgl. Naunin, D. (2004), S. 2.

<sup>9</sup> Vgl. Porsche (2010), o. S.; Vieweg, C. (2010), S. 141.

gleichzeitig das Unternehmen Hub Motor Company ein Elektroauto mit vier Radnabenmotoren.<sup>10</sup> Es handelte sich demnach bereits um ein Allradfahrzeug. Diese direkt am Rad montierten Elektromotoren erlaubten den Verzicht auf jegliche Art von Getrieben, Differenzialen oder Antriebswellen. Durch den Wegfall dieser Baugruppen konnte die Gewichtszunahme, die durch die Batterien erfolgt, teilweise ausgeglichen werden.

**Abbildung 1: Beispiele für die Anordnung von Elektroantrieben in Kraftfahrzeugen**



Quelle: Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (2010), S. 8.

Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts gab es in den USA mehr als 15.000 Elektroautos.<sup>11</sup> Die Vorteile der Elektroautos ergaben sich durch den abgasfreien Betrieb und den Umstand, dass sie nicht angekurbelt werden mussten, wie die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. In Berlin gab es zeitgleich 13 Unternehmen, die Elektroautos bauten. Erst 1915 mit Erfindung des elektrischen Anlassers für Verbrennungsmotoren, konnten diese Fahrzeuge Vorteile gegenüber dem Elektroauto gewinnen und das Elektroauto geriet ins Hintertreffen.<sup>12</sup>

Im zweiten Weltkrieg gab es wiederum Bemühungen die Elektromobilität voranzutreiben. So stellte das Unternehmen Peugeot SA 1941 das Model VLV vor. Nachdem in

<sup>10</sup> Vgl. Kloss, A. (1996), S. 98.

<sup>11</sup> Vgl. Naunin, D. (2004), S. 2; Raggam, A., Faißner, K. (2008), S. 94.

<sup>12</sup> Vgl. Naunin, D. (1994), S. 1.

einer Kleinserie 377 Fahrzeuge produziert wurden, stellte das Unternehmen 1945 die Produktion wegen des geringen Erfolgs wieder ein.<sup>13</sup> Zeitgleich gab es in Deutschland etwa 20.000 Elektroautos.<sup>14</sup> Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs wurde das Thema der Elektromobilität zunächst nicht nennenswert weiter verfolgt und die Anzahl der Elektroautos nahm stetig ab. Ausschlaggebend waren der wirtschaftliche Aufschwung, die Fortentwicklung der Verbrennungsmotoren und der kostengünstige Zugang zu fossilen Brennstoffen.

Mit Beginn der bemannten Raumfahrt beschäftigte sich die NASA mit elektrischen Antrieben von Raumfahrzeugen. Im Jahr 1960 legte die NASA die Entwicklung und Erforschung elektrischer Antriebe als Teil des offiziellen Raumfahrtprogramms fest.<sup>15</sup> Daraus resultierte das wohl bis heute bekannteste Elektroauto „The Apollo Lunar Roving Vehicle“.<sup>16</sup> Zwischen Juli 1971 und Dezember 1972 kamen Mondautos bei den Apollo Missionen 15, 16 und 17 zum Einsatz. Die drei Fahrzeuge befinden sich noch heute auf dem Mond.<sup>17</sup> Erst die Ölkrise in den siebziger Jahren beflügelte die Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität wieder.<sup>18</sup> Zwischen 1980 und 1984 förderte das damalige Bundesministerium für Forschung und Technologie den Einsatz von 50 Elektrotransportern in Berlin mit insgesamt 15 Mio. DM.<sup>19</sup> Einen richtigen Auftrieb gab es dann ab etwa 1990. In Kalifornien wurde der Clean Air Act erlassen, ein Gesetz, das einen stufenweise ansteigenden Prozentsatz von ZEV bei den Fahrzeugzulassungen vorsah.<sup>20</sup> So sollten 1998 bereits 2 % und 10 % in 2003 der neu zugelassenen Fahrzeuge in Kalifornien emissionsfrei sein. Das Unternehmen General Motors Corporation entwickelte daraufhin das Modell EV1<sup>21</sup>, welches ab 1996 auf dem Markt angeboten wurde und von wenigen Hundert Kunden geleast wurde.<sup>22</sup> Zum Verkauf wurde der EV1 von der General Motors Corporation nicht angeboten. Eine neuerliche Gesetzesänderung hob die ambitionierten Ziele für neu zugelassene ZEV in Kalifornien wieder auf, was zu einem Nachlassen der Entwicklungsbemühungen der amerikanischen Automobilindustrie führte.<sup>23</sup> Der EV1 wurde daraufhin nach der Leasingvertragszeit von drei Jahren von der General Motors Corporation wieder zurückgenommen und verschrottet.<sup>24</sup> Auch europäische Automobilhersteller waren in den

---

<sup>13</sup> Vgl. Lang, T. (2007), S. 152.

<sup>14</sup> Vgl. Hofer, K. (2006), S. 11; Naunin, D. (2004), S. 2.

<sup>15</sup> Vgl. Günther, F. (1968), S. 6.

<sup>16</sup> Vgl. Battlogg, E. (2009), S. 29.

<sup>17</sup> Vgl. NASA (2010), o. S.

<sup>18</sup> Vgl. Naunin, D. (1994), S. 1.

<sup>19</sup> Vgl. Naunin, D. (2004), S. 3.

<sup>20</sup> Vgl. Helmers, E. (2009), S. 24; Naunin, D. (1994), S. 1; Naunin, D. (2004), S. 3.

<sup>21</sup> Vgl. Sporckmann, B. (1999), S. 112.

<sup>22</sup> Vgl. Chevrolet (2010), o. S.; Knie, A., Otto, B., Harms, S., Truffer, B. (1999), S. 11ff; Wallentowitz, H., Bady, R. (1998), S. 46.

<sup>23</sup> Vgl. Naunin, D. (2004), S. 7.

<sup>24</sup> Vgl. Vieweg, C. (2010), S. 153.

1990er Jahren mit verschiedenen Modellen am Elektroautomobilmarkt vertreten. So gab es seinerzeit beispielsweise den Renault Clio électrique, den Peugeot Partner electric, den Opel Corsa, sowie den VW Citystromer und weitere Modelle mit elektrischem Antrieb auf dem Markt zu kaufen.<sup>25</sup> Aufgrund der geringen Nachfrage wurden diese Projekte dann wieder beendet.

Erst ab etwa 2006 wurde das Thema Elektromobilität aufgrund des Klimawandels wieder forciert. In Kalifornien wurde medienwirksam im Beisein von Gouverneur Arnold Schwarzenegger der Tesla Roadster vorgestellt. Ein reines Elektroauto mit den Fahreigenschaften und Leistungsdaten eines Sportwagens stellte eine neue Dimension der Elektroautos dar.<sup>26</sup> Plötzlich wollte nahezu jeder Automobilhersteller an der Entwicklung teilhaben. Auf der Internationalen Automobilausstellung 2009 in Frankfurt wurden auf diversen Messeständen seriennahe Elektroautos präsentiert und die Markteinführung jeweils ab 2011 angekündigt. So präsentierte das Unternehmen Renault SAS bereits eine Palette von vier verschiedenen Modellen, deren Markteinführung für 2011 geplant ist.<sup>27</sup> Nicht zuletzt die Einführung der Citymaut in London, wonach alle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, die in die Londoner Innenstadt einfahren, gebührenpflichtig sind, sorgt für weiteren Auftrieb bei der Entwicklung weiterer Modelle, da Elektroautos gebührenfrei in die Londoner Innenstadt einfahren dürfen.<sup>28</sup> Zusammengefasst zeichnet sich die historische Entwicklung der Elektroautos durch ein stetiges Auf und Ab von Euphorie und Ernüchterung aus.<sup>29</sup> Anders als bei den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, die stetig weiterentwickelt wurden, verläuft die Entwicklung der Elektroautos nicht linear.

*Klassifizierungen der verschiedenen Elektroauto-Typen:* Inzwischen gibt es eine Vielzahl von seriennahen und serienreifen Fahrzeugen mit diversen unterschiedlichen Technologien. Diese Diversifikationen werden im Folgenden weiter erläutert und die Unterschiede herausgestellt. Insbesondere die gebräuchlichen Kurzbezeichnungen der verschiedenen Technologien werden dargestellt. In einem kurzen Exkurs werden auch die Hybridfahrzeuge betrachtet.

- *Battery Electric Vehicle:* Ein Battery Electric Vehicle ist ein Fahrzeug, welches ausschließlich batteriebetrieben ist. Als Kurzform wird hier BEV verwendet. Es handelt sich um ein Fahrzeug, das ausschließlich über einen Elektromotor angetrieben wird und bei dem die elektrische Energie durch Batterien bereitgestellt wird. Das Aufladen erfolgt über eine haushaltsübli-

---

<sup>25</sup> Vgl. Raggam, A., Faißner, K. (2008), S. 81.

<sup>26</sup> Vgl. Raggam, A., Faißner, K. (2008), S. 83.

<sup>27</sup> Vgl. Renault (2010a), o. S.

<sup>28</sup> Vgl. Raggam, A., Faißner, K. (2008), S. 85; Ruschmeyer, T., Werckmeister, G. (2008), S. 2.

<sup>29</sup> Vgl. International Energy Agency (1993), S. 19.

che Steckdose oder spezielle öffentliche Ladestationen.<sup>30</sup> Weiterhin befinden sich in mehreren Ländern Batteriewechselstationen in Planung.<sup>31</sup> Bei aktuellen seriennahen Modellen kann die Reichweite durch rekuperatives Bremsen erhöht werden.<sup>32</sup> Dabei wird während des Bremsvorgangs die Bewegungsenergie wieder in elektrische Energie umgewandelt und den Batterien zugeführt. Hierzu wird der Elektromotor während des Bremsvorgangs des Fahrzeugs als Generator genutzt.<sup>33</sup>

- *Hybrid Electric Vehicle:* Bei einem Hybridfahrzeug stellt die Antriebstechnologie eine Kombination aus mehreren Antrieben dar. Bei einem Personenkraftwagen sind dies im Allgemeinen ein herkömmlicher Verbrennungsmotor und ein Elektromotor.<sup>34</sup> Die Kurzform HEV steht hierbei für Hybrid Electric Vehicle. Zu unterscheiden sind derzeit drei Varianten der Hybridtechnologie. Als einfachste Form gilt die Mikro-Hybrid-Technologie, die über eine Start-Stopp Funktion verfügt. Sind gewisse Bedingungen erfüllt, wie beispielsweise Fahrzeugstillstand, die Kupplung nicht betätigt und das Getriebe in Leerlaufstellung, so wird der Motor abgestellt und bei erneuter Kupplungsbetätigung erneut gestartet. Bei Automatikautos wird bei Fahrzeugstillstand und dauerhaft betätigter Bremse der Motor abgestellt und beim Lösen der Bremse erneut gestartet.<sup>35</sup> Die Mild-Hybrid-Technologie verfügt neben dem rekuperativen Bremsen in der Regel über einen integrierten Starter-Generator, einen ISG.<sup>36</sup> Dieser ermöglicht neben dem erneuten Motorstart beim Anfahren oder Beschleunigen auch die Kraftunterstützung des Verbrennungsmotors.<sup>37</sup> Ein ausschließlich elektrischer Antrieb des Fahrzeugs ist indes nicht möglich.<sup>38</sup> Bei den Voll-Hybrid Fahrzeugen sind die zuvor genannten Technologien ebenfalls verbaut, jedoch kommt hier die Möglichkeit, das Fahrzeug rein elektrisch anzutreiben, hinzu. Voraussetzung hierfür ist eine größere Dimensionierung des Elektromotors, der Spannungsversorgung und der Batterien.<sup>39</sup> Als weltweit eines der ers-

---

<sup>30</sup> Vgl. Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes (2009), S. 63.

<sup>31</sup> Vgl. Better Place (2010), o. S.

<sup>32</sup> Vgl. Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes (2009), S. 83.

<sup>33</sup> Vgl. Klima: aktiv mobil (2010), S. 14; Bundesregierung (2009), S. 52.

<sup>34</sup> Vgl. Collie, M. J. (1979), S. 25; Matz, M., Elsässer, A. (2009), S. 57.

<sup>35</sup> Vgl. Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes (2009), S. 73.

<sup>36</sup> Vgl. Burgmer, M. (2009), S. 12.

<sup>37</sup> Vgl. Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes (2009), S. 73.

<sup>38</sup> Vgl. Matz, M., Elsässer, A. (2009), S. 58.

<sup>39</sup> Vgl. Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes (2009), S. 74; Matz, M., Elsässer, A. (2009), S. 59.

ten Voll-Hybridfahrzeuge ist 1995 der Toyota Prius auf der Tokyo Motor Show vorgestellt worden.<sup>40</sup>

- *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*: Das Plug-in Hybrid Electric Vehicle, kurz PHEV, ist die Weiterentwicklung des Voll-Hybridfahrzeugs und beinhaltet zusätzlich zu den Technologien des HEV die Möglichkeit extern elektrische Energie zuzuführen, wodurch die Reichweite im reinen Elektrobetrieb erhöht wird.<sup>41</sup> Dafür ist eine höhere Speicherkapazität erforderlich. Gebräuchlich ist auch die Bezeichnung „Plug-in Hybrid Vehicle“, kurz PHV.<sup>42</sup> So erweiterte zum Beispiel die Toyota Motor Corporation AG Ende 2009 die Modellpalette des Prius um ein PHEV Modell. So ist im PHEV Modell des Prius eine auf 5,2 kWh vergrößerte Batterie, ein eigenes Ladegerät und eine Anschlussmöglichkeit an eine haushaltübliche 230 V Steckdose enthalten. In 90 min soll hierbei die Batterie wieder vollständig geladen sein, sodass eine Distanz von 20 km mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h rein elektrisch angetrieben zurückgelegt werden kann. Wahlweise kann dann jederzeit auch der Verbrennungsmotor eingesetzt werden.<sup>43</sup> Durch diese Weiterentwicklung und die der Voll-Hybriden ist die Möglichkeit gegeben, die automobilen Fortbewegung rein elektrisch zu gestalten. Hierdurch verschwimmen die Grenzen zwischen reinem Elektroauto und Hybridfahrzeug zusehend stärker.
- *Extended Range Electric Vehicle*: Eine besondere Form des Antriebskonzepts stellt das Extended Range Electric Vehicle, kurz E-REV dar. Es wird auch als serielles Hybridkonzept bezeichnet.<sup>44</sup> Grundsätzlich werden diese Fahrzeuge rein elektrisch angetrieben. Die Batteriekapazität ist bei Fahrzeugen mit dieser Technologie geringer ausgelegt, als bei reinen batteriebetriebenen Fahrzeugen. Ist die Batterieladung im Fahrbetrieb auf ein Minimum abgesunken, so wird bei diesen Fahrzeugen ein herkömmlicher Verbrennungsmotor hinzugeschaltet, der einen Generator antreibt. Hierdurch wird Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt und für den Fahrzeugantrieb bereitgestellt.<sup>45</sup> Es handelt sich demnach um eine Reichweitenverlängerung. Da der Verbrennungsmotor keinerlei mechanische Verbindung zum Fahrzeugantrieb hat, kann dieser in einem optimalen

<sup>40</sup> Vgl. German, J. M. (2005), S. 29.

<sup>41</sup> Vgl. Matz, M., Elsässer, A. (2009), S. 77.

<sup>42</sup> Vgl. Markel, T., Simson, A. (2006), S. 2.

<sup>43</sup> Vgl. Toyota (2010a), o. S.

<sup>44</sup> Vgl. Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes (2009), S. 81; Matz, M., Elsässer, A. (2009), S. 66; Stan, C. (2008), S. 273.

<sup>45</sup> Vgl. Matz, M., Elsässer, A. (2009), S. 66.

und emissionsminimierten Bereich betrieben werden.<sup>46</sup> Als seriennahes Modell dieser Technologie gilt derzeit der Opel Ampera. Dieser wird bis zu einer Distanz von 60 km zunächst rein elektrisch betrieben. Danach können die Batterien an einer haushaltsüblichen Steckdose wieder aufgeladen werden oder der Verbrennungsmotor zur Umwandlung in elektrische Energie zugeschaltet werden. Hierdurch soll eine Reichweite von mehr als 500 km ermöglicht werden.<sup>47</sup>

- *Fuel Cell Electric Vehicle*: Dies ist die internationale Bezeichnung für eine weitere Fahrzeugkategorie, bei der eine Brennstoffzelle die elektrische Energie liefert. Bei diesen Brennstoffzellen handelt es sich um eine Technologie, mit der fossile Brennstoffe durch elektrochemische Prozesse innerhalb der Brennstoffzelle in elektrische Energie umgewandelt werden.<sup>48</sup> Je nach eingesetzter Zellentechnologie und verwendetem Brennstoff ist eine emissionsfreie Bereitstellung der elektrischen Energie möglich.<sup>49</sup> Aufgrund der geringen Systemkomplexität wird für Autos ein Direktwasserstoff-Brennstoffzellenantrieb bevorzugt.<sup>50</sup> So sondert solch eine mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzelle ausschließlich Wasser ab.<sup>51</sup> Die umgewandelte elektrische Energie wird dann zum Elektroantrieb des Fahrzeugs verwendet. Ein Fahrzeug ist mit dieser Technologie im Fahrbetrieb ebenso ein ZEV. In der Gesamtenergiebilanz ist hierbei zu beachten, dass Wasserstoff nicht in reiner Form verfügbar ist und dieser zunächst durch einen aufwendigen Prozess mit gewissem Energieaufwand herzustellen ist.<sup>52</sup>

*Elektroautos in aktuellen Zahlen*: Wie bereits im Kapitel zur Historie des Elektroautos erläutert, schwankte die Anzahl der sich in Betrieb befindlichen Elektroautos im Laufe der Geschichte deutlich. So gab es zum Ende des Zweiten Weltkriegs in Deutschland etwa 20.000 Elektroautos.<sup>53</sup> In den letzten zehn Jahren sank die Anzahl der in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Elektroautos von 2.660 auf 1.452 im Jahre 2009. Seit 2010 ist jedoch ein leichter Anstieg auf 1.588 Elektroautos zu verzeichnen.<sup>54</sup> Weitere Einzelwerte der Fahrzeugzulassungen in der Bundesrepublik Deutschland sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst.

<sup>46</sup> Vgl. Burgmer, M. (2009), S. 15.

<sup>47</sup> Vgl. Opel (2010a), o. S.

<sup>48</sup> Vgl. Wallentowitz, H., Freialdenhoven, A., Olschewski, I. (2009), S. 171.

<sup>49</sup> Vgl. Doctor, A., Konrad, G., Wüchner, E., Bonhoff, K., Piepereit, A. (2006), S. 121.

<sup>50</sup> Vgl. Kreft, W., Märtens, H., Almkermann, J.A. (2003), S. 379.

<sup>51</sup> Vgl. Ledjeff-Hey, K., Mahlendorf, F., Roes, J. (2001), S. 13.

<sup>52</sup> Vgl. Brennecke, P. (1980), S. 241ff.; Puls, T. (2006), S. 71.

<sup>53</sup> Vgl. Hofer, K. (2006), S. 11; Naunin, D. (2004), S. 2.

<sup>54</sup> Vgl. Krafftahrt-Bundesamt (2010a), o. S.

**Tabelle 1: Statistik der Fahrzeugzulassungen in Deutschland**

Jahr	Benzin	Diesel	Gas	Benzin und Gas (bivalent)	Elektro	Rotations- kolbenmotor	Zum Vergleich: Insgesamt
2001	37.401.905	6.357.355	1.404	4.233	2.660	4.080	43.772.260
2002	37.392.677	6.974.712	1.866	7.135	2.534	3.716	44.383.323
2003	37.028.971	7.608.486	3.345	10.026	2.348	3.410	44.657.303
2004	36.702.056	8.293.749	5.560	14.243	2.169	4.182	45.022.926
2005	36.256.631	9.071.536	10.043	24.579	2.038	8.030	45.375.526
Jahr	Benzin	Diesel	Flüssiggas	Erdgas	Elektro	Hybrid	Zum Vergleich: Insgesamt
2006	35.918.697	10.091.290	40.585	30.554	1.931	5.971	46.090.303
2007	35.594.333	10.819.760	98.370	42.759	1.790	11.275	46.569.657
2008 <sup>1)</sup>	30.905.204	10.045.903	162.041	50.614	1.436	17.307	41.183.594
2009	30.639.015	10.290.288	306.402	60.744	1.452	22.330	41.321.171
2010	30.449.617	10.817.769	369.430	68.515	1.588	28.862	41.737.627

<sup>1)</sup> Ab 1. Januar 2008 nur noch angemeldete Fahrzeuge ohne vorübergehende Stilllegungen/Außerbetriebsetzungen.

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (2010a), o. S.

Im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung wird angestrebt, dass Deutschland bis 2020 als Leitmarkt für die weltweite Elektromobilität fungiert. Das bedeutet, dass mehr als 1 Mio. Elektroautos auf deutschen Straßen unterwegs sein sollen und eine Bereitstellung der entsprechenden Ladeinfrastruktur angestrebt wird.<sup>55</sup> Bis 2030 ist geplant, dass bis zu 5 Mio. Elektroautos in Deutschland zugelassen sind und dass bis 2050 der gesamte innerstädtische Verkehr ohne fossile Brennstoffe auskommt.<sup>56</sup> Es gibt Vorhersagen, wonach bei einer Betrachtung aller Elektrofahrzeuge, so beispielsweise auch Elektroroller, der Marktanteil von Elektrofahrzeugen 2020 bereits einen zweistelligen Prozentsatz erreicht haben könnte.<sup>57</sup>

<sup>55</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 46.

<sup>56</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 47.

<sup>57</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 98.

### 3 Aktuelle Rahmenbedingungen und Marktsituation

Nachfolgend werden unter verschiedenen Schlagworten Aspekte und Fakten zusammengeführt, die state of the art die wesentlichen Rahmenbedingungen der Elektromobilität kennzeichnen:

*Reichweite:* Die aktuellen Elektroautos und die kurz vor der Markteinführung befindlichen Modelle verfügen über Lithium-Ionen-Batterien, wobei diese Bezeichnung „Batterie“ streng genommen nicht richtig ist. Batterien sind definiert als nicht wieder aufladbare Energiespeicher und werden auch als Primärspeicher bezeichnet. Wieder aufladbare Energiespeicher sind Akkumulatoren und werden auch als Sekundärspeicher bezeichnet. Demnach handelt es sich bei den Lithium-Ionen-Speichern folglich um Akkumulatoren.<sup>58</sup> Im allgemeinen Sprachgebrauch wird allerdings meist der Begriff Batterie verwendet, sodass aus Gründen der Verständlichkeit dies auch in dieser Arbeit erfolgen soll. Der Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien wird derzeit von den verschiedenen Fahrzeugherstellern bevorzugt, da diese die derzeit höchste Kapazität der verschiedenen Batterietechnologien bietet.<sup>59</sup> Es kann bereits auf Erfahrungen dieser Technologie aus anderen Bereichen wie beispielsweise der Mobiltelefone oder Laptops zurückgegriffen werden.<sup>60</sup> Diese Batterien ermöglichen einem Elektroauto, je nach Größe und Kapazität, eine Reichweite zwischen 60 km und 320 km. So bietet der Chevrolet Volt, baugleich mit dem Konzernprodukt Opel Ampera, mit einer voll aufgeladenen Batterie eine Reichweite von etwa 60 km im reinen Elektrobetrieb und bildet somit die untere Grenze ab.<sup>61</sup> Beim Mitsubishi i-MIEV wird eine Reichweite von 140 km angegeben.<sup>62</sup> In dieser Größenordnung liegen ebenfalls die Angaben zum Smart von Daimler als Elektroversion mit 130 km.<sup>63</sup> Bei der Elektroversion des BMW Mini wird eine Reichweite von 150 km angegeben.<sup>64</sup> Zusammenfassend ergibt sich für alltagstaugliche Fahrzeuge herstellerübergreifend etwa eine Reichweite bis 150 km.<sup>65</sup> Das obere Ende der Reichweitemarkala markiert aktuell der Tesla Roadster mit 320 km mit einer voll aufgeladenen Batterie.<sup>66</sup> Hierbei handelt es sich allerdings nicht um ein Alltagsfahrzeug, sondern um einen Sportwagen, der für etwa 100.000 US-Dollar vertrieben wird.<sup>67</sup> Das chinesische Unternehmen Build your Dreams, kurz BYD, hat auf der Motorshow in Detroit 2009 das Modell E6 Electric Crossover vorgestellt, welches

---

<sup>58</sup> Vgl. Peters, W. (2010), S. T5.

<sup>59</sup> Vgl. Raggam, A., Faißner, K. (2008), S. 86.

<sup>60</sup> Vgl. Kleffel, A. (2009), S. 39.

<sup>61</sup> Vgl. Kleffel, A. (2009), S. 39.

<sup>62</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

<sup>63</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

<sup>64</sup> Vgl. Haschek, B. (2010). S.138.

<sup>65</sup> Vgl. Klima: aktiv mobil (2010), S.15.

<sup>66</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

<sup>67</sup> Vgl. Teslamotors (2010), o. S.

über eine Reichweite von bis zu 400 km verfügen soll.<sup>68</sup> Ein letzter Aspekt zur Reichweite ist das Temperaturmanagement im Elektroauto. Bei herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor wird zum Heizen des Innenraums die Abwärme der Verbrennung genutzt. Zur Kühlung hingegen wird ein Klimakompressor vom Verbrennungsmotor angetrieben. Weder das Heizen noch das Kühlen des Innenraums kann beim Elektroauto derart vollzogen werden. Hierfür muss zusätzlich elektrische Energie aus der Batterie verwendet werden, wodurch deren Ladezustand weiter abnimmt und die effektive Reichweite reduziert wird. Grundsätzlich ist sowohl beim Beheizen als auch bei der Kühlung des Fahrzeuginnenraums nicht nur von einer Komfortfunktion auszugehen, sondern sogar von einer Sicherheitsfunktion. Beispielsweise würden zugefrorene Scheiben im Winter die Sicht und somit die Sicherheit beeinträchtigen.

*Höchstgeschwindigkeit:* Auch im Bereich der Höchstgeschwindigkeit muss ein Endkunde bei den aktuellen Elektrofahrzeugen im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren Abstriche machen. So wird beim Opel Ampera eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h angegeben, wobei dieses Modell zu den Range Extendern zählt und somit eine Sonderstellung unter den Elektroautos einnimmt, da es einen Verbrennungsmotor zum Antrieb des Generators verwendet, mit dem dann die elektrische Energie zum Antrieb bereitgestellt wird.<sup>69</sup> Mitsubishi nennt für das Modell i-MIEV 130 km/h als maximale Geschwindigkeit.<sup>70</sup> Der BMW Elektro-Mini erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von 152 km/h.<sup>71</sup> Herstellerübergreifend ergibt sich in dieser Fahrzeugklasse eine Höchstgeschwindigkeit um etwa 150 km/h. Auch hierbei rangiert der Tesla Roadster am oberen Ende der aktuellen Möglichkeiten. Es wird eine maximale Geschwindigkeit von 200 km/h angegeben.<sup>72</sup> Ebenso soll der Audi e-tron eine Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h erreichen können.<sup>73</sup> Hierbei muss beachtet werden, dass der Tesla Roadster und der Audi e-tron reine Sportwagen sind. Hierzu zählt ebenso der Mercedes AMG SLS E-Cell der sogar 250 km/h erreichen soll.<sup>74</sup> Wichtige Aspekte bei der Beurteilung einer verringerten Höchstgeschwindigkeit von Elektroautos im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren ist die Tatsache, dass Deutschland eines der wenigen Länder ohne Geschwindigkeitsbegrenzung ist und diese Verminderung demnach in anderen Ländern eine untergeordnete Rolle spielt.

---

<sup>68</sup> Vgl. Auto Motor Sport (2010), o. S.; Eine Verlängerung der Reichweiten bieten sogenannte Range Extender (vgl. Kapitel 2) oder die Möglichkeit des Batterieaustauschs, auf den in Kapitel 4.4 eingegangen wird.

<sup>69</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

<sup>70</sup> Vgl. Mitsubishi (2010a), o. S.

<sup>71</sup> Vgl. Focus (2010), o. S.

<sup>72</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

<sup>73</sup> Vgl. Audi (2010), o. S.

<sup>74</sup> Vgl. Grünweg, T. (2010), o. S.

Zudem wird das Ziel der Energieeinsparung der Elektroautos bei Höchstgeschwindigkeitsfahrten durch den dann erhöhten Energiebedarf konterkariert.

*Sicherheit:* Dieses Thema ist bei den Elektroautos sehr umfassend und betrifft neben der Betriebs- und Unfallsicherheit insbesondere die elektrische Sicherheit. Aktuelle Elektroautos werden mit einer Spannung von etwa 400 V betrieben. Im Gegensatz dazu lässt die Betrachtung der haushaltsüblichen Steckdose, die mit lediglich 230 V ausgestattet ist, ein Gefahrenpotenzial erkennen.<sup>75</sup> Nach einhelliger Expertenmeinung sollten Elektroautos an einem standardisierten Platz einen Notschalter haben, mit dem die 400 V Batterie komplett abgeschaltet werden kann.<sup>76</sup> Dies könnte sowohl dem Fahrer als auch den Rettungskräften in Krisensituationen sehr hilfreich sein. Im Falle eines Unfalls oder auch bereits bei undefinierbaren Fehlern der Technik gibt es bereits die Möglichkeit, durch pyrotechnische Systeme eine Speziälsicherung auszulösen, um das Hochspannungsnetz vom Fahrzeug zu trennen.<sup>77</sup> Eine amerikanische Norm sieht den Spannungsabfall innerhalb von fünf Sekunden auf 60 V vor.<sup>78</sup> Eine europäische Norm existiert diesbezüglich noch nicht. Auch die deutschen Überwachungsorganisationen sind mit dem Thema Sicherheit beschäftigt. So regt die TÜV Süd AG eine optimale Isolierung der Verkabelung, Steckverbindungen und Leitungen an und stellt fest, dass diese notwendigen Prüfschritte in den aktuellen Prüfrichtlinien noch nicht enthalten sind und regt eine Überarbeitung dieser Richtlinien in Bezug auf das Elektroauto an.<sup>79</sup> Ein weiterer Aspekt ist die Sicherheit der am Straßenverkehr teilnehmenden Fußgänger. Das heute unter Fußgängern verbreitete Vertrauen auf das Gehör vor dem Überqueren einer Straße kann zukünftig bei einem nahezu lautlos heranfahrenden Elektroauto eine gefährliche Situation herbeiführen.<sup>80</sup> Zusammenfassend wurde dem Sicherheitsthema bei Elektroautos aufgrund der bisher geringen Stückzahlen wenig Beachtung geschenkt. In Anbetracht der zu erwartenden steigenden Anzahl von Elektroautos, ist hierbei aber ein Umdenken der beteiligten Industriezweige und auch der Fußgänger im Straßenverkehr erforderlich.

*Aufladezeiten:* Die Aufladezeiten der Elektroautobatterien liegen deutlich höher als ein herkömmlicher Tankvorgang bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor dauert. Auch in diesem Bereich ist eine Umstellung beim Kunden notwendig. Grundsätzlich zeichnen sich bei den verschiedenen Elektroautoherstellern meist zwei Ladeszenarien ab. Zum einen die Aufladung an einer haushaltsüblichen 230 V Steckdose und zum anderen eine Schnellladung an einer speziellen Ladestation mit bis zu 400 V. Der Opel Ampera

---

<sup>75</sup> Vgl. Peters, W. (2010), S. T5.

<sup>76</sup> Vgl. Klinkenberg, P. (2010), S. T5.

<sup>77</sup> Vgl. Abele, R. (2010), S. T5.

<sup>78</sup> Vgl. Morawietz, E. (2010), T4.

<sup>79</sup> Vgl. Klinkenberg, P. (2010), S. T5.

<sup>80</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

kann beispielsweise an einer 230 V Steckdose binnen 8 h komplett aufgeladen werden.<sup>81</sup> Der kalifornische Elektroautoanbieter Phönix Motorcars, Inc. beziffert die Aufladezeit für seine Fahrzeuge an einer 230 V Steckdose auf 6 h.<sup>82</sup> Beim Mitsubishi i-MIEV werden zwei Möglichkeiten angegeben. Eine Aufladung mittels Anschluss an eine 230 V Steckdose soll 8 h dauern und eine Schnellladung an einer 400 V Drehstromsteckdose soll die Batterie innerhalb von 30 min bis zu einer Kapazität von 80 % aufladen.<sup>83</sup> Beim Tesla Roadster wird aufgrund der hohen Batteriekapazität von einer Ladedauer bis zu 14 h an einer 230 V Steckdose ausgegangen.<sup>84</sup> Der BMW Elektro-Mini bietet wiederum beide Ladeszenarien an. In 13,5 h ist eine volle Aufladung mit 230 V Haushaltsstrom zu erzielen, während die Schnellladung mit 400 V in 3,5 h vollzogen werden kann. Dieser beispielhafte Überblick stellt heraus, dass eine komplette Aufladung je nach Größe und Kapazität der Batterie an einer haushaltsüblichen 230 V Steckdose zwischen 6 h und 14 h dauern kann. Falls der jeweilige Fahrzeughersteller die Möglichkeit einer Schnellladung anbietet, kann diese an einer speziellen Drehstromsteckdose mit bis zu 400 V zwischen 30 min und 3,5 h dauern.

*Standardisierungen:* Ein wichtiger Aspekt der aktuellen Elektroautowelle ist die Standardisierung. Insbesondere die Steckersysteme müssen genormt sein, um eine sinnvolle Ladeinfrastruktur aufbauen zu können. Wird nur die Auflademöglichkeit an der haushaltsüblichen Steckdose betrachtet, so gibt es hierbei national keine Beschränkungen, da deutschlandweit eine einheitliche 230 V Steckdose verwendet wird. Anders sieht es aber bereits im europäischen Ausland aus. Hier gibt es diverse verschiedene 230 V Anschlüsse. Als schlechtes Beispiel einer verpassten Chance einen Stecker für eine Produktgruppe zu normen kann das Mobiltelefon angeführt werden. Hier gibt es unzählige verschiedene Stecker und Ladegeräte, sodass Kunden regelmäßig das Produkt temporär nicht weiter nutzen können, weil die Batterie leer ist und das passende Ladegerät nicht in Reichweite ist. So bedurfte es einer Intervention der Europäischen Union die Mobiltelefonhersteller dahingehend zu bewegen, sich auf einen einheitlichen Ladestecker zu verständigen.<sup>85</sup> Um bei den Elektroautos die Möglichkeit der Schnellladung an einer spezifischen Ladestation realisieren zu können, ist folglich ein genormter Stecker unabdingbar. Die aktuelle Bundesregierung fördert bereits den Prozess der Normung und Standardisierung, um als führende Exportnation weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben.<sup>86</sup> Aktuell wird von den Herstellern und Zulieferern ein

---

<sup>81</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

<sup>82</sup> Vgl. Raggam, A., Faißner, K. (2008), S. 86.

<sup>83</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

<sup>84</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

<sup>85</sup> Vgl. Verheugen, G. (2010), o. S.

<sup>86</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 39.

Stecker favorisiert (vgl. Abbildung 2), der insgesamt 7-polig ist und neben den Anschlüssen für die Spannungsversorgung auch zwei Kommunikationsleitungen bietet.

**Abbildung 2: Standardisiertes Ladekabel**



Quelle: Mennekes (2010), o. S.

Neben dem Ladestecker gibt es weitere Anforderungen an Standardisierungen. So gibt es Bestrebungen leere Batterien an Wechselstationen gegen vollaufgeladene Batterien auszutauschen.<sup>87</sup> Dieses Modell kann aber nur mit genormten Batterien funktionieren. Neben weiteren Aspekten der Standardisierung wie beispielsweise der Ladestationen und den Abrechnungssystemen, ist ein Kernpunkt die Normung der Sicherheitsanforderungen.<sup>88</sup> Insbesondere das Fahrzeugverhalten im Falle eines Unfalls wird in Europa bei Neuwagen durch das European New Car Assessment Programme, kurz Euro-NCAP mittels genormter Prüfabläufe getestet und danach bewertet. Als letzter wichtiger Aspekt der Standardisierung sei das Thema Recycling der Batterien genannt. Zur generellen Rücknahme der Batterien sind die Batteriehersteller bereits heute per Gesetz verpflichtet.<sup>89</sup> Zusätzlich zu dem Rücknahmesystem ist eine Normierung zur Wiederaufbereitung und Verwendung der enthaltenen Materialien der Batterien unbedingt notwendig.<sup>90</sup> Zusammenfassend ist festzuhalten, dass eine Standardisierung in den verschiedenen Bereichen im und um das Elektroauto für den Erfolg dieser Fahrzeugkategorie unerlässlich ist.

*Verfügbare Fahrzeuge:* Die aktuell in Deutschland verfügbaren Fahrzeuge sind eher zu den Kleinstfahrzeugen zu zählen oder kommen aus der Kategorie der Supernische. Hierzu gehören beispielsweise die Modelle Tazzari Zero oder Reva i-Lithium.<sup>91</sup> Der Tesla Roadster ist als Sportwagen konzipiert und mit einem Verkaufspreis um die

<sup>87</sup> Vgl. Better Place (2010), o. S.

<sup>88</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 40.

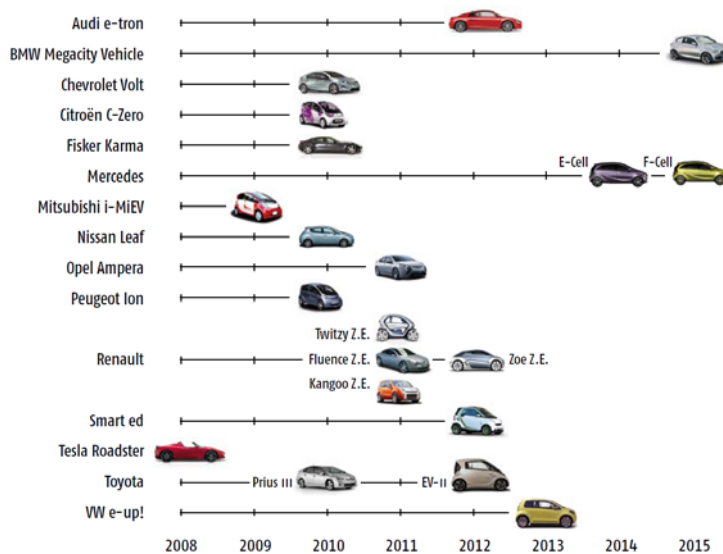
<sup>89</sup> Vgl. Batteriegesetz (2009), § 5.

<sup>90</sup> Vgl. Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (2010), S. 27.

<sup>91</sup> Vgl. Schmidt, B. (2010), S. T4.

100.000 US-Dollar ebenfalls kein alltagstaugliches Serienmodell.<sup>92</sup> Hinzu kommen noch einige Modelle, die als Fahrzeug mit Verbrennungsmotor produziert wurden und dann zum Elektroauto umgerüstet werden. Eines dieser Modelle ist der Fiat 500, der vom italienischen Unternehmen Micro-Vett SpA zum Elektroauto umgerüstet wird.<sup>93</sup> Ein Nachteil der umgerüsteten Fahrzeuge ist das verringerte Raumangebot. Die Karosserie wurde hierbei ursprünglich nicht für den Elektrobetrieb konzipiert und auch die Batterie hat durch ihre Größe einen erheblichen Platzbedarf. Nahezu alle namhaften Großserienhersteller haben derzeit ein Elektroauto in der Dauererprobung. Aber auch Systemlieferanten wie beispielsweise das Unternehmen Siemens AG haben Testfahrzeuge konzipiert. Hierzu zählt unter anderem der Porsche Cayenne, der vom Münchner Tuning-Unternehmen Ruf Automobile GmbH gemeinsam mit der Siemens AG zum Elektroauto mit einer Leistung von 270 KW und einem Drehmoment von 920 Nm umgerüstet wurde.<sup>94</sup>

**Abbildung 3: Zeitplan: Wann kommen die neuen Elektroautos?**



Quelle: Rudschies, W, Kroher, T. (2009), S. 25-34.

Mit einer Markteinführung dieser Modelle in Deutschland und der Verfügbarkeit für den privaten Endkunden ist ab Ende 2010 zu rechnen. Hierbei möchte das Unternehmen Mitsubishi Motors Deutschland GmbH eines der ersten Unternehmen sein, das ein vollwertiges Elektroserienfahrzeug in Deutschland anbietet.<sup>95</sup> Das Modell i-MiEV soll

<sup>92</sup> Vgl. Teslamotors (2010), o. S.

<sup>93</sup> Vgl. Rudschies, W. (2010b), S. 46ff.

<sup>94</sup> Vgl. Feth, G. G. (2010), S. T4.

<sup>95</sup> Vgl. Mitsubishi (2010b), o. S.

noch im Jahr 2010 für private Endkunden zum Verkauf bereit stehen.<sup>96</sup> Die Abbildung 3 gibt einen Überblick über die geplante Markteinführung der verschiedenen Modelle. Auffallend ist, dass einzig das Unternehmen Renault SAS bereits eine ganze Modellpalette von insgesamt vier verschiedenen Fahrzeugen geplant hat und ab 2011 lancieren möchte. Weiterhin kann festgestellt werden, dass die deutschen Automobilhersteller beabsichtigen, ihre Modelle erst nach den ausländischen Mitbewerbern auf den Markt zu bringen. Hier sind die deutschen Hersteller nur zweiter Sieger. Zusätzlicher Wettbewerbsdruck erfolgt vom chinesischen Markt. Bereits 2005 wurde Deutschland von China als drittgrößter Fahrzeughersteller weltweit überholt.<sup>97</sup> In Verbindung mit dem großen chinesischen Engagement für die Elektromobilität, werden dem chinesischen Fahrzeugmarkt weiterhin erhebliche Wachstumsraten vorhergesagt.<sup>98</sup>

*Emissionen von Elektrofahrzeugen:* Elektroautos werden international auch als ZEV, das heißt Zero Emission Vehicles, bezeichnet.<sup>99</sup> Diese Bezeichnung Null Emissionsfahrzeuge gilt natürlich nur für den Fahrbetrieb. In der gesamten Ökobilanz oder well to wheel müssen die Emissionen zur Stromerzeugung ebenfalls betrachtet werden. Ein entscheidender Faktor dabei ist der verwendete Energiemix. Der Einsatz erneuerbarer Energien zur Stromgewinnung wird ein Elektroauto deutlich umweltfreundlicher im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor machen.<sup>100</sup> So können neben den ohnehin bereits geringeren Geräuschemissionen der Elektromotoren und dem minimierten Ausstoß von Treibhausgas CO<sub>2</sub> auch die sonstigen Emissionen in der Gesamtökobilanz minimiert werden.<sup>101</sup> Die Betrachtung der Emissionen von Elektroautos bei dem heute verwendeten Energiemix in Deutschland, kann je nach Fahrzeugmodell, sogar zu dem Ergebnis einer schlechteren CO<sub>2</sub>-Bilanz führen.<sup>102</sup> Zusammengefasst kann das Elektroauto in Zukunft eine Chance zur Emissionsreduzierung bieten, es sind aber hierfür noch einige Veränderungen und Entwicklungen zu tätigen. Eine beispielhafte neue Entwicklung hin zu weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Stromerzeugung ist die Idee der Suncarports.<sup>103</sup> Hierbei werden statt der üblichen Überdachungen an Carports direkt Solardächer als Unterstellfläche bei gleichzeitiger Stromgewinnung genutzt.

*Batterieproduktion:* Wie zuvor dargelegt, wird für Elektroautos aktuell die Technologie der Lithium-Ionen-Batterie bevorzugt, da sie die größte Energiedichte der am Markt

---

<sup>96</sup> Vgl. Klinkenberg, P. (2010), S. T5.

<sup>97</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 95.

<sup>98</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 95ff.

<sup>99</sup> Vgl. Hofer, K. (2006), S. 11.

<sup>100</sup> Vgl. Klima: aktiv mobil (2010), S. 14.

<sup>101</sup> Vgl. Klima: aktiv mobil (2010), S. 14, Bundesregierung (2009), S. 14.

<sup>102</sup> Vgl. Friedrich, A., Petersen, R. (2009), S. 45.

<sup>103</sup> Vgl. Solarworld (2010), o. S.

verfügbaren Batterien liefern und somit auch die größte mögliche Reichweite für die Elektroautos bieten kann.<sup>104</sup> Wenn nicht nur auf den bereits vorhandenen Märkten der Computer- und Unterhaltungselektronik, sondern aufgrund der Elektroautos auch auf dem Automobilmarkt verstärkt die Lithium-Ionen-Technologie eingesetzt werden soll, wird es eine erhöhte Nachfrage nach dem Rohstoff Lithium geben, welcher nach derzeitigen Erkenntnissen begrenzt ist. Die zurzeit bekannten größten Lithiumvorkommen existieren in Bolivien, Chile, China und Australien.<sup>105</sup> Zusätzlich sind kürzlich in Afghanistan Lithiumvorkommen bekannt geworden.<sup>106</sup> Es gilt also langfristig, den Zugang zum Rohstoff Lithium zu sichern und dies zu adäquaten Preisen. Auch das Recycling von Produkten und Geräten zur Beschaffung von Lithium und weiteren Metallen wird hierzu beitragen.<sup>107</sup> Die meisten Lithium-Ionen-Batterien werden heute in Asien hergestellt, wobei den japanischen Unternehmen hierbei eine Vorreiterrolle zukommt.<sup>108</sup> Die deutschen und sonstigen europäischen Unternehmen sind vornehmlich in Joint Ventures engagiert. So ist beispielsweise die Daimler AG gemeinsam mit der Evonik Industries AG an dem Joint Venture Li-Tec Battery GmbH zur Batteriezellenentwicklung und -produktion beteiligt.<sup>109</sup> Ein derzeit entscheidender Aspekt bei der Batterieherstellung ist der Preis. Hier schwanken die Preisangaben zwischen etwa 10.000 Euro<sup>110</sup> und, je nach Größe und Kapazität, bis zu 17.000 Euro für eine Elektroautobatterie.<sup>111</sup> Weiterhin existiert das Bestreben, den Preis auf etwa 5.000 Euro zu senken, wenn eine Marktakzeptanz für Elektroautos erzielt werden soll.<sup>112</sup> Durch die steigende Nachfrage und daher einhergehende erhöhte Produktion von Lithium-Ionen-Batterien für Elektroautos können sich positive Skaleneffekte sogenannte „Economies of Scale“ ergeben. Hierbei werden durch die Produktionsmengensteigerung die Stückkosten je Batterie gesenkt, welches durch Einkaufsvorteile, Bearbeitungsvorteile, technische Fortschritte und Lernkurveneffekte erzielt werden kann.<sup>113</sup> Bei der Haltbarkeit der Batterie werden bis zu 2.000 Ladezyklen erwartet, sodass bei einer Reichweite von etwa 150 km mit einer vollständigen Aufladung, eine Fahrleistung von rund 300.000 km zu erwarten ist, ehe diese ausgetauscht werden muss.<sup>114</sup> Die Entwicklung der Batterietechnologie wird stets vorangetrieben. So werden in rund zehn Jahren Lithium-

---

<sup>104</sup> Vgl. Klima: aktiv mobil (2010), S. 24; Peters (2010), S. T5.

<sup>105</sup> Vgl. Ludwig, T., Stratmann, K. (2010), S. 12.

<sup>106</sup> Vgl. Küffner, G. (2010a), S. T1.

<sup>107</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 29f.

<sup>108</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 8.

<sup>109</sup> Vgl. Brasse, C. (2009), 9.

<sup>110</sup> Vgl. Ruhkamp, C., Roßbach, H. (2010), S. 10.

<sup>111</sup> Vgl. Peters, W. (2010), S. T5.

<sup>112</sup> Vgl. Schmidt, B. (2010), S. T4.

<sup>113</sup> Vgl. Sloman, J. (2000), S. 194; Vahs, D., Schäfer-Kunz, J. (2005), S. 208.

<sup>114</sup> Vgl. Küffner, G. (2010b), S. T1.

Schwefel-Batterien erwartet, die dann eine vierfach höhere spezifische Energie im Vergleich zu aktuell produzierten Lithium-Ionen-Batterien haben sollen.<sup>115</sup>

*Ökologische Rahmenbedingungen:* Der weltweite Anstieg von Treibhausgasemissionen und der Klimawandel sind aktuelle Themen. Einen Baustein dabei stellt das Elektroauto dar. Denn in der EU beispielsweise sind 2007 verbrennungsmotorbetriebene PKW für 12 % des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes verantwortlich gewesen.<sup>116</sup> Und in Deutschland verursachte der Straßenverkehr im Jahr 2008 17,5 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen.<sup>117</sup> Mit Elektroautos dagegen wird die Hoffnung verbunden, die Emission von Schadstoffen zu minimieren, weil Elektroautos aufgrund des fehlenden Verbrennungsvorgangs lokal keine Schadstoffe ausstoßen. Das folgende Kapitel soll die Teilbereiche Klimapolitik, Schadstoffreduktion, Energiemix und erneuerbare Energien näher beleuchten, um das Potenzial von Elektroautos im Hinblick auf den Klimaschutz und auf das Verkaufsargument der Emissionsfreiheit einordnen zu können.

*Klimapolitik und Emissionsziele:* 1997 wurde das sogenannte Kyoto-Protokoll entworfen. In dieser Vereinbarung sollten sich teilnehmende Staaten verpflichten, zur Verringerung der Erderwärmung den weltweiten Ausstoß der sechs wichtigsten Treibhausgase wie CO<sub>2</sub> oder FCKW bis 2012 im Vergleich zum Stand von 1990 um 5,2 % zu reduzieren. Teilnehmen sollen mindestens die Staaten, die für mehr als 55 % der weltweiten Emissionen verantwortlich sind. Unterschrieben von mehr als 130 Staaten trat das Protokoll 2005 in Kraft. Die zum Ziel gesetzte weltweite Reduktion von Treibhausgasen verteilt sich dabei in unterschiedlichem Maße auf die teilnehmenden Staaten. So unterliegen Entwicklungsländer keinerlei Verpflichtungen, die Industriestaaten hingegen sollen umso stärker in die Pflicht genommen werden. Japan hat sich verpflichtet, die Emissionen um 6 % zu reduzieren. Weiterhin wurde für die damaligen 15 EU-Länder ein verdichtetes Gesamtziel in Höhe einer Reduktion von durchschnittlich 8 % gebildet, welches ungleich auf die einzelnen Länder verteilt wurde. Während beispielsweise Portugal oder Irland ihren Treibhausgasausstoß steigern dürfen, will Großbritannien den Ausstoß um 12,5 % und Deutschland um 21 % senken. Frankreich hingegen will den Stand von 1990 beibehalten.<sup>118</sup> Tabelle 2 liefert eine Übersicht über die Reduktionsziele der EU-Länder. Innerhalb Deutschlands haben sich wiederum individuelle Reduktionsziele herausgebildet. Die Hansestadt Hamburg beispielsweise will bis 2020 den Ausstoß von CO<sub>2</sub> um 40 % reduzieren und die Stadt München hat sich zum Ziel gesetzt, den CO<sub>2</sub>-Pro-Kopf-Ausstoß des Jahres 1990 bis zum

<sup>115</sup> Vgl. Jossen, A. (2010), S. T2.

<sup>116</sup> Vgl. Lahl, U. (2008), S. 1.

<sup>117</sup> Vgl. Fishedick, M. (2010), S. 5.

<sup>118</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010b), o. S.; Tagesschau (2007), o. S.

Jahr 2030 um 50 % zu verringern.<sup>119</sup> Die USA hingegen, verantwortlich für 35 % der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen, haben das Kyoto-Protokoll nicht unterschrieben und fühlen somit auch nicht an dieses gebunden.<sup>120</sup>

**Tabelle 2: Im Kyoto-Protokoll zugewiesene Emissionsmengen der EU-Staaten**

	Zielwert auf Basis 1990	Veränderung gegenüber 1990
Europäische Gemeinschaft	92,0%	-8,0%
Belgien	92,5%	-7,5%
Dänemark	79,0%	-21,0%
Deutschland	79,0%	-21,0%
Griechenland	125,0%	25,0%
Spanien	115,0%	15,0%
Frankreich	100,0%	0,0%
Irland	113,0%	13,0%
Italien	93,5%	-6,5%
Luxemburg	72,0%	-28,0%
Niederlande	94,0%	-6,0%
Österreich	87,0%	-13,0%
Portugal	127,0%	27,0%
Finnland	100,0%	0,0%
Schweden	104,0%	4,0%
Vereinigtes Königreich	87,5%	-12,5%

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002), S. 58.

Zur Erreichung der Emissionsreduktion existiert eine Reihe von Ansatzpunkten und Möglichkeiten. Neben beispielsweise energetischen Verbesserungen an Immobilien, was 2006 nach dem Willen der damaligen Bundesregierung, bestehend aus einer Koalition der Parteien SPD und Bündnis 90/Die Grünen, mit Millionenbeträgen gefördert werden sollte, wurde der Handel mit Emissionspapieren geschaffen. Emissionshandel bedeutet, dass Staaten, die ihren Schadstoffausstoß stärker als vereinbart gesenkt haben, Emissionsgutscheine an Staaten verkaufen dürfen, die ihre Ziele anderweitig nicht erfüllen können, sodass schlussendlich das vereinbarte, durchschnittliche Gesamtziel unter Betrachtung aller teilnehmenden Staaten erreicht wird.<sup>121</sup> In Deutschland wird der Handel mit Emissionsberechtigungen an der Strombörse European Energy Exchange (EEX) in Leipzig in Form einer Versteigerung durchgeführt.<sup>122</sup> Weiterhin sind beispielsweise Energieproduzenten oder das Verkehrs- und Transportwesen mögliche Sektoren, bei denen mit Hilfe von emissionsgeleiteten Vorgaben der Ausstoß von Treibhausgasen reduziert werden kann.<sup>123</sup> Aktuell deutet sich an, dass Deutschland mit einer Schadstoffreduzierung um 28,7 % bis 2009 seine Reduktions-

<sup>119</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010), o. S.

<sup>120</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010b), o. S.

<sup>121</sup> Vgl. Tagesschau (2006), o. S.

<sup>122</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010c), o. S.

<sup>123</sup> Vgl. Valentine-Urbschat, M., Bernhart, W. (2009), S. 9ff.

ziele für 2012 übererfüllen wird. Für die 15 EU-Staaten wird aufgrund einer Reduktion von 4,3 % in 2007 mit einer Zielerfüllung für 2012 gerechnet.<sup>124</sup> Deutschland hat sich darüber hinaus zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 den Treibhausgasausstoß um 40 % gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren.<sup>125</sup> Jedoch konterkariert der aufwärts weisende globale Emissionstrend die bisherigen Klimaschutzziele. Bedingt durch den Treibhausgasausstoß von Schwellenländern, beispielsweise Indien und China, aber auch von anderen Industriestaaten, sind die weltweiten Treibhausgasemissionen zwischen 1990 und 2006 um circa 24 % gestiegen.<sup>126</sup>

*Energiemix und CO<sub>2</sub>-Einsparung durch erneuerbare Energien:* Erneuerbare Energien können einen Beitrag leisten, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren. Dies ist das Ergebnis einer Studie des Fraunhofer Instituts zum Thema „System- und Innovationsforschung“. Demnach wurden in Deutschland durch den Einsatz von erneuerbaren Energien wie beispielsweise Wasserkraft oder Windenergie im Jahr 2003 im Stromsektor 43,86 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart.<sup>127</sup> Die CO<sub>2</sub>-Einsparung insgesamt in Deutschland im Jahr 2007 betrug 22,2 % gegenüber dem Jahr 1990. Dies entspricht einer Menge von 280 Mio. Tonnen.<sup>128</sup> Diese 280 Mio. Tonnen können als Maßstab herangezogen werden, da sie nahezu dem deutschen Einsparziel für 2012 entsprechen. Ein Vergleich des durch erneuerbare Energien im Stromsektor eingesparten CO<sub>2</sub> von 43,86 Mio. Tonnen mit diesem Maßstab ergibt einen Anteil von mehr als 15,6 % der erneuerbaren Energien an der geplanten CO<sub>2</sub>-Einsparung, bezogen nur auf die Stromproduktion ohne Betrachtung von Wärmeproduktion und Kraftstoffen. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion im Jahr 2003 betrug dabei 7,4 %, wenn lediglich Wasser- und Windenergie berücksichtigt werden.<sup>129</sup> Für das Jahr 2009 erklärt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch 10,3 % betrug. In die Stromproduktion flossen dabei erneuerbare Energien zu 16,1 % ein. Durch den Einsatz erneuerbarer Energien wurden 2009 insgesamt 107 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart.<sup>130</sup> Die übrige Strommenge wurde 2009 allerdings aus fossilen Brennstoffen erzeugt, zu mehr als 42 % aus Kohle, über 22 % aus Kernenergie und zu fast 13 % aus Erdgas, welche in unterschiedlichem Umfang Treibhausgase ausstoßen.<sup>131</sup> Bis 2020 plant die EU, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch auf 20 % zu steigern, wobei in Deutschland der Anteil auf 18 % ausgeweitet

<sup>124</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010b), o. S.

<sup>125</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010d), S. 5.

<sup>126</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010b), o. S.

<sup>127</sup> Vgl. Klobasa, M., Ragwitz, M. (2005), S. 30.

<sup>128</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010e), o. S.

<sup>129</sup> Vgl. Klobasa, M., Ragwitz, M. (2005), S. 5.

<sup>130</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010d), S. 5.

<sup>131</sup> Vgl. Nickel, M. (2009), S. 7.

werden soll.<sup>132</sup> China will im selben Zeitraum den Anteil erneuerbarer Energien inklusive Wasserkraft auf 15 % steigern.<sup>133</sup> In den USA wird geplant, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion bis 2025 auf 15 % zu erhöhen.<sup>134</sup> Diese Gegenüberstellung macht die Relationen und das Potenzial der erneuerbaren Energien für die CO<sub>2</sub>-Einsparung in Deutschland und weltweit deutlich.

*Politischer status quo:* Die Bedeutung und das Potenzial von Elektroautos hinsichtlich Umwelt, Wirtschaft und Verkehr haben dazu geführt, dass das Elektroauto auch zu einem politischen Thema geworden ist. In diesem Kapitel wird anhand von Beispielen ein Überblick über politische Positionen, Initiativen und Ziele sowie Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf nationaler und internationaler Ebene vermittelt.

- Elektroautos in der parteipolitischen Landschaft Deutschlands: Die Bundestagsfraktion der Partei Bündnis 90/Die Grünen sieht das Elektroauto als eine Option mit Potenzial, um in ein Zeitalter ohne fossile Brennstoffe zu wechseln. Demzufolge wird das Elektroauto in enger Verbindung mit den erneuerbaren Energien gesehen. Eine Betankung von Elektroautos mit Strom aus Atom- oder Kohlekraftwerken hingegen wird abgelehnt.<sup>135</sup> Bereits im Jahr 2008 wurde gefordert, die Forschung an Hybrid- und Batterietechnologien mit 100 Mio. Euro jährlich zu fördern sowie ein Anreizprogramm für den Markt der Elektrofahrzeuge aufzulegen und eine Förderung mittels Sonderrechten einzuführen. Weiterhin sollte die Ladeinfrastruktur aufgebaut und mit Strom aus erneuerbaren Energien versorgt werden. Als Zielgröße wurden eine Stückzahl von 1 Mio. Elektroautos und Hybridfahrzeugen bis zum Jahr 2020 formuliert.<sup>136</sup> Im Jahr 2009 wurden diese Vorstellungen in einen Antrag an den Deutschen Bundestag verarbeitet, wobei die Zielgröße auf 2 Mio. Elektroautos bis 2020 angehoben wurde.<sup>137</sup> In ihrem Wahl- beziehungsweise Regierungsprogramm für die Bundestagswahl 2009 haben die Unionsparteien CDU und CSU die Förderung der Elektromobilität, der entsprechenden Infrastruktur sowie der Forschung an der Batterietechnologie als politische Ziele formuliert, um zum Klimaschutz beizutragen.<sup>138</sup> Gleichzeitig lassen die Unionsparteien aber die Verbesserung der mit fossilen Brennstoffen betriebenen Motoren zu, um den Ausstoß von

---

<sup>132</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010f), o. S.

<sup>133</sup> Vgl. Spiegel Online (2010), o. S.

<sup>134</sup> Vgl. Pitzke, M. (2009), o. S.

<sup>135</sup> Vgl. Bündnis 90/Die Grünen (2009), S. 7.

<sup>136</sup> Vgl. Bündnis 90/Die Grünen (2008), S. 17ff.

<sup>137</sup> Vgl. Deutscher Bundestag (2009a), S. 3.

<sup>138</sup> Vgl. CDU, CSU (2009), S. 27.

CO<sub>2</sub> zu reduzieren.<sup>139</sup> Auf ihrer 34. Klausurtagung vom 06.01. bis zum 08.01.2010 in Wildbad Kreuth hat die CSU-Landesgruppe im Deutschen Bundestag das Potenzial von Elektroautos ebenfalls bestätigt und dies in ihrem Beschluss zur Klausurtagung festgehalten. Insbesondere wird die Möglichkeit gesehen, die Umwelt zu entlasten und den Import von nicht in Deutschland vorhandenen Energieträgern zu reduzieren. Zudem wird die Integration der Elektromobilität in den Ausbau der erneuerbaren Energien genannt. Weiterhin wird die wichtige Rolle des Automobilsektors für Deutschland als Exportland betont und die Chance zur Stärkung der deutschen Wirtschaft durch die Entwicklung von Elektroautos herausgestellt. Zur Förderung des Elektroautos propagiert hierbei auch die CSU die Unterstützung bei der Erforschung von Stromspeichertechnologien, die Erprobung von Elektroautos in acht Modellregionen zur Überprüfung der Technik und Untersuchung der Nutzerwünsche, sowie die Schaffung von Anreizen.<sup>140</sup> Die Partei Die Linke schließlich positioniert sich zu den übrigen Parteien und zum Elektroauto kritischer. Zwar werden auch hier der Preis, die Lebensdauer und die Kapazität der Batterien als Probleme für die Marktreife des Elektroautos erkannt und die Erforschung der Batterietechnologie unterstützt. Allerdings wird eine stärkere finanzielle Einbindung der Industrie gefordert. Weiterhin wird als Bedingung für eine Weiterentwicklung des Elektroautos - im Sinne des Klimaschutzes - eine Verknüpfung mit erneuerbaren Energien gefordert, da die Batterien über das herkömmliche Stromnetz aufgeladen werden und bei dem derzeit in Deutschland vorherrschenden Energiemix eine Klimaentlastung kaum auszumachen sei. Dies wird verbunden mit der Forderung, die erneuerbaren Energien auszubauen. Dabei wird insbesondere die Zusammenarbeit von Automobilherstellern mit Energiekonzernen, die ihren Strom überwiegend in Kohle- oder Atomkraftwerken erzeugen, kritisiert. Weiterhin lehnt Die Linke eine staatliche Förderung in Form eines Kaufpreiszuschusses ab, weil sie dem Elektroauto aufgrund der in naher Zukunft noch geringen Stückzahlen vorerst nur geringe Marktbedeutung zumisst. Demzufolge gibt Die Linke der Stärkung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) den Vorzug, da dieser die bessere Umweltbilanz aufweise und zurzeit unterfinanziert sei.<sup>141</sup> Nach der Bundestagswahl 2009 haben die Parteien CDU, CSU und FDP eine Regierungskoalition gebildet. In ihrem Koalitionsvertrag haben sich die Koaliti-

---

<sup>139</sup> Vgl. CDU, CSU (2009), S. 71.

<sup>140</sup> Vgl. CSU (2010), S. 2f.

<sup>141</sup> Vgl. Schulze, T. (2009), S. 2f.

onsparteien zunächst grundsätzlich auf das gemeinsame Ziel verständigt, Deutschland auf Basis seiner Technologieführerschaft zum Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln, um umweltfreundliche Verkehrskonzepte zu unterstützen.<sup>142</sup> Dies wird konkreter formuliert in dem Ziel, „bis 2020 in Deutschland 1 Mio. Elektrofahrzeuge auf die Straßen zu bringen“<sup>143</sup>. Zur Umsetzung dieses Ziels und zur Erprobung neuer Verkehrskonzepte sollen in einem ersten Schritt Modellregionen ausgewählt und aufgebaut werden, welche im folgenden Kapitel noch näher betrachtet werden. Nach wie vor soll als ein Schwerpunkt die Weiterentwicklung der Batterietechnologie gefördert werden. Weiterhin präzisiert die Regierungskoalition das Regierungsprogramm der Unionsparteien und fordert den Aufbau einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Ballungsräumen, wofür sie den rechtlichen Rahmen schaffen will. Den Aufbau und den Betrieb der Infrastruktur überlässt die Koalition aber der Privatwirtschaft.<sup>144</sup> Neben der Forschung an der Batterietechnologie will die Regierungskoalition im Sinne von gleichberechtigten Technologien zwar auch die Forschung an Brennstoffzellen und Wasserstoffantrieben unterstützen, diese Technologien werden in der vorliegenden Arbeit aber nur am Rande angesprochen.<sup>145</sup> Zusätzlich enthält das von der Bundesregierung im Jahr 2009 beschlossene Konjunkturpaket II eine Förderung von Elektroautos mit einem Fördervolumen von insgesamt 500 Mio. Euro und einer Wirkung bis in das Jahr 2011 hinein. Dieses Fördervolumen soll sowohl direkte Förderprogramme als auch eine indirekte Förderung mittels KfW-Krediten entlang der gesamten Wertschöpfungskette umfassen.<sup>146</sup> Aus diesen Fördergeldern werden Projekte öffentlicher Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen zu 100 % gefördert. Maßnahmen der Industrie werden nur mit einer Quote von maximal 50 % unterstützt, sodass durch diesen Hebel und die Beteiligung der Industrie die insgesamt für die Weiterentwicklung von Elektroautos eingesetzten Gelder den vom Staat aufgebrauchten Betrag von 500 Mio. Euro übersteigen sollen.<sup>147</sup> Im August 2009 schließlich wurde der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung entwickelt. Dieser hat zum Ziel, durch Zusammenarbeit von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft „die Forschung und Entwicklung, die Marktvorbereitung und die Markteinfüh-

---

<sup>142</sup> Vgl. CDU, CSU, FDP (2009), S. 30ff.

<sup>143</sup> CDU, CSU, FDP (2009), S. 39f.

<sup>144</sup> Vgl. CDU, CSU, FDP (2009), S. 40.

<sup>145</sup> Vgl. CDU, CSU, FDP (2009), S. 40.

<sup>146</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 24.

<sup>147</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie et al. (2009), S. 6.

rung von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen in Deutschland voranzubringen“<sup>148</sup>. Im besonderen Fokus stehen hier die Batterietechnologie und die Prüfung von Marktanreizen sowie die Fahrzeugtechnik, die Integration von Elektroautos in das vorhandene Stromnetz und die allgemeinen Rahmenbedingungen für Elektroautos.<sup>149</sup> Am Schluss dieser Zusammenarbeit soll auch hier wieder Deutschland als Leitmarkt für Elektromobilität stehen.<sup>150</sup> Für die Koordination der genannten staatlichen Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündel wurde die „Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität“ gegründet, die ergänzend die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft regeln soll und am 01.02.2010 ihre Arbeit begonnen hat.<sup>151</sup>

- Politikinduzierte Projekte in Deutschland: Zur Erprobung von Elektroautos und zur Anregung des Wettbewerbs hat die Regierungskoalition den Aufbau von Modellregionen vereinbart. In diesen Modellregionen sollen lokale Unternehmen, Hochschulen, Wirtschaftsverbände, Kommunen und Forschungsinstitute gemeinsam ein Konzept für Elektromobilität in der jeweiligen Region erarbeiten, umsetzen und entwickeln, welches mit einem Teil der im Konjunkturpaket II zur Verfügung gestellten Mitteln unterstützt werden soll. Das Fördervolumen hierfür beträgt 115 Mio. Euro.<sup>152</sup> Interessierte Regionen mussten Kriterien erfüllen wie beispielsweise die Einbindung in ein Gesamtkonzept für Verkehrs- und Städteplanung, die Mitarbeit von Partnern aus dem öffentlichen und privatwirtschaftlichen Sektor inklusive Bereitstellung von geeigneten Fahrzeugen und Aufbau der dazugehörigen Infrastruktur sowie die Möglichkeit, das Konzept zu verwerten und auf andere Regionen zu übertragen.<sup>153</sup> Die acht teilnehmenden Regionen lauten Hamburg, Bremen/Oldenburg, Rhein-Ruhr, Rhein-Main, Sachsen, Stuttgart, München und Berlin/Potsdam. In der Modellregion Hamburg sollen schwerpunktmäßig Dieselhybridbusse im Linienverkehr, der Einsatz von Elektroautos, der Aufbau der notwendigen Ladeinfrastruktur aus erneuerbaren Energien sowie Elektroautos im Wirtschaftsverkehr erprobt werden. In der Modellregion Bremen/Oldenburg steht die Anbindung von Elektrofahrzeugen an vorhandene Angebote von Mobilität wie den Flughafen Bremen oder Bahnhöfe mit IC/ICE-Anschluss im Mittelpunkt. Dies soll unter Berücksichtigung eines schadstofffreien Innenstadt- und Pendlerverkehrs

<sup>148</sup> Bundesregierung (2009), S. 2.

<sup>149</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 24ff.

<sup>150</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 3f.

<sup>151</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010a), o. S.

<sup>152</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010), o. S.

<sup>153</sup> Vgl. Deutscher Bundestag (2009b), S. 48ff.

geschehen. Ein sogenanntes Personal Mobility Center (PMC) soll eine breite Palette von Elektrofahrzeugen vom E-Fahrrad bis zum Elektroauto koordinieren und neben an öffentlichen Plätzen eingerichteten Stromtankstellen auch die Möglichkeiten zur Aufladung auf Unternehmensgrundstücken und in Privathaushalten berücksichtigen. Die Nutzung der Elektrofahrzeuge soll durch Individualnutzung, Gemeinschaftsautos (Car-Sharing) oder durch Teilnahme am ÖPNV erfolgen. Die Modellregion Rhein-Ruhr will 217 unterschiedliche Elektrofahrzeuge erproben. Hierzu sollen PKW, Hybridbusse und Nutzfahrzeuge, aber auch Müllfahrzeuge oder Elektroroller beziehungsweise -fahrräder eingesetzt sowie eine dazugehörige Ladeinfrastruktur aufgebaut werden. Schwerpunkte der Erprobung werden im Bereich der PKW und der Nutzfahrzeuge sowie bei der Entwicklung von Car-Sharing-Konzepten gebildet. Begleitet wird das Modellprojekt durch Forschungsaktivitäten. Für die Modellregion Rhein-Main ist der Einsatz von Elektrofahrzeugen im Alltagsbetrieb des Flughafens Rhein-Main und im städtischen Lieferbetrieb vorgesehen. Zusätzlich soll die Einbindung von erneuerbaren Energien in die Themenfelder Wohnen, Arbeit und Verkehr erprobt werden. Schwerpunkt ist auch hier die Integration von Elektrofahrzeugen in die bestehenden Mobilitätsstrukturen. Die Modellregion Sachsen ist hauptsächlich im Themenbereich der schnellladefähigen Hybridbusse aktiv. Zudem soll der Einsatz von Elektrofahrzeugen in Fahrzeugflotten wie in Car-Sharing-Konzepten oder bei Taxiunternehmen getestet werden. Weiterhin sollen erneuerbare Energien eingebunden sowie eine Forschungs- und Produktionseinrichtung für Batterien und eine Ladeinfrastruktur errichtet werden. In der Modellregion Stuttgart sollen Elektrofahrzeuge von Nutzern aus dem privaten, öffentlichen und gewerblichen Bereich getestet werden, um die Elektrofahrzeuge und die Bedingungen einer Markteinführung zu untersuchen. Zusätzlich sollen die Infrastruktur, aber auch Geschäftsmodelle und intermodale Mobilitätskonzepte, das heißt unter Verwendung mehrerer unterschiedlicher Verkehrsträger, entwickelt werden. Hierzu sollen bis Ende des Jahres 2011 bis zu 1.000 Elektrofahrzeuge getestet werden. Als Schwerpunktaktivitäten sind der Aufbau einer Ladeinfrastruktur, ein regionaler Arbeitskreis und ein Kompetenzzentrum zum Thema Elektromobilität sowie Pilotprojekte vorgesehen. Auch in der Modellregion München soll die Entwicklung und Nutzung von Elektroautos helfen, die selbstgesteckten Klimaschutzziele zu erreichen. Als Schwerpunkt der Aktivitäten im Rahmen der Modellregion soll die Entwicklung von

Elektrofahrzeugen und der notwendigen Infrastruktur bei ausschließlicher Nutzung von erneuerbaren Energien gefördert werden. Hierzu ist eine Produktionslinie für gewerblich genutzte Elektrofahrzeuge, die Einbindung des ÖPNV durch Einsatz von Hybridbussen sowie die Begleitung durch Forschungsinstitute vorgesehen. Die Modellregion Berlin/Potsdam schließlich hat als Schwerpunkt die Einbindung von Elektrofahrzeugen in den ÖPNV, in die Tourismusbranche sowie in den Bereich urbaner Logistik und Dienstleistungen. Weiterhin sind der Aufbau einer Ladeinfrastruktur sowie Marketingmaßnahmen vorgesehen.<sup>154</sup>

- Internationale Aktivitäten: Elektroautos sind nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Staaten Gegenstand von Diskussionen und Förderaktivitäten geworden. So fördert China die Erprobung von Elektrofahrzeugen in zehn Modellregionen in den Jahren 2009 bis 2011. Beteiligt sind hierbei etwa 10.000 Elektrofahrzeuge und das Fördervolumen beträgt umgerechnet rund 2 Mrd. Euro. Weiterhin fördert China die Forschung an effizienten Antriebstechnologien mit einem Fonds im Wert von etwa 1 Mrd. Euro. Die USA planen die Förderung von Batterietechnologien mit einem Volumen von 2 Mrd. US-Dollar und wollen zusätzlich die Produktion von sparsamen Fahrzeugen mit einem Kreditprogramm in Höhe von 25 Mrd. US-Dollar für den Aufbau und die Ausrüstung entsprechender Fabriken fördern.<sup>155</sup> Beispielsweise erhielt Nissan KK einen Kredit in Höhe von etwa 1,4 Mrd. US-Dollar, um seine Fabrik in Smyrna im US-Bundesstaat Tennessee umzurüsten und dort das Elektroauto Nissan Leaf und Batterien zu produzieren.<sup>156</sup> Weiterhin sollen über einen Zeitraum von zehn Jahren saubere Technologien mit 150 Mrd. US-Dollar sowie Vorhaben zur Demonstration der Infrastruktur für Elektroautos mit 400 Mrd. US-Dollar gefördert werden.<sup>157</sup> In Österreich wurde durch das Lebensministerium und die Wirtschaftskammer Österreich ein 10-Punkte-Aktionsprogramm zur Förderung der Elektromobilität entwickelt. Ein Treiber ist auch hier die Klimapolitik sowie geltendes EU-Recht. Hiernach muss Österreich den Anteil der erneuerbaren Energien im Straßenverkehr auf 10 % erhöhen, worin auch Elektrofahrzeuge enthalten sind. Ziel des Aktionsprogramms ist es, in Österreich die Zahl Elektroautos bis zum Jahr 2020 auf 250.000 Stück zu steigern und die Integration von Elektrofahrzeugen in die österreichischen

---

<sup>154</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010), o. S.

<sup>155</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie et al. (2009), S. 2.

<sup>156</sup> Vgl. Motor-Informationen-Dienst (2010a), o. S.

<sup>157</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 15.

Mobilitätsstrukturen zu gestalten. Das österreichische Aktionsprogramm hat mehrere Handlungsfelder identifiziert und setzt sich zusammen aus den Themenkomplexen direkte Förderung, steuerliche Anreize, Aufbau von Modellregionen, Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, Förderung der erneuerbaren Energien, Aufbau einer intelligenten Strom- beziehungsweise Ladeinfrastruktur, Gewährung von Nutzervorteilen, Information und Ausbildung.<sup>158</sup> Mit einem weiteren Aktionsprogramm, der Initiative Klima: aktiv mobil des Lebensministeriums werden Kommunen, Unternehmen und Verbände beim Umstieg auf Elektrofahrzeuge beraten und unterstützt. Etwa 400 Einzelprojekte wurden mit einem Fördervolumen von 23,5 Mio. Euro begünstigt. Dieses Fördervolumen löste ein Investitionsvolumen von 133 Mio. Euro aus, wodurch in mehr als 4.700 Fällen die Anschaffung von alternativen Fahrzeugen beziehungsweise Umrüstung herkömmlicher Fahrzeuge auf alternative Kraftstoffe finanziert wurde.<sup>159</sup> Im Vereinigten Königreich Großbritannien und Nordirland wurde ebenfalls die Möglichkeit des Klimaschutzes durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen erkannt.<sup>160</sup> Daher wurde von Regierungsseite aus das New Automotive Innovation and Growth Team (NAIGT) gebildet, welches gemeinsam mit der Automobilindustrie Zukunftsszenarien bis zum Jahr 2025 für den Automobilssektor und Empfehlungen für nationale Strategien der Regierung entwickeln soll.<sup>161</sup> Bislang investierte die britische Regierung 140 Mio. Pfund in die Low Carbon Vehicle Innovation Platform des Technology Strategy Board, ein Gremium zur Unterstützung von Erforschung und Entwicklung von innovativen Technologien.<sup>162</sup> Zusätzlich wurde ein Anreizprogramm mit einem Volumen von 230 Mio. Pfund zum Kauf von emissionsarmen Fahrzeugen aufgebaut.<sup>163</sup> Weiterhin wurde für die nächsten Jahre der Aufbau der Ladeinfrastruktur als ein nächster Schritt erkannt, was durch die Motivation interessierter Regionen, vergleichbar mit den deutschen Modellregionen, zum Aufbau einer infrastrukturellen Grundlage erreicht werden soll.<sup>164</sup> Für den Aufbau einer Ladeinfrastruktur wurde bereits ein Fördervolumen von 30 Mio. Pfund bereitgestellt.<sup>165</sup> Als Zwischenergebnis kann hier festgehalten werden, dass in London die Zahl von Elektroautos im Zeitraum 2003

---

<sup>158</sup> Vgl. Berlakovich, N., Hochhauser, A. M. (2010), S. 1ff.

<sup>159</sup> Vgl. Klima: aktiv mobil (2010), S. 9.

<sup>160</sup> Vgl. Department for Transport et al. (2008), S. 3.

<sup>161</sup> Vgl. Department of Business, Innovation and Skills (2010), o. S.

<sup>162</sup> Vgl. Technology Strategy Board (2010), o. S.

<sup>163</sup> Vgl. Department of Business, Innovation and Skills (2009), S. 15.

<sup>164</sup> Vgl. Department for Transport et al. (2008), S. 4.

<sup>165</sup> Vgl. Department of Business, Innovation and Skills (2009), S. 15.

bis 2008 von 90 auf 1.600 zugenommen hat.<sup>166</sup> Japan hat Elektroautos im Jahr 2008 als eine von 21 technischen Möglichkeiten identifiziert, um die Schadstoffemissionen zu reduzieren.<sup>167</sup> Unter anderem wird daher die Forschung im Bereich der Batterietechnologie mit 200 Mio. Euro über einen Zeitraum von fünf Jahren gefördert.<sup>168</sup> Ziel ist es, im Vergleich zum Jahr 2008 bis 2020 die Batteriekapazität zu verdreifachen und gleichzeitig die Kosten um 90 % zu senken. Bis zum Jahr 2030 soll die Batteriekapazität gar um 600 % gesteigert und die Batteriekosten auf 2,5 % gesenkt werden.<sup>169</sup> Frankreich schließlich hat ein Programm mit einem Volumen von 400 Mio. Euro aufgestellt, um Hybrid- und Elektrofahrzeuge in den Jahren 2009 bis 2013 zu fördern<sup>170</sup> und plant, innerhalb der nächsten zehn Jahre weitere 2,5 Mrd. Euro in Forschung und Entwicklung, den Infrastrukturaufbau und Subventionen zu investieren.<sup>171</sup> Zusätzlich sind in vielen Staaten staatliche Zuschüsse in Höhe eines umgerechnet fünfstelligen Eurobetrags für jedes erworbene Elektroauto eingeführt worden.<sup>172</sup> Dieser Themenbereich wird aber separat im weiteren Verlauf dieser Arbeit betrachtet.

*Ökonomisches Umfeld:* Im folgenden Kapitel sollen ausgewählte makroökonomische Bezugspunkte des Automobils betrachtet werden. Hierzu zählen die Einbindung der Automobilherstellung in die Volkswirtschaft, die Entwicklung der Kraftstoffpreise sowie der Einfluss der durch das Automobil ermöglichten individuellen Mobilität auf die Gesellschaft.

- Volkswirtschaftliche Bedeutung der Automobilindustrie: Die Automobilindustrie nimmt eine gewichtige Position innerhalb der Volkswirtschaft Deutschlands und anderer Industrieländer ein. So waren beispielsweise in Deutschland im Jahr 2007 insgesamt circa 39,7 Mio. Menschen erwerbstätig, davon über 7,9 Mio. Menschen im produzierenden Gewerbe ohne Baugewerbe.<sup>173</sup> In der Automobilindustrie direkt beziehungsweise indirekt über die Automobilzulieferindustrie waren in Deutschland mehr als 750.000 Menschen beschäftigt.<sup>174</sup> Das bedeutet, dass im Jahr 2007 in Deutschland circa 9,48 % aller im produzierenden Gewerbe ohne Baugewerbe erwerb-

<sup>166</sup> Vgl. Bündnis 90/Die Grünen (2008), S. 19.

<sup>167</sup> Vgl. Ministry of Economy, Trade and Industry (2008), S. 2f.

<sup>168</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie et al. (2009), S. 2.

<sup>169</sup> Vgl. Ministry of Economy, Trade and Industry (2008), S. 24f.

<sup>170</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 14.

<sup>171</sup> Vgl. Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg et al. (2010), S. 35f.

<sup>172</sup> Vgl. Fasse, M., Delhaes, D., Alich, H. (2009), o. S.

<sup>173</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt Deutschland (2008), o. S.

<sup>174</sup> Vgl. Bundesregierung (2007), o. S.

stätigen Menschen in der Automobilindustrie beschäftigt waren. Weltweit waren im Jahr 2008, bezogen auf die 39 größten Herstellerländer, über 8,5 Mio. Erwerbstätige in der Automobilindustrie tätig und haben dort einen Umsatz von circa 2 Bio. Euro erwirtschaftet.<sup>175</sup> Im Jahr 2008 wurden weltweit insgesamt über 70 Mio. Fahrzeuge hergestellt. In Deutschland wurden circa 5,5 Mio. Fahrzeuge produziert.<sup>176</sup> Der Anteil der in Deutschland hergestellten Fahrzeuge an der weltweiten Produktion lag 2008 somit bei circa 7,85 %. Globale Schwerpunktregionen der Automobilproduktion sind Europa, Nordamerika und Japan.<sup>177</sup> Allerdings sanken in den USA die Produktionszahlen für Automobile in den Jahren 2004 bis 2009 von 14 Mio. auf 10 Mio. Stück.<sup>178</sup> In Japan wurde 2004 in der Automobilindustrie ein Umsatz von 435 Mrd. Euro erwirtschaftet, in den USA 425 Mrd. Euro und in Deutschland 228 Mrd. Euro.<sup>179</sup> Im Jahr 2008 stieg der Umsatz in der deutschen Automobilindustrie auf über 250 Mrd. Euro.<sup>180</sup> In Deutschland entfielen im Jahr 2007 circa 20 % des durch die Industrie in Deutschland erwirtschafteten Umsatzes auf den Automobilssektor.<sup>181</sup> Neben den Steuern, die auf die getätigten Umsätze, die Einkommen der im Automobilssektor Beschäftigten und die Gewinne der Unternehmen entfallen, wird in Deutschland die Nutzung von Automobilen über die Energiesteuer, als Nachfolgerin der Mineralölsteuer, belastet. Im Jahr 2008 betrug die Höhe der vereinnahmten Energiesteuer 39,2 Mrd. Euro, während im selben Steuerjahr beispielsweise 141,9 Mrd. Euro Lohnsteuer sowie 176,0 Mrd. Euro Umsatzsteuer eingenommen wurden. Die gesamten Steuereinnahmen der Bundesrepublik Deutschland beliefen sich 2008 auf circa 561,2 Mrd. Euro.<sup>182</sup> Somit entfielen etwa 7 % der gesamten Steuereinnahmen auf die Energiesteuer.

- Kraftstoffpreise als wirtschaftliche Einflussgröße: Ein weiterer ökonomischer Faktor bei der Betrachtung von Automobilen sind die Kraftstoffpreise. Abbildung 4 zeigt eine grafische Übersicht über die Preisentwicklung je Barrel Rohöl, was etwa 159 l entspricht, seit dem Jahr 1973 bis zum Jahr 2009. Für den deutlichen Ausschlag in den Jahren 1979 bis 1985 ist die Ölpreiskrise Ende der 1970er Jahre verantwortlich. Der seit 1999 zu

<sup>175</sup> Vgl. Wallentowitz, H., Freialdenhoven, A., Olschewski, I. (2008), S. 5.

<sup>176</sup> Vgl. Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (2010), Seite 38f.

<sup>177</sup> Vgl. Wallentowitz, H., Freialdenhoven, A., Olschewski, I. (2008), S. 5.

<sup>178</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 26.

<sup>179</sup> Vgl. Wallentowitz, H., Freialdenhoven, A., Olschewski, I. (2008), S. 5.

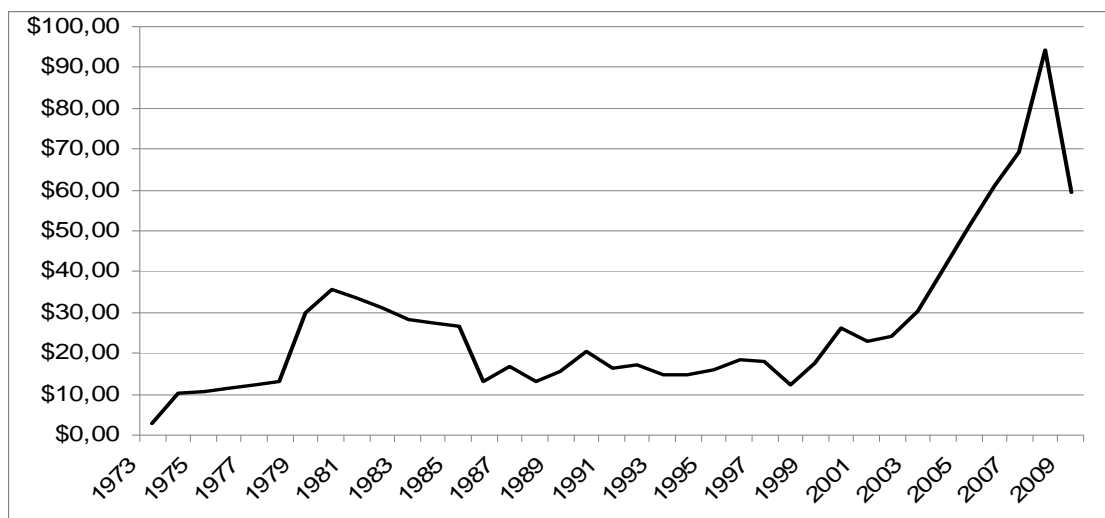
<sup>180</sup> Vgl. Verband der Automobilindustrie (2010), o. S.;

<sup>181</sup> Vgl. Bundesregierung (2007), o. S.

<sup>182</sup> Vgl. Bundesministerium der Finanzen (2009), o. S.

verzeichnende starke Anstieg des Rohölpreises ist auf die weltweit schwindenden Ressourcen zurückzuführen. Der Maximalwert von 94,10 US-Dollar im Jahr 2008 betrug das mehr als Fünfeinhalbfache des Rohölpreises von 1991 mit 16,56 US-Dollar je Barrel.<sup>183</sup>

**Abbildung 4: Rohölweltmarktpreis seit 1973 in US-Dollar/Barrel**



Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben der EnergieAgentur.NRW (2010), o. S.

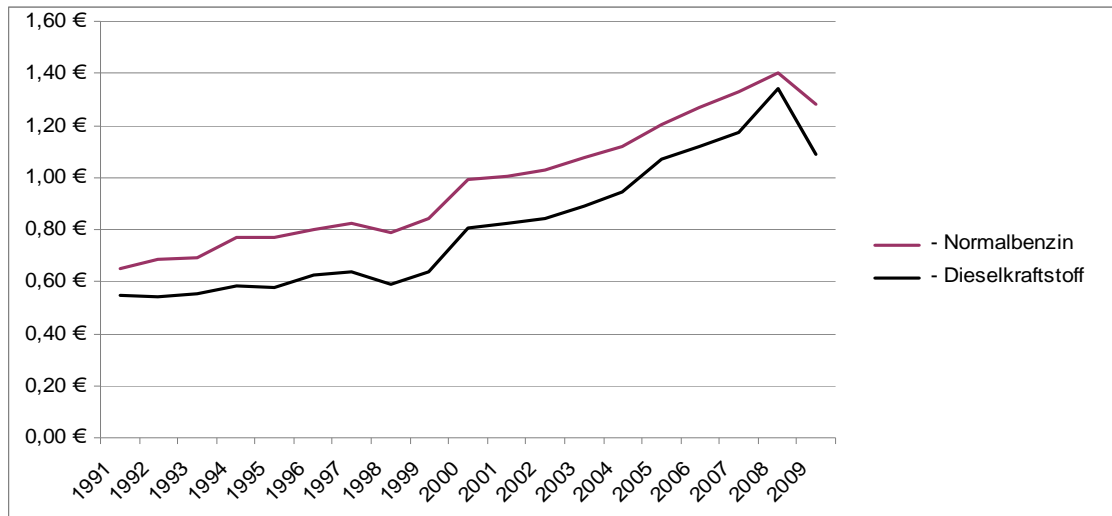
Die Betrachtung der Kraftstoffpreisentwicklung in Deutschland lässt ebenfalls einen klaren Trend erkennen. Die Preise für Normalbenzin und Dieseldieselfkraftstoff haben sich seit 1991 mehr als verdoppelt. Kostete der Liter Normalbenzin 1991 umgerechnet 0,65 Euro, betrug der Preis 2009 je Liter 1,28 Euro. Der Dieselpreis stieg im selben Zeitraum von 0,55 Euro je Liter auf 1,09 Euro an.

Unter den europäischen Ländern ist derselbe, aufwärtsgerichtete Preistrend zu beobachten wie in Deutschland, auch wenn die jeweiligen Preise von Land zu Land sehr unterschiedlich ausfallen. Auffällig ist dabei das landesspezifische Verhältnis der Benzin- und Dieselpreise zu den Strompreisen. Während z.B. Großbritannien bei Benzin und Diesel in 2008 an der Preisspitze lag, rangierten die Strompreise im europäischen Vergleich auf den unteren Rängen. Abbildung 5 veranschaulicht diese Entwicklung. Die Abnehmerpreise für Strom in Deutschland stellt Abbildung 6 dar. Der Maximalwert von 22,72 Cent im Jahr 2009 stellt eine Steigerung von mehr

<sup>183</sup> Vgl. EnergieAgentur.NRW (2010), o. S.

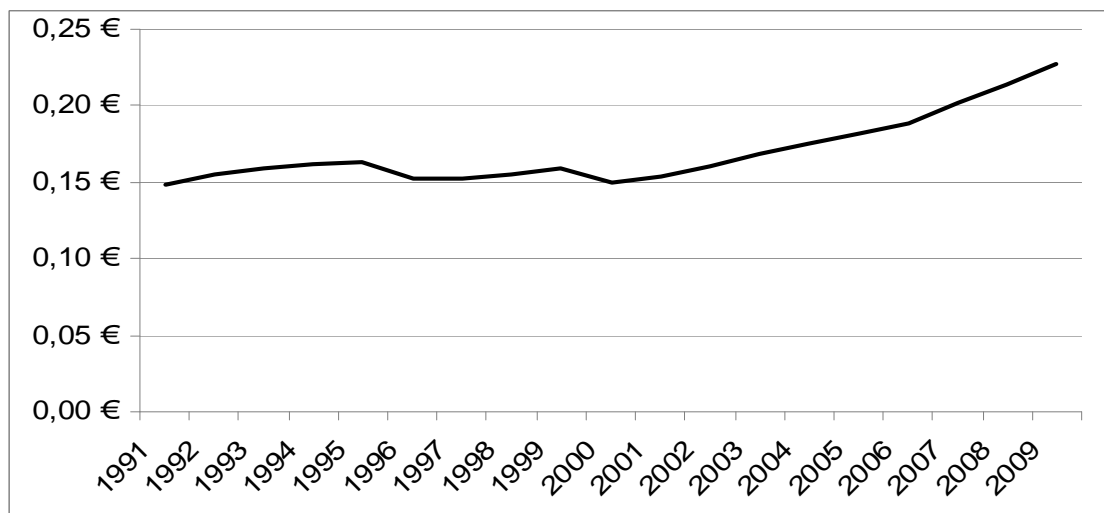
als 53 % gegenüber dem Preis des Jahres 1991 mit 14,80 Cent /kWh dar.<sup>184</sup>

**Abbildung 5: Kraftstoffpreise in Deutschland seit 1991 in Euro/l**



Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (2010b), o. S.

**Abbildung 6: Strompreis für Haushalte in Deutschland seit 1991 in Euro/kWh**



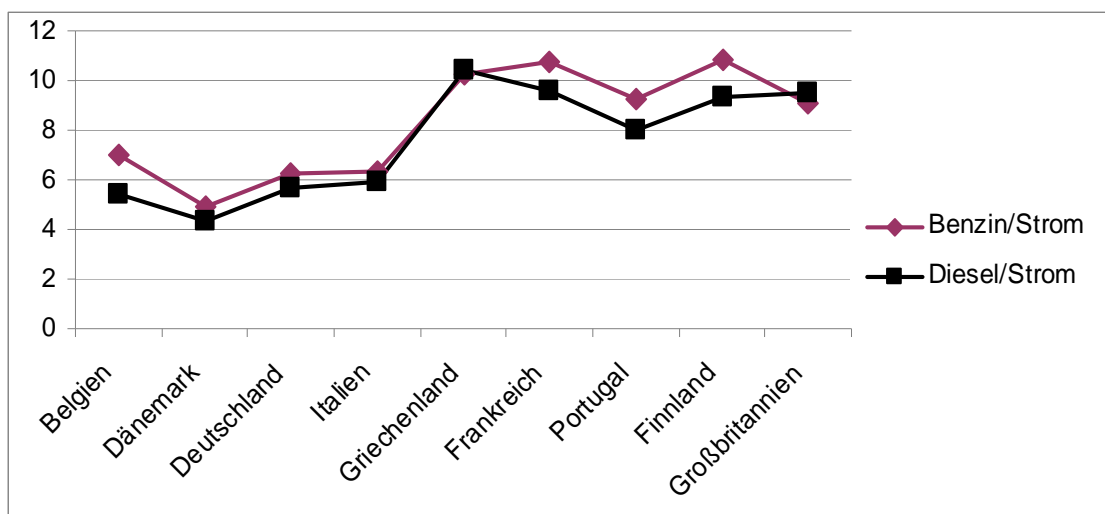
Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (2010b), o. S.

Auch wenn an dieser Stelle nicht der Energiegehalt eines Liters Benzin beziehungsweise Diesel mit dem einer Kilowattstunde Strom verglichen werden soll, ist erkennbar, dass in den jeweiligen Ländern deutliche Unterschiede in den Wirtschaftlichkeits- und Verbrauchskostenberechnungen

<sup>184</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010b), o. S.

hervortreten werden. Werden Elektrofahrzeuge mit verbrennungsmotorbetriebenen Fahrzeugen verglichen, werden in der Betrachtung Benzin und Diesel durch Strom substituiert. Das Verhältnis, in dem Strom Benzin und Diesel ersetzt, wird als fest angenommen. Somit kommt dem Multiplikator für den Preis pro Energieeinheit eine entscheidende Bedeutung zu, denn je größer der Multiplikator, desto positiver fällt dieser Teil einer Wirtschaftlichkeitsberechnung zugunsten des Elektroautos aus.

**Abbildung 7: Verhältnis Benzin- und Dieselpreise zu Strompreisen im Jahr 2008**



Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (2010c), o. S.

Im Jahr 2008 betrug der Benzin- und Dieselpreis je Liter in Deutschland etwa das Sechsfache des Strompreises je Kilowattstunde. Für Griechenland war ein Faktor von über Zehn festzustellen. In Dänemark hingegen lagen die Preise für Benzin und Diesel nicht über dem Fünffachen des Strompreises.<sup>185</sup> Abbildung 7 weist die unterschiedlichen Preisverhältnisse als Multiplikator im Verhältnis Benzin- beziehungsweise Dieselpreis zu Strompreis am Beispiel ausgewählter europäischer Länder aus.

Nicht näher berücksichtigt wurden bei diesen Betrachtungen die Auswirkungen der Inflation sowie die Zusammensetzung der Energiepreise, insbesondere nicht die Einflüsse der nationalen Steuerpolitik auf die Preisentwicklung.

<sup>185</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010c), o. S.

- **Mobilität – Weltweiter Wachstumstreiber der Automobilindustrie:** Das Automobil steht heutzutage für einen hohen Grad an individueller Mobilität. Im Jahr 1953 beispielsweise betrug der Automobilbestand in Deutschland 1 Mio. Stück und stieg bis 1959 auf 4 Mio. Stück an.<sup>186</sup> Im Jahr 2009 hingegen wurden in Deutschland 3,8 Mio. PKW neu zugelassen.<sup>187</sup> Dadurch betrug im Januar 2010 der Bestand an PKW 41,7 Mio. Stück.<sup>188</sup> Die Bevölkerungszahl wird für den gleichen Zeitraum auf 81,7 Mio. Menschen in Deutschland geschätzt.<sup>189</sup> Somit besitzen rechnerisch circa 51 % der Einwohner in Deutschland einen PKW beziehungsweise statistisch verfügt jeder Erwerbstätige über einen PKW. Im Jahr 2003 wurden in Deutschland schätzungsweise 915 Mrd. Personen-Kilometer zurückgelegt. Diese Zahl ergibt sich aus der Multiplikation von beförderten Personen und zurückgelegten Kilometern. Zu circa 80 % wurden hierfür PKW genutzt. Dabei werden in Deutschland täglich über 140 Mio. Fahrten unternommen.<sup>190</sup> Für den Weg zur Arbeit nutzten im Jahr 2008 circa 59,6 % der Erwerbstätigen in Deutschland den PKW, 56,1 % als Selbstfahrer und 3,5 % als Mitfahrer. Gleichzeitig stiegen im Vergleich zum Jahr 1996 - durch die gesteigerte berufliche Mobilität - sowohl die für den Weg zur Arbeit zurückgelegte Fahrtstrecke als auch die Fahrzeit an. Etwa 45,8 % der Erwerbstätigen legten hierbei eine einfache Strecke von weniger als 10 km zurück, 28,1 % gaben für den Weg zur Arbeit eine Strecke zwischen 10 km und 25 km an und circa 16,2 % der Erwerbstätigen hatten eine einfache Strecke von mehr als 25 km zurückzulegen. Die Fahrzeit betrug dabei für 31,8 % der Erwerbstätigen mehr als 30 min.<sup>191</sup> Für die USA ist zu konstatieren, dass die individuelle Mobilität tief in der Mentalität der Menschen verankert ist und sich auch infrastrukturell manifestiert hat. Zum Beispiel wurde schon bei der Planung der US-amerikanischen Vorstädte die Integration des öffentlichen Nahverkehrs oder die Nutzung des Fahrrads vernachlässigt. Gleichzeitig sind Wohngebiete in den USA nur schwach von einer Mischnutzung geprägt, sodass in Wohngebieten für alltägliche Fahrten wie für den Besuch des Kindergar-

---

<sup>186</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 12f.

<sup>187</sup> Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt (2010b), o. S.

<sup>188</sup> Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt (2010c), o. S.

<sup>189</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt Deutschland (2010), o. S.

<sup>190</sup> Vgl. Wallentowitz, H, Freialdenhoven, A., Olschewski, I. (2008), S. 2.

<sup>191</sup> Vgl. Grau, A. (2009), o. S.

tens oder zum Einkaufen - systemisch bedingt - weite Strecken mit dem Auto zurückgelegt werden müssen.<sup>192</sup>

Für Russland mit einer Einwohnerzahl von etwa 140 Mio. Menschen wird ein steigender Autoabsatz prognostiziert. Ausgelöst vom Wirtschaftswachstum seit den 1990er Jahren, dem damit einhergehenden Kaufkraftgewinn und verbunden mit dem Wunsch nach individueller Mobilität ist ein Wandel der Strukturen und des Mobilitätsverhaltens zu erkennen. Beispielsweise zieht eine wachsende Anzahl von Menschen in die Vororte großer Städte, wo nicht auf das gut ausgebaute öffentliche Nachverkehrsangebot zurückgegriffen werden kann. Stattdessen wird das eigene Auto genutzt. Weiterhin liegen Einkaufszentren oftmals außerhalb der Städte, sodass Wochenkäufe mit dem Automobil erledigt werden. Zudem besitzt circa 50 % der Bevölkerung in Russland Wochenendhäuser oder Datschen, die zu Ferienzeiten oder am Wochenende bevorzugt mit dem PKW statt mit dem Bus angefahren werden.<sup>193</sup>

In Indien ist ebenfalls von einem deutlichen Anstieg der Verkaufszahlen für Automobile auszugehen. Ausgelöst durch eine Kombination von positiver wirtschaftlicher Entwicklung, Statusdenken und dem Drang nach individueller Mobilität wird erwartet, dass insbesondere die stark wachsende Mittelschicht den Absatz von Automobilen in Indien vorantreiben wird. Eine Spiegelung dieser Erwartungshaltung mit der Entwicklung der genannten Zielgruppe verdeutlicht das Ausmaß dieser Prognose. Betrug 1995 die Zahl der im Fokus stehenden Haushalte der unteren Mittelschicht noch circa 26 Mio., wuchs die Anzahl bis 2009 auf etwa 75 Mio. Haushalte. Für das Jahr 2014 werden 100 Mio. Haushalte prognostiziert.<sup>194</sup>

*Wissenschaft und Forschung in Deutschland positionieren sich:* Im Vergleich zum Verbrennungsmotorbetriebenen Fahrzeug befindet sich das Elektrofahrzeug immer noch im Entwicklungsstadium. Daher wird die Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektrofahrzeuge gefordert und gefördert, sowohl von politischer Seite als auch seitens der Industrie. So flossen - neben staatlichen Förderzuschüssen - aus der deutschen Automobilindustrie im Jahr 2009 insgesamt 20,9 Mrd. Euro in die Forschung, größtenteils zur Entwicklung effizienter Antriebe.<sup>195</sup> Die Förderung von Forschungsaktivitäten hat aber nicht erst heute zur Forschung an und Entwicklung von Elektroautos geführt. In Deutschland wird beispielsweise an der Hochschule Bochum bereits seit

---

<sup>192</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 29.

<sup>193</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 37ff.

<sup>194</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 41.

<sup>195</sup> Vgl. Hanke, W., Rother, F., Stölzel, T. (2010), S. 8.

dem Jahr 1999 an der Entwicklung von Elektrofahrzeugen gearbeitet, woraus in mehreren Forschungsprojekten Elektrofahrzeuge wie der Mad Doc 3 (entwickelt zwischen 1999 und 2001), der Hans Go (entwickelt zwischen 2001 und 2003), Solar World No. 1 (entwickelt in den Jahren 2005 bis 2007) und der BO Cruiser (entwickelt zwischen 2008 und 2009) hervorgegangen sind. Aktuell wird an der Entwicklung und am Bau eines serientauglichen Kleintransporters auf Elektrobasis mit der Bezeichnung BO mobil gearbeitet. An der Entwicklung beteiligen sich als Partner sowohl Hersteller für Elektronikkomponenten, Karosseriebauteile, Elektroantriebe oder Energiespeicher, als auch die Opel GmbH<sup>196</sup> als Autohersteller mit Standardfahrzeugkomponenten oder die Delphi Corporation als Automobilzulieferer mit Kabelsätzen. Abschließend ist auch die TÜV Nord AG für Fragen zur Zulassung eingebunden.<sup>197</sup>

Die Universität Duisburg Essen wird von 2010 bis 2012 eine Studie über Elektromobilität im Stadtverkehr der Stadt Köln samt Umgebung mit dem Projektnamen „colognE-mobil“ erarbeiten. Hierzu werden mehr als 50 Mitarbeiter aus 15 Lehrstühlen in den Teilbereichen Sicherheitstechnik, Straßenbau, Logistik und Psychologie mittels Fahrversuchen, Simulationen und theoretischen Methoden forschen. Die Ford-Werke GmbH wird als Automobilhersteller 25 Fahrzeuge und der Kölner Energieversorger RheinEnergie AG die Infrastruktur auf Ökostrombasis beisteuern. Gefördert wird die Studie durch den Bund mit einem Förderbetrag in Höhe von 7,5 Mio. Euro sowie dem Land NRW mit 1,2 Mio. Euro. Den Restbetrag des 15 Mio. Euro teuren Projekts tragen die beteiligten Unternehmen.<sup>198</sup> An der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH Aachen) läuft zurzeit das Forschungsprojekt E-Mobilität im Pendlerverkehr, an dem das Institut für Hochspannungstechnik der RWTH Aachen, der Energieversorger RWE AG, der französische Automobilhersteller Renault SAS sowie die Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen beteiligt sind und welches von der EnergieAgentur.NRW koordiniert wird. Vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung mit einem Betrag von 7 Mio. Euro gefördert, soll die Integration von Elektromobilität in den Pendlerverkehr der Städte entlang der Bundesautobahn 40 erforscht und umgesetzt werden. Renault stellt 40 Exemplare von Vorserien-Testfahrzeugen zur Verfügung. Weitere 110 umgerüstete Leasing-Elektrofahrzeuge stellt die RWE AG bereit. Die notwendige Infrastruktur baut die RWE AG bis Mitte 2011 im Schwerpunkt in den Städten Mühlheim, Dortmund und Essen auf. Im Fokus steht weiterhin die Datensammlung, um marktfähige Produkte zu

---

<sup>196</sup> Stand bei Veröffentlichung: Opel AG

<sup>197</sup> Vgl. Pautzke, F. (2010), S. 16f.

<sup>198</sup> Vgl. Köln (2010), o. S.; Trechow, P. (2010), o. S.

entwickeln. Als Beispiel seien hier Navigationsgeräte mit einer Übersicht über Ladestationen und angepasster Routenplanung genannt.<sup>199</sup>

Im November 2007 wurde die sogenannte „Innovationsallianz Lithium-Ionen-Batterie LIB 2015“ gegründet. Gefördert von den Unternehmen BASF SE, Robert Bosch GmbH, Evonik AG, Volkswagen AG und Li-Tec Battery GmbH mit einem Volumen von 360 Mio. Euro, wissenschaftlich getragen von 27 Forschungseinrichtungen und Hochschulen und koordiniert vom Institut Physikalische Chemie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, soll an der Technologie der Lithium-Ionen-Batterie geforscht werden. Ziel ist es, die Dichte von Energie und Leistung von Batterien und somit die Reichweite von Elektrofahrzeugen zu erhöhen. Das Bundesministerium für Forschung und Bildung steuert hierzu einen Förderbetrag in Höhe von 60 Mio. Euro für einen Zeitraum von vier Jahren bei.<sup>200</sup>

An der Forschung beteiligt sich auch die Fraunhofer Gesellschaft, welche in Europa über 80 Forschungseinrichtungen betreibt, zum Beispiel 59 sogenannte Fraunhofer-Institute in Deutschland. Aktuell sind in der Fraunhofer Gesellschaft insgesamt etwa 17.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt, die mit Hilfe von Forschungsgeldern in einem Volumen von rund 1,6 Mrd. Euro forschen. Internationale Verbindungen werden über Niederlassungen in den USA, in Asien und im Nahen Osten hergestellt.<sup>201</sup> So forscht das Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie in Itzehoe im Bereich der Batterien. Als weitere Beispiele können das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen, das Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie in Erlangen oder das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik genannt werden.<sup>202</sup> Ausgelöst durch den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität der deutschen Bundesregierung arbeiten 34 dieser Fraunhofer-Institute gemeinsam an dem Projekt Systemforschung Elektromobilität.<sup>203</sup> Hierbei soll die gesamte Wertschöpfungskette unter besonderer Betrachtung der Schnittstellen untersucht werden, um Technologie und Wissen zu erschließen. Dies soll anschließend der Industrie zur Verfügung gestellt werden.<sup>204</sup> Ein konkretes Ziel lautet, bis 2011 ein Elektrofahrzeug namens Frecco zu Demonstrationszwecken zu entwickeln.<sup>205</sup> Insgesamt werden der Fraunhofer Gesellschaft für die Forschung im Bereich Elektromobilität vom deutschen Staat 44 Mio. Euro zur Verfügung gestellt.<sup>206</sup>

---

<sup>199</sup> Vgl. RWTH Aachen (2010), o. S.

<sup>200</sup> Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010), o. S.; Bundesministerium für Bildung und Forschung (2007), S. 2.

<sup>201</sup> Vgl. Fraunhofer Gesellschaft (2010), o. S.

<sup>202</sup> Vgl. Niesing, B. (2009a), S. 10f.

<sup>203</sup> Vgl. Hess, W. (2010), S. 101f.

<sup>204</sup> Vgl. Niesing, B. (2009b), S. 10.

<sup>205</sup> Vgl. Hess, W. (2010), S. 101f.

<sup>206</sup> Vgl. Niesing, B. (2009b), S. 10.

## **4 Kosten und Infrastruktur für Elektroautos**

Im folgenden Kapitel werden die Kosten für Elektroautos, separiert in Anschaffungs- und Unterhaltskosten, und Fakten zur Ladeinfrastruktur für Elektroautos in Form unterschiedlicher Ladepunkte und Batteriewechselstationen analysiert. Weiterhin werden die Verbindungen zu den erneuerbaren Energien sowie zu den Themenkomplexen der intelligenten Navigation und des effizienten Energiemanagements im Stromnetzwerk näher beleuchtet. Zum Abschluss wird die Notwendigkeit qualifizierter Fachkräfte betrachtet.

### **4.1 Anschaffungskosten für Fahrzeug und Batterie**

In diesem Abschnitt werden die Anschaffungskosten für Elektroautos untersucht und mit den Anschaffungskosten für herkömmliche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor verglichen. Dabei wird unter Anschaffung grundsätzlich der Kauf des vollständigen Fahrzeugs verstanden. Als Betrachtungsobjekte sollen für die nähere Zukunft avisierte Serien-Elektroautos dienen. Jedoch soll hier keine Betrachtung der Finanzierungskosten erfolgen und daher auch nicht unterschieden werden, ob das Fahrzeug mit Eigenkapital oder Fremdkapital finanziert wurde. Lediglich für die Batterie wird in einem Sonderfall eine Fremdfinanzierung vereinfacht berücksichtigt. Abschließend wird die Bedeutung des Restwertes bei Wiederverkauf eines Elektroautos erläutert.

Bedingt durch die zurzeit noch hohen Batteriekosten, unterschiedliche Fahrzeugkomponenten sowie höhere Forschungs- und Entwicklungskosten und höhere Margen, die eingepreist und beim Käufer abgeschöpft werden sollen, wird davon ausgegangen, dass die Preise für Elektroautos in der Markteinführungsphase deutlich über denen verbrennungsmotorbetriebener Fahrzeuge liegen werden. So erwartet ein Szenario für den Zeitraum 2012 bis 2014 durchschnittliche Listenpreise für Elektrofahrzeuge von etwa 26.400 Euro, während bei verbrennungsmotorbetriebenen Fahrzeugen im selben Zeitraum von einem durchschnittlichen Listenpreis in Höhe von 10.800 Euro ausgegangen wird. Diese Differenz von 15.600 Euro wird zu einem großen Teil, nämlich mit etwa 9.300 Euro, auf die teureren Fahrzeugkomponenten zurückgeführt. Als weitere Kostentreiber kommt hier die Umsatzsteuer hinzu, die prozentual auf die höheren Herstellkosten von Elektrofahrzeugen aufgeschlagen wird und somit in absoluten Beträgen höher ausfällt als bei konventionellen Fahrzeugen.<sup>207</sup> Der Mehrpreis von Elektrofahrzeugen wird Schätzungen zufolge bis zum Jahr 2020 um circa 9.000 Euro sinken, sodass auf lange Sicht von einer Kaufpreisdifferenz zwischen Elektroautos und

---

<sup>207</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 7.

Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor von etwa 5.000 Euro ausgegangen wird.<sup>208</sup> Gestützt werden kann diese prognostizierte Kostenreduzierung durch Erfahrungen des japanischen Automobilherstellers Toyota, der angibt, dass die Kosten für die Hybridkomponenten des Hybridfahrzeugs Toyota Prius der zweiten Generation im Vergleich zur ersten Generation des Jahres 1997 um 70 % gesenkt werden konnten. Für die dritte Generation des Jahres 2009 wurden die Kosten im Vergleich zur zweiten Generation um weitere 40 % reduziert.<sup>209</sup> Eine Gegenüberstellung der Kosten eines aktuellen Toyota Prius III und der Kosten eines Fahrzeugs der selben Marke mit vergleichbaren Abmessungen, hier am Beispiel des Toyota Verso, führt zu der Feststellung, dass in den Listenpreisen für die Fahrzeugvarianten mit dem jeweils günstigsten Ausstattungspaket und der kleinsten Motorisierung ein Unterschied von etwa 4.000 Euro besteht.<sup>210</sup>

Ein weiteres Beispiel ist der Opel Ampera. Die Idee der Reichweitenverlängerung wurde bereits zuvor vorgestellt. Als Referenzfahrzeug wurde wegen vergleichbarer Abmessungen des Fahrzeugs aus der Kompaktwagenklasse der aktuelle Opel Astra gewählt.<sup>211</sup> Die Motorisierung wurde hierbei aufgrund der konzeptionellen Unterschiede nicht verglichen. Der Opel Astra wird mit Basis-Listenpreisen in einer Bandbreite von 15.900 Euro für die geringste Motorisierung und das geringwertigste Ausstattungspaket bis zu 28.505 Euro für die stärkste Motorisierung und das hochwertigste Ausstattungspaket angeboten. Höhere Preise durch zusätzliche Ausstattung über die Paketangebote hinaus sind möglich.<sup>212</sup> Für den Opel Ampera sind noch keine Preise veröffentlicht. Jedoch wurde verlautbart, dass der Preis - im Sinne der marktorientierten Zielkostenrechnung als Instrument der Preisfindung - nicht über dem eines dieselbetriebenen Opel Zafira aus der Klasse der Kompaktvans mit Automatikgetriebe und Vollausstattung liegen sollte, um erfolgreich vermarktet werden zu können.<sup>213</sup> Der Basispreis für ein solch ausgestattetes Fahrzeug, welcher ebenfalls durch Zusatzausstattung erhöht werden kann, rangiert zwischen 30.550 Euro und 32.350 Euro.<sup>214</sup> Somit ergibt sich eine mögliche Preisdifferenz von mehr als 16.000 Euro, ohne dass zurzeit allerdings Angaben über die Ausstattung eines Opel Ampera verfügbar sind.

Als letztes Beispiel für die voraussichtlichen Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen soll der für die Mitte des Jahres 2012 erwartete Renault Zoe genannt werden. Der Renault Zoe ist als BEV konzipiert und entspricht in seinen Abmessungen ungefähr

---

<sup>208</sup> Vgl. Valentine-Urbschat, M., Bernhart, W. (2009), S. 52.

<sup>209</sup> Vgl. Grünewald, B. (2010), S. 7ff.

<sup>210</sup> Vgl. Toyota (2010b), o. S.; Toyota (2010c), o. S.

<sup>211</sup> Vgl. DiePresse.com (2009), o. S.; Opel (2010b), o. S.

<sup>212</sup> Vgl. Opel (2010b), o. S.

<sup>213</sup> Vgl. Baumann, U. (2009), o. S.

<sup>214</sup> Vgl. Opel (2010c), o. S.

denen eines Kleinwagens vom Typ Renault Clio.<sup>215</sup> Nach Vorstellung des Herstellers wird der Renault Zoe preislich etwa 5.000 Euro über dem eines dieselbetriebenen Renault Clio liegen, wenn die in Frankreich gewährte staatliche Prämie für den Kauf von Elektrofahrzeugen heraus gerechnet wird. Ein Renault Clio mit Dieselantrieb wird, je nach Karosserievariante und Ausstattungspaket, zu Listenpreisen zwischen 14.100 Euro und 19.900 Euro angeboten, wobei auch hier die optionale Zusatzausstattung den Endpreis erhöhen kann.<sup>216</sup> Nach diesen Berechnungen würde ein möglicher Listenpreis für einen Renault Zoe zwischen 19.100 Euro und über 24.900 Euro liegen. Allerdings sind in diesem Betrag die Kosten für die Batterie nicht enthalten. Den Batterieerwerb will der Hersteller über ein Leasingmodell darstellen. Als monatliche Leasingrate werden 100 Euro genannt.<sup>217</sup> Ausgehend von einer Batterienutzungsdauer, abhängig von der Anzahl der Ladevorgänge, von beispielsweise vier Jahren, würden sich die Kosten, die der Anschaffung zuzurechnen sind, um weitere 4.800 Euro erhöhen. Losgelöst von den Finanzierungskosten des Leasings würde die Preisdifferenz zwischen einem Renault Zoe und einem Renault Clio als Referenzfahrzeug somit ungefähr 10.000 Euro betragen. Je größer der Zeitraum, über den die Leasingfinanzierung gestreckt wird, und je länger die genannte Leasingrate von 100 Euro gezahlt würde, desto höher würde die Preisdifferenz ausfallen.

Neben der Kostenverteilung auf mehrere Jahre durch die Leasingfinanzierung der Batterie ergäbe sich hierdurch aber auch die Möglichkeit, das Eigentum an dem Fahrzeug und der Batterie zu trennen. Ein Vorteil wäre, dass bei fortschreitender Batterietechnologie ein Tausch älterer Batterien gegen neuere mit höherer Kapazität und höherer Reichweite einfacher darstellbar wäre, da die alte Batterie nach Ablauf des Leasingvertrags zurückgegeben und eine neue Batterie geleast werden würde. Die Gefahr des technischen Rückstandes und eines hohen Wertverlustes innerhalb kurzer Zeit in diesem neuen Bereich der Automobiltechnologie könnte so konzeptionell und insbesondere bei der kostenträchtigsten Fahrzeugkomponente abgeschwächt werden und die Bereitschaft zum Kauf eines Elektrofahrzeugs steigern.<sup>218</sup> Denn nach aktuellen Prognosen wird davon ausgegangen, dass neue Elektroautos schneller an Wert verlieren werden als neue konventionelle Fahrzeuge. Während im Jahr 2015 drei Jahre alte, benzinbetriebene Autos mit einem Anschaffungspreis in Höhe von 20.000 Euro schätzungsweise noch einen Restwert von 43 % aufweisen werden, wird für Elektro-

---

<sup>215</sup> Vgl. Renault (2010b), o. S.; Renault (2010c), o. S.

<sup>216</sup> Vgl. Renault (2010b), o. S.

<sup>217</sup> Vgl. Ostmann, B. (2010), S. 144.

<sup>218</sup> Vgl. all-electronics.de (2009), o. S.

autos bei einem Neupreis im Jahr 2012 von 30.000 Euro nach drei Jahren lediglich ein Restwert von 31 % prognostiziert.<sup>219</sup>

Nicht betrachtet wurden in diesen Beispielen mögliche Unterschiede in den Ausstattungspaketen. Hier existiert für Automobilhersteller ein Ansatzpunkt, Mehrkosten für Elektrofahrzeuge zu verschleiern, indem mangels Vergleichsmöglichkeiten Elektrofahrzeuge mit höherwertig ausgestatteten konventionellen Fahrzeugen verglichen werden müssen. Somit kann der Eindruck einer geringeren Preisdifferenz entstehen beziehungsweise dadurch wird die Preisdifferenz nicht transparent. Denn, abgesehen von echten Kostenreduzierungen durch Fortschritte in der Batterietechnologie aufgrund Forschung und Entwicklung, ist die Ausstattung ein mögliches Instrument, um die Preisdifferenz zwischen konventionellen Fahrzeugen und Elektroautos geringer erscheinen zu lassen, solange sich Größendegressionseffekte wegen zu geringer produzierter Stückzahlen bei Elektroautos noch nicht auf die Stückkosten auswirken konnten und auch die Forschungs- und Entwicklungskosten noch nicht erwirtschaftet wurden. Weil die Preisfindung der Automobilhersteller aber hier nicht näher analysiert werden soll, können lediglich die zu kalkulierenden Anschaffungsmehrkosten für den kaufwilligen Verbraucher aufgezeigt werden, welche nach aktuellen Prognosen von Fachleuten und ersten Aussagen der Hersteller entstehen könnten.

## 4.2 Unterhaltskosten

Nach den Anschaffungskosten werden im folgenden Abschnitt die Unterhaltskosten eines Elektroautos untersucht. Hierfür erfolgt eine Differenzierung nach Kosten für Strom als Benzin- beziehungsweise Dieselsurrogat, Wartungskosten sowie Kosten für Versicherung und Steuer. Anschließend wird die voraussichtliche Amortisationsdauer eines Elektroautos auf Basis aktueller Kennzahlen errechnet.

*Stromverbrauchskosten:* Die Preisentwicklung und das Preisniveau von Strom wurden bereits zuvor näher beleuchtet. Für den Stromverbrauch eines Elektrofahrzeugs hingegen liegen unterschiedliche Schätzungen vor. Die Opel GmbH etwa hat für den Opel Ampera Stromkosten von 0,02 Euro je Kilometer angegeben, während Benzinkosten in Höhe von 0,09 Euro je Kilometer gegenübergestellt werden. Basisdaten für die Benzinkosten sind ein Benzinverbrauch von circa 7,72 l für 100 km Fahrtstrecke sowie ein europaweit durchschnittlicher Benzinpreis von 1,16 Euro je Liter. Für die Berechnung der Stromverbrauchskosten wird keine Berechnungsbasis hinsichtlich Strompreis und -verbrauch genannt, sondern auf europäische Durchschnittswerte verwiesen. Weiterhin unterstellt die Opel GmbH, entsprechend der momentanen Batteriekapazität, eine tägliche Fahrtstrecke von 60 km beziehungsweise eine jährliche Fahrleis-

---

<sup>219</sup> Vgl. Mayer, H. W. (2010), S. T4.

tung von 22.000 km und errechnet daraus einen Benzinverbrauch von 1.700 l jährlich. Nach diesen Daten kann bei einem Elektroauto mit der angenommenen jährlichen Fahrleistung von 22.000 km von einer Benzinkostenersparnis von 1.980 Euro pro Jahr ausgegangen werden. Dem gegenüber stünden Stromverbrauchskosten in Höhe von 440 Euro pro Jahr, sodass die Nettoersparnis bei den Treibstoffkosten 1.540 Euro jährlich ausmachen würde.<sup>220</sup>

Andere Quellen gehen bei Elektroautos von einem Stromverbrauch von 0,15 kWh/km aus.<sup>221</sup> Daraus lässt sich errechnen, dass bei einem für Deutschland ermittelten durchschnittlichen Strompreis von 22,72 Cent/kWh im Jahr 2009 ein Elektroauto in Deutschland circa 3,41 Euro Kraftstoffkosten bei einer Fahrstrecke von 100 km verursachen würde. Bei dem von der Opel GmbH unterstellten Benzinverbrauch von 1.700 l jährlich auf Basis von 7,72 l verbranntem Benzin je 100 km Fahrstrecke, einer jährlichen Fahrleistung von 22.000 km und einem durchschnittlichen Benzinpreis von 1,28 Euro je Liter Benzin im Jahr 2009 in Deutschland würde die Bruttokraftstoffkostenersparnis 2.176 Euro, die Nettoersparnis nach Abzug der etwa 750 Euro Stromverbrauchskosten circa 1.426 Euro pro Jahr betragen.

Anders formuliert bedeutet die Bereitschaft deutscher Kunden, 7,72 l Benzinverbrauch für 100 km Fahrstrecke bei einem Preis von 1,28 Euro je Liter in Kauf zu nehmen, rund 9,9 Cent pro Kilometer zu bezahlen. Daraus kann gefolgert werden, dass Kunden in Deutschland - umgerechnet in Stromkosten bei einem Verbrauch von 0,15 kWh/km - bereit wären, rund 65,8 Cent/kWh bei einem Elektroauto zu bezahlen, wenn die Anschaffungskosten und restlichen Unterhaltskosten gleich wären. Bei einem durchschnittlichen Strompreis in Deutschland im Jahr 2009 von 22,72 Cent macht diese Darstellung das Einsparpotenzial bei den Kraftstoffkosten durch den Einsatz von Strom als Benzin- beziehungsweise Dieseleratz deutlich.

Zu beachten ist, dass auch hier auf die unterschiedliche Besteuerung von Benzin und Strom nicht eingegangen wird. Es könnte jedoch geschehen, dass im Laufe der Zeit, und bei sich verändernden Energie- und Umsatzsteuervolumina aufgrund einer wachsenden Anzahl von Elektroautos und weniger Benzin- und Dieselfahrzeuge, die Staaten ihre Steuerpolitik hinsichtlich Benzin, Diesel und Strom anpassen werden. Fiskalpolitiker könnten versuchen, sinkende Steuereinnahmen aufgrund verringerter Verkaufszahlen bei Benzin- und Diesel mit steigenden Stromsteuersätzen zu kompensieren.

Eine Besonderheit stellt die Möglichkeit zur Batterieaufladung mittels eigener Fotovoltaikanlage dar. Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) in Deutschland sieht vor,

---

<sup>220</sup> Vgl. Opel (2010d), o. S.

<sup>221</sup> Vgl. Albers, H. (2010), S. 6; Klima: aktiv mobil (2010), S. 15.

dass Strom aus Fotovoltaikanlagen, der in das öffentliche Netz eingespeist wird, vergütet wird. Die Umsatzsteuer entfällt hier für die Betreiber der Anlagen. In Zukunft wird diese Vergütung netto 32,88 Cent/kWh betragen. In den Folgejahren ist eine jährliche, degressive Absenkung dieser Vergütung um 9 % für neu errichtete Fotovoltaikanlagen vorgesehen. Eigengenutzter Strom aus Fotovoltaikanlagen mit maximal 30 kW Leistung soll hingegen, abhängig von der Menge des Eigenverbrauchs, mit Nettobeträgen zwischen 20,88 Cent/kWh und 16,50 Cent/kWh gefördert werden. Diese Vergütungsbeträge sollen für in den Folgejahren errichtete Fotovoltaikanlagen nicht degressiv gesenkt werden.<sup>222</sup> Ein Kostenvergleich auf Basis des zuvor genannten durchschnittlichen Bruttostrompreises von 22,72 Cent/kWh im Jahr 2009 in Deutschland verdeutlicht, dass es sich für Besitzer einer Fotovoltaikanlage lohnen kann, wenn sie ihr Elektroauto mit Strom aus eigener Erzeugung aufladen. Erfolgt eine Einspeisung in das öffentliche Netz zu 100 %, wird dies mit 32,88 Cent/kWh netto vergütet. Eine eigengenutzte Kilowattstunde wird mit minimal 16,50 Cent netto vergütet. Hinzu kommen die eingesparten Kosten für den Kauf des Stroms zu 22,72 Cent/kWh brutto. Die Umsatzsteuer von zurzeit 19 % wird bei fremdbezogenem Strom nicht heraus gerechnet, da sie als Endabnehmer, im Gegensatz zum Eigenerzeuger, gezahlt werden muss. Dadurch wird durch Eigennutzung des Stroms ein Gesamtvorteil in Höhe von 39,22 Cent/kWh<sup>223</sup> erzielt, welcher die Einspeisevergütung für den zu 100 % in das öffentliche Netz eingespeisten Strom von 32,88 Cent/kWh übersteigt. Wird mehr als 30 % des produzierten Stroms selbst genutzt, beträgt die Vergütung 20,88 Cent/kWh. Somit erhöht sich der Gesamtvorteil auf 43,60 Cent/kWh.<sup>224</sup>

Zusätzlich wird das Ergebnis durch die Höhe des Strompreises beeinflusst. Steigen die Preise für den ersparten Strom von Fremderzeugern, so erhöht sich der Vorteil im selben Umfang. Das Aufladen eines Elektroautos mit der eigenen Fotovoltaikanlage führt nicht dazu, dass kostenlos getankt werden kann, da gemäß dem Prinzip der Opportunitätskosten die entgangene Vergütung bei vollständiger Einspeisung des Stroms in das öffentliche Netz berücksichtigt werden muss. Jedoch kann die Kombination eines Elektroautos mit der eigenen Fotovoltaikanlage zu deutlichen monetären Vorteilen führen.

Eine Voraussetzung für die Batterieladung mittels einer eigenen Fotovoltaikanlage ist, dass die Anlage am selben Standort platziert wird, an dem das Elektroauto angeschlossen werden kann. Nach Angaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit kann eine Fotovoltaikanlage, je nach Lage, Dachneigung und Dachausrichtung pro kWpeak Leistung eine Strommenge von bis zu

---

<sup>222</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010g), o. S.

<sup>223</sup> 22,72 Cent + 16,50 Cent = 39,22 Cent.

<sup>224</sup> 22,72 Cent + 20,88 Cent = 43,60 Cent.

900 kWh jährlich erzeugen.<sup>225</sup> Dabei wird kWpeak definiert als „Maßeinheit für die genormte Leistung (Nennleistung) einer Solarzelle ... unter Standard-Testbedingungen“<sup>226</sup>. Ausgehend von einer Fahrleistung von 22.000 km pro Jahr und einem Stromverbrauch von 0,15 kWh/km würde eine Strommenge von 3.300 kWh verbraucht, um die Batterie des Elektroautos zu laden. Ohne Betrachtung der genauen Ladezeiten und der optimalen Ladezeitpunkte ergibt diese Rechnung eine Fotovoltaikanlage von mindestens 3,67 kWpeak Leistung.

Eine genaue Analyse in Verbindung mit den Anschaffungskosten und dem Stromoutput einer Fotovoltaikanlage erfolgt hier aufgrund der Vielfalt und Komplexität der Angebote und Preisstrukturen sowie des technischen Charakters nicht. Ebenfalls wird der Einfluss der Einkommensteuer auf die Höhe der erzielten Einspeisevergütung und auf das Ergebnis dieser vereinfachten Gewinnvergleichsrechnung sowie die steuerlichen Auswirkungen von Abschreibungsmöglichkeiten nicht näher untersucht.

Ein Vorteil des Betriebs eines Elektroautos ist nicht nur die Unabhängigkeit von den schwindenden Ölvorkommen, sondern auch eine Unabhängigkeit der Antriebskosten vom Ölpreis, denn für den Strom ist der alleinige Preistreiber nicht der Rohölpreis. Je nach Energiemix wird der Strompreis von Gaspreisen - gekoppelt an den Ölpreis - und von Kohlepreisen sowie den Preisen von Strom aus Kernkraftwerken und aus erneuerbaren Energien beeinflusst. Hier liegt also eine Diversifikation vor.

*Wartungskosten:* Neben Treibstoffkosten zählen Wartungskosten zu den Unterhaltskosten. Für ausschließlich batteriebetriebene Elektroautos wird von geringeren Wartungskosten im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen ausgegangen, da Elektroantriebe ohne bestimmte, unter Verschleiß leidende Fahrzeugkomponenten auskommen und so eine längere Lebensdauer aufweisen. Zu diesen Teilen zählen beispielsweise Kupplung und Getriebe, Auspuff, Schalldämpfer und Katalysator oder Partikelfilter. Weiterhin entfallen bei Elektroautos Ölwechsel und Abgasuntersuchungen.<sup>227</sup> Verteilt über die Dauer der Fahrzeugnutzung können dadurch geschätzte Kosten in Höhe von mindestens 10 Euro monatlich beziehungsweise 120 Euro jährlich eingespart werden.<sup>228</sup>

*Versicherung und Steuer:* Hinsichtlich der laufenden Kosten sind noch Versicherungsbeiträge und Steuersätze zu nennen. In Deutschland fällt für Elektrofahrzeuge in den ersten fünf Betriebsjahren keine Kfz-Steuer an.<sup>229</sup> Die dänische Regierung hingegen

---

<sup>225</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010g), o. S.

<sup>226</sup> SolarOne Deutschland AG (2010), o. S.

<sup>227</sup> Vgl. Elektroauto-Hybridauto.de (2010), o. S.; Elektroautos.co.at (2010), o. S.; elektroautos.info (2010), o. S.

<sup>228</sup> Vgl. Reichert, F. (2009), S. 13.

<sup>229</sup> Vgl. Opitz, O. (2010), S. 59.

befreit Elektrofahrzeuge vollständig von der Kfz-Steuer.<sup>230</sup> Die jährliche Kostenersparnis durch die erlassene Kfz-Steuer wird auf 120 Euro geschätzt.<sup>231</sup> Recherchen bei Versicherungsgesellschaften mit Dependancen in Deutschland haben ergeben, dass aufgrund des noch geringen Bestandes an Elektrofahrzeugen für diese keine statistischen Daten ausgewertet und separaten Versicherungsprämien kalkuliert werden können. Deshalb werden Versicherungstarife für Elektrofahrzeuge an die Tarife vergleichbarer herkömmlicher Fahrzeuge angelehnt.<sup>232</sup> Aus diesem Grund wird in der weiteren Betrachtung davon ausgegangen, dass ein Elektroauto in der näheren Zukunft wirtschaftlich keine signifikanten Vor- oder Nachteile in der Höhe der Versicherungsprämie aufweist.

*Amortisationsdauer:* Das Zahlenmaterial aus den vorherigen Kapiteln kann für die Berechnung der Amortisationsdauer eines Elektroautos genutzt werden. Gewählt wird hier eine vereinfachte Amortisationsrechnung auf Basis der durchschnittlichen Einzahlungsüberschüsse, am Beispiel erhöhter Anschaffungskosten von 15.000 Euro, der für Deutschland modellhaft angenommenen Verbrauchskosten bei einer Jahresfahrleistung von 22.000 km.<sup>233</sup>

$$AD = \frac{A_0 - L_n}{EZÜ}$$

$A_0$  wird hier definiert als die durchschnittlichen Anschaffungsmehrkosten, in dieser Beispielrechnung 15.000 Euro.  $L_n$ , üblicherweise der Liquidationserlös am Ende der Nutzungsperiode, soll hier, aufgrund der schwierigen Prognose über Gesamtnutzungsdauer und Restwert nach mehr als drei Jahren Nutzungsdauer, vernachlässigt werden und wird mit 0 Euro angesetzt. Danach errechnet sich die Amortisationsdauer (AD) durch Division der Anschaffungsmehrkosten durch die Einzahlungsüberschüsse (EZÜ). Die Einzahlungsüberschüsse errechnen sich in diesem Beispiel aus der Addition der jährlichen Treibstoffkostenersparnis von 2.176 Euro zuzüglich 120 Euro für ersparte Wartungskosten und 120 Euro für eingesparte Kfz-Steuern. Zu subtrahieren sind Stromkosten in Höhe von 750 Euro. Somit beträgt die Summe der jährlichen Einzahlungsüberschüsse 1.666 Euro. In der Annahme, dass die Kfz-Steuer nach fünf Jahren weiterhin erlassen wird, ergibt die Amortisationsrechnung eine Amortisationsdauer von neun Jahren.<sup>234</sup>

<sup>230</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 30.

<sup>231</sup> Vgl. Reichert, F. (2009), S. 13.

<sup>232</sup> Vgl. Kahlenberg, W. (2010), o. S.

<sup>233</sup> In Anlehnung an: Vahs, D., Schäfer-Kunz, J. (2005), S. 576.

<sup>234</sup>  $2.176 + 120 + 120 - 750 = 1.666$ ;  $15.000 : 1.666 = 9$ .

Das Durchschnittsalter deutscher Autos betrug vor der Einführung einer Umweltprämie im Jahr 2009 circa achteinhalb Jahre.<sup>235</sup> Im Vergleich dazu ist eine Amortisationsdauer von neun Jahren eine lange Zeit. Bei einem zusätzlichen Kaufanreiz von beispielsweise 5.000 Euro für den Kauf eines Elektrofahrzeugs würden die Anschaffungsmehrkosten der obigen Beispielsrechnung auf 10.000 Euro reduziert. Bei gleichbleibenden Einzahlungsüberschüssen in Höhe von 1.666 Euro würde sich die Amortisationsdauer auf sechs Jahre reduzieren.<sup>236</sup>

Aufgrund der Vielfalt denkbarer Varianten soll hier nicht auf die unterschiedlichen Preise für Benzin, Diesel und Strom in den unterschiedlichen Ländern oder auf die Besonderheit der Aufladung mit selbst produziertem Strom eingegangen werden. Ebenfalls soll kein Vergleich zwischen Diesel- und Elektrofahrzeugen berechnet werden.

*Alternative Kostenkonzepte:* Die aktuellen Tendenzen, der technische Stand und die Kosten von Elektroautos haben in der Automobilbranche zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle zum Betreiben von Elektroautos geführt. Damit verbunden sind in der Regel Veränderungen in der zeitlichen Kostenverteilung sowie veränderte Eigentumsverhältnisse beim Fahrzeug beziehungsweise der Batterie. So bietet beispielsweise das Unternehmen Better Place an, das Eigentum des Endkunden an einem Elektroauto durch die Nutzung einer Mobilitätsdienstleistung durch den Endkunden zu ersetzen. Hierbei umfasst das Dienstleistungsangebot die Nutzung des Elektroautos, der Batterie und der Infrastruktur durch den Endkunden. Angelehnt an Vertragsmodelle von Mobilfunkdienstleistern sollen alle Kosten über eine monatliche Gebühr gedeckt werden. Das Elektroauto selbst kostet zunächst nichts und wird, ähnlich den Mobilfunktelefonen, von Better Place bezuschusst.<sup>237</sup> Abhängig vom Nutzerverhalten kann in unterschiedlichen Variationen ein mehrjähriger Vertrag abgeschlossen werden, der die regelmäßige Abrechnung der gefahrenen Kilometer umfasst und bis zur vollständigen Kostendeckelung mittels eines Pauschalkostentarifs, einer sogenannten Flatrate, reichen kann. Weiterhin soll auch der Kauf von bestimmten Kilometerkontingenten möglich sein, vergleichbar mit einem Prepaid-Vertrag eines Mobilfunkanbieters.<sup>238</sup> Gleichzeitig wird der Strompreis über die Vertragslaufzeit garantiert.<sup>239</sup> In Verbindung mit der Nutzung des Elektroautos bietet Better Place an, die Stromaufladung per Steckdose oder an firmeneigenen Batteriewechselstationen einen Batteriewechsel vorzunehmen.

---

<sup>235</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 65.

<sup>236</sup>  $10.000 : 1.666 = 6$ .

<sup>237</sup> Vgl. Schmidt, E. (2009), S. 10.

<sup>238</sup> Vgl. Paluska, J. (2009), S. 8ff.

<sup>239</sup> Vgl. Unbehend, O., Stocker, H. (2009), o. S.

Hierauf wird aber in Kapitel 4.4 noch näher eingegangen. Zurzeit erfolgt die Erprobung des Geschäftsmodells in den Ländern Israel und Dänemark.<sup>240</sup>

Andere Konzepte sehen lediglich das Anbieten eines Vertrags zur Batterienutzung vor. Denkbar sind hier eine Anzahlung auf die Batterie, ähnlich dem Kauf eines Mobilfunktelefons, eine monatliche Grundgebühr sowie ein monatlicher Mindestumsatz. Am Ende einer fünfjährigen Vertragslaufzeit würde der Kunde die Batterie an den Anbieter zurückgeben. Zusätzlich kann der Vertrag durch die Integration eines Kundenserviceangebotes aufgewertet werden. Dieser könnte Routenberechnungen oder Terminvereinbarungen mit Werkstätten umfassen. Ein Szenario schätzt die monatlichen Mindestkosten dieses Modells für das Jahr 2014 auf 104 Euro. Darin sind enthalten die monatliche Grundgebühr von 85 Euro sowie ein Mindestumsatz von 19 Euro. Serviceprodukte würden zusätzlich in Rechnung gestellt werden.<sup>241</sup>

Die RWE AG schließlich plant, in Zusammenarbeit mit der Daimler AG ein Leasing-Paket anzubieten, welches neben dem Elektroauto die Stromabrechnung, eine Strompreisgarantie und die Verwendung von Ökostrom impliziert.<sup>242</sup>

### 4.3 Auflademöglichkeiten der Batterie

Im vorliegenden Kapitel werden die beiden derzeit existierenden Ladeszenarien, die von den meisten Elektroautoherstellern präferiert werden, erläutert. Hierzu zählen die Standardladung an einer 230 V Steckdose und die Schnellladung an einer speziellen 400 V Drehstromladestation. Weiterhin werden zukünftige Möglichkeiten wie beispielsweise die leitungsgebundene Ladung oder die Aufladung mittels Induktion vorgestellt.

*Standardladung:* Die haushaltsübliche 230 V Steckdose bietet in Deutschland und vielen anderen Ländern eine flächendeckende Auflademöglichkeit der Elektroautobatterie, allerdings mit erhöhten Ladezeiten. So kann hierbei die Steckdose in der eigenen Garage zum Einsatz kommen und die Batterie je nach Kapazität und Größe über Nacht wieder aufgeladen werden. Die Batterie eines Mitsubishi i-MIEV kann beispielsweise so innerhalb von 8 h komplett aufgeladen werden.<sup>243</sup> In Japan hingegen ist die Ausgangslage eine andere. So liefert die haushaltsübliche Steckdose dort nur 100 V, sodass die gleiche Aufladung der Mitsubishi i-MIEV Batterie bis zu 14 h dauern kann.<sup>244</sup> Eine vollständige Aufladung während der Nacht lässt sich hier nicht realisieren.

---

<sup>240</sup> Vgl. Paluska, J. (2009), S. 8.

<sup>241</sup> Vgl. Reichert, F. (2009), S. 16f.

<sup>242</sup> Vgl. Großmann, J. (2008a), S. 3.

<sup>243</sup> Vgl. Peters, W., Schmidt, B. (2010), S. T5.

<sup>244</sup> Vgl. Klinkenberg, P. (2010), S. T5.

*Schnellladung:* In Japan wird aktuell ein Netzwerk mit 400 V Drehstromsteckdosen aufgebaut, mit denen dann eine Schnellladung möglich ist, sodass die Aufladung der Mitsubishi i-MIEV Batterie bis zu einem Ladezustand von 80 % innerhalb von 30 min erfolgen kann.<sup>245</sup> In Deutschland gibt es ebenfalls die Bestrebung, eine Infrastruktur für 400 V Schnellladestationen aufzubauen. So plant der Essener Energielieferant RWE AG bis Ende 2010 alleine in NRW die Installation von 400 öffentlichen Ladestationen.<sup>246</sup> Auch der größte deutsche Automobilclub ADAC unterstützt das Projekt und hat bereits 27 öffentliche Ladestationen an ADAC-Standorten aufgestellt, an denen der Strom momentan kostenfrei abgegeben wird.<sup>247</sup>

Eine Änderung wird sich beim Standort der Schnellladestationen im Vergleich zur bisherigen Tankstelle ergeben. Das Unternehmen APCOA Autoparking GmbH bietet in Kooperation mit der RWE AG bereits in verschiedenen Großstädten Deutschlands innerhalb von Parkhäusern solche öffentlichen Schnellladestationen an.<sup>248</sup> Hier kommt dann das Plug & Charge System zum Einsatz, bei dem mittels automatischer Authentifizierung des Fahrzeugs über das Ladekabel die Abrechnung vollzogen wird.<sup>249</sup> Da weitere öffentliche Standorte für die Schnellladestationen notwendig sind, sind diese zukünftig in eine Parkplatzgestaltung oder auch Städteplanung mit einzubeziehen, sodass in den Ballungszentren möglichst flächendeckend eine Nachladung des Elektroautos ermöglicht wird. Die Bundesregierung fördert in diesem Zusammenhang die Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnik, kurz IKT, die die Basis für eine Lade-, Steuerungs- und Abrechnungsinfrastruktur bilden soll.<sup>250</sup>

*Permanente Ladung:* Neben den beiden zuletzt genannten Ladeszenarien, die bereits Anwendung finden, gibt es weitere Technologien der Energieversorgung eines Elektroautos, die sich teilweise noch in der Erprobung befinden. So betreibt die nordrhein-westfälische Stadt Solingen im ÖPNV eine Flotte von elektrisch angetriebenen Oberleitungsbussen, die ähnlich einer Straßenbahn mittels Stromabnehmer (vgl. Abbildung 8) den benötigten Strom an einer Oberleitung abnehmen.<sup>251</sup>

---

<sup>245</sup> Vgl. Klinkenberg, P. (2010), S. T5.

<sup>246</sup> Vgl. RWE (2010a), o. S.

<sup>247</sup> Vgl. Rudschies, W. (2010a), 99f.

<sup>248</sup> Vgl. APCOA (2010), o. S.

<sup>249</sup> Vgl. RWE (2010a), o. S.

<sup>250</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 35.

<sup>251</sup> Vgl. Stadtwerke Solingen (2010a), o. S.

**Abbildung 8: Oberleitungsbusse der Stadtwerke Solingen**

Quelle: Stadtwerke Solingen (2010b), o. S.

Diese leitungsgebundene Stromversorgung kann eine weitere Option für die Versorgung der Elektroautos sein.<sup>252</sup> In der Testphase befindet sich eine weitere Technologie, die induktive Aufladung.<sup>253</sup> Diese Form der Energie- und Datenübertragung funktioniert berührungslos<sup>254</sup> und ist vergleichbar mit der Aufladung einer elektrischen Zahnbürste. Diese Technologie kann zukünftig unterhalb von Parkflächen eingesetzt werden, beispielsweise auf Park & Ride Parkplätzen, sodass es keinerlei freiliegenden Bauteile gibt, kein Ladekabel benötigt wird, das System vor Vandalismus sicher ist und eine Aufladung der Batterie durch einfaches Abstellen auf dem entsprechenden Parkplatz durchgeführt werden kann. In der nordwestlich von San Francisco in den USA gelegenen Stadt Vacaville gibt es bereits einen Park & Ride Parkplatz für Elektroautos, der zum einen bereits über mehrere Stellplätze mit induktiver Auflademöglichkeit der Batterie verfügt und zum anderen mit Solarzellen überdacht ist, sodass die Batterieaufladung mittels erneuerbarer Energie erfolgt.<sup>255</sup> Weiterhin kann diese Technologie zukünftig in einzelne Straßen integriert werden, sodass sogar während der Fahrt eine permanente Aufladung erfolgen kann. Eine weitere Möglichkeit ist, diese Technologie innerhalb von Bushaltestellen zu installieren, sodass der Bus aufgeladen wird während die Fahrgäste ein- und aussteigen.

#### 4.4 Batteriewechselstationen

Eine zusätzliche Möglichkeit der Energieversorgung im Falle knapper Reserven ist der Austausch der Batterie. Hierbei führend ist das Unternehmen Better Place, das bereits auf verschiedenen Märkten tätig und an diversen Kooperationen beteiligt ist. So gibt es bereits zwischen Renault SAS und Better Place ein Abkommen über eine Zusam-

<sup>252</sup> Vgl. Werckmeister, G. (2009), S. 5.

<sup>253</sup> Vgl. Werckmeister, G. (2009), S. 5.

<sup>254</sup> Vgl. Vahle (2010), o. S.

<sup>255</sup> Vgl. Dunlap, E. (2010), S. 60.

menarbeit auf dem israelischen Markt.<sup>256</sup> Im Anschluss an diese Markterschließung möchte Better Place nach Dänemark und Kalifornien expandieren.<sup>257</sup> Das Geschäftsmodell von Better Place wurde bereits zuvor umfassend erläutert. Um das Zurücklegen größerer Entfernungen zu ermöglichen, möchte Better Place zusätzlich Batteriewechselstationen errichten, an denen eine leere Batterie innerhalb von 3 min gegen eine volle Batterie ausgetauscht werden kann.<sup>258</sup> Die Batteriewechselstation stellt allerdings derzeit die teuerste aller Möglichkeiten dar, da für den Bau einer Wechselstation etwa 350.000 Euro veranschlagt werden.<sup>259</sup>

#### 4.5 Verbindung mit erneuerbaren Energien

Der Endenergieverbrauch in Deutschland entfällt mit etwa 25 % auf den Verkehrssektor, der rund 20 % der gesamten Treibhausgasemissionen verursacht. Durch den Straßenverkehr werden fast 70 % dieser Emissionen verursacht.<sup>260</sup> Der aktuell in Deutschland verfügbare Energiemix ermöglicht es bereits heute, den Schadstoffausstoß im Vergleich zu verbrennungsmotorbetriebenen Fahrzeugen zu reduzieren<sup>261</sup>, wobei dies je nach betrachtetem Fahrzeugmodell und Vergleich mit einem Diesel- oder Benzinfahrzeug variieren kann. Jedoch ist der derzeit in Deutschland verwendete Energiemix ungeeignet, um eine CO<sub>2</sub>-Reduzierung auf Null zu erzielen, da der Anteil von erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland aktuell bei etwa nur 10 % liegt.<sup>262</sup> Dieser Anteil untergliedert sich unter anderem in die Energiegewinnung aus Wasserkraft, Windkraft, Biomasse und Fotovoltaik.<sup>263</sup> Hier sind neue Konzepte gefordert beziehungsweise bestehende Entwicklungen sind weiter auszubauen und zu nutzen. Insbesondere ist eine Abkehr von den zentralen großen Stromkraftwerken hin zu dezentralen kleinen Anlagen, die die erneuerbare Energie dort erzeugen, wo sie gebraucht wird, erforderlich.<sup>264</sup> Dies hat neben dem Vorteil der Emissionsminimierung auch den Vorteil, dass es weniger Verluste durch den weiten Transport vom zentralen Kraftwerk zum Endkunden gibt. Wie bereits zuvor benannt, können hierzu die Sun Carports beitragen, bei denen der Unterstellplatz des Elektroautos direkt mit Solarzellen überdacht wird und somit die Energie für die Batterieaufladung des Elektroautos vor Ort bereitstellen. Auch die Ausstattung des Elektroautos direkt mit Solarzellen, etwa im Glasdach, kann einen Beitrag für den Ge-

<sup>256</sup> Vgl. Ostmann, B. (2010), S. 144f.

<sup>257</sup> Vgl. Schmidt, E. (2009), S. 10.

<sup>258</sup> Vgl. Ruschmeyer, T. (2010), S. 37; Schmidt, E. (2009), S. 10.

<sup>259</sup> Vgl. Wirtschaftsministerium Baden – Württemberg, Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH, Fraunhofer – Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IOA) (2010), S. 53.

<sup>260</sup> Vgl. Acatech (2010), S. 10.

<sup>261</sup> Vgl. Helmers, E. (2009), S. 171.

<sup>262</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010a), o. S.

<sup>263</sup> Vgl. Quaschnig, V. (2008), S. 29; Seltmann, T. (2005), S. 4.

<sup>264</sup> Vgl. Seltmann, T. (2005), S. 9.

samtenergiehaushalt im Fahrzeug leisten.<sup>265</sup> Falls das gesamte theoretische Solarenergiepotenzial Deutschlands genutzt werden könnte, würde die umgewandelte Energiemenge dem 113-fachen des tatsächlichen deutschen Stromverbrauchs von 1999 entsprechen.<sup>266</sup> Hieraus ist ersichtlich, welches Potenzial die erneuerbaren Energien und insbesondere die Solarenergie bietet.

#### **4.6 Smart Navigation**

Unter dem Begriff Smart Navigation wird ein kluges oder intelligentes Navigationssystem verstanden. Konnten bisherige Systeme diverse gewünschte Fahrtziele anzeigen, wie beispielsweise die nächste Tankstelle, den Flughafen oder ein bestimmtes Restaurant, so wird bei den Elektroautos aufgrund der bisher verminderten Reichweite eine Erweiterung des Navigationssystems erfolgen müssen. So wird die „Smart Navigation“ in Verbindung mit einem Energiemanagementsystem bei der Routenberechnung direkt die verbleibende Energie in den Batterien des Elektroautos und die Wegstrecke bis zur jeweils nächsten Lade- oder Austauschstation mit einbeziehen. Auch eine Betrachtung des Gesamtenergieverbrauchs für eine bestimmte Fahrstrecke beziehungsweise deren Alternativroute kann entscheidend für die Wahl der Strecke sein.<sup>267</sup>

So entwickelt das Unternehmen Better Place gemeinsam mit dem Zulieferer Continental AG bereits ein Infosystem, bei dem die genannten Aspekte in die Berechnung der Routenführung mit einfließen.<sup>268</sup> Zusätzlich ist auf einer gewählten Route direkt ein Ladeplatz reservierbar und die Priorität der Aufladung festlegbar, sodass der Kunde bei Eile eine direkte Schnellladung auswählen kann oder, wenn das Fahrzeug länger geparkt werden soll, das System den Zeitpunkt der Ladung bestimmt, wodurch sich letztlich der Preis für die Aufladung gestaltet.<sup>269</sup>

#### **4.7 Smart Grid: Effizientes Energiemanagement im Stromnetzwerk**

Der Begriff Smart Grid beschreibt das intelligente und interaktive Stromnetz. Um zukünftig eine optimale Abstimmung zwischen Angebot und Nachfrage hinsichtlich der Energie umsetzen zu können, ist die heutige Einbahnstraßenstruktur der Stromnetze, in der die Energie vom zentralen Großkraftwerk zum Endkunden geliefert wird, nicht geeignet. Es ist eine IKT zwischen Anbieter und Nachfrager gefordert, wobei die Aufgaben auch umverteilt werden können, da der eigentliche Endverbraucher mittels hauseigener Energiegewinnung beispielsweise durch Solaranlagen zum Anbieter

---

<sup>265</sup> Vgl. Fischer, H. (2010), S. 28.

<sup>266</sup> Vgl. Schmidt, M. (2002), S. 128.

<sup>267</sup> Vgl. Fischer, H. (2010), S. 28.

<sup>268</sup> Vgl. Schmidt, E. (2009), S. 10.

<sup>269</sup> Vgl. Schmidt, E. (2009), S. 10.

werden kann und Strom ins Netzwerk einspeist.<sup>270</sup> Diese Kommunikation aller Teilnehmer am Stromnetzwerk fördert insgesamt eine effizientere Nutzung der Energie und es lassen sich Angebot und Nachfrage speziell in Spitzenzeiten besser steuern und bedienen.

Elektroautos stellen eine Möglichkeit der Teilnahme am intelligenten Stromnetzwerk dar.<sup>271</sup> Zugrunde liegt hierbei die Tatsache, dass ein Elektroauto die Mehrzahl der Stunden am Tag nicht gefahren wird und auf dem Parkplatz steht.<sup>272</sup> In Verbindung mit einem intelligenten Lademanagement kann festgelegt werden, wann das Elektroauto wieder gefahren wird. Neben der Aufladung kann dann temporär auch eine Entladung, also die Bereitstellung von Energie für das Netzwerk, in Betracht kommen.<sup>273</sup> Eine Aufladung kann demnach je nach gewünschtem Abfahrtszeitpunkt außerhalb von Spitzenzeiten erfolgen, beispielsweise zu Zeiten einer Stromüberproduktion. Die Batterie kann also sowohl geladen als auch entladen werden und dient damit als Zwischenspeicher bei Stromerzeugungsspitzen oder als Lieferant in Zeiten hoher Nachfrage.<sup>274</sup> In Verbindung mit variablen Stromtarifen kann der Strom dann zu einem höheren Entgelt dem Netz zur Verfügung gestellt werden, als er in Zeiten von Stromerzeugungsspitzen bezogen wird.<sup>275</sup>

Diese Art der Netzeinbindung der Elektroautos wird als Vehicle to Grid, kurz V2G bezeichnet und kann zur Verbesserung der Netz- und Spannungsqualität beitragen.<sup>276</sup> Für die Umsetzung wird dann weiterhin ein intelligenter Stromzähler benötigt, ein sogenannter Smart Meter, der im Fahrzeug montiert wird, auf Signale aus dem Stromnetzwerk reagiert und beispielsweise eine Aufladung zu Zeiten günstiger Strompreise durchführt.<sup>277</sup> Hier lässt sich unter anderem eine Aufladung dann durchführen, wenn entsprechend günstige erneuerbare Energien zur Verfügung stehen.<sup>278</sup>

Ein nicht zu vernachlässigender Aspekt dieser Art der Einbindung der Lithium-Ionen-Batterien der Elektroautos in das öffentliche Stromnetz ist, neben der allgemeinen Betriebssicherheit, auch die Haftungsfrage. Wie bereits zuvor beschrieben treten derzeit noch erhebliche Kosten von 10.000 Euro bis 17.000 Euro für eine Fahrzeugbatterie auf. Neben der Haftung im Schadensfall wird auch noch die Beeinflussung der zusätzlichen Lade- und Entladezyklen auf die Gesamtlebensdauer einer Batterie zu prü-

---

<sup>270</sup> Vgl. Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (2010), S. 31ff.

<sup>271</sup> Vgl. Kröher, M. O. R. (2010), S100f.

<sup>272</sup> Vgl. Großmann, J. (2008b), S. 52.

<sup>273</sup> Vgl. Auracher, H. (2010), S. 9; Großmann (2008b), S. 52.

<sup>274</sup> Vgl. Feth, G. G. (2010), S. T4.

<sup>275</sup> Vgl. Auracher, H. (2010), S. 9.

<sup>276</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 53; Höpfner, U., Merten, F. (2007), S. 12ff.

<sup>277</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 37; Großmann, J. (2008b), S. 52; Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (2010), S. 49.

<sup>278</sup> Vgl. Großmann, J. (2008b), S. 52.

fen sein. Nur bei einer Unbedenklichkeit der Batteriebereitstellung wird sich diese V2G Möglichkeit umsetzen lassen.<sup>279</sup>

#### **4.8 Qualifizierte Fachkräfte**

Neben den genannten technischen und kaufmännischen Aspekten der Elektroautos gibt es mit der Qualifizierung der Fachkräfte ein weiteres Themenfeld. So hängt die erfolgreiche Weiterentwicklung der Elektromobilität auch von der Kompetenz der an der Wertschöpfungskette beteiligten Personen ab.<sup>280</sup> Hierbei ergeben sich entscheidende Veränderungen ganzer Studiengänge oder auch Berufsbilder. Betroffen sind neben den Ingenieursstudiengängen und Doktorandenprogrammen auch Forschungsschwerpunkte an Universitäten.<sup>281</sup> Ebenfalls Qualifizierungsbedarf besteht bei den Beschäftigten in Autohäusern und Kfz-Werkstätten, sodass die Berufsbilder des Kfz-Mechatronikers und des Krafffahrzeugtechnikermeisters zu ergänzen sind.<sup>282</sup>

Zusätzlich zu den bereits genannten und involvierten Personenkreisen, die direkt an der Wertschöpfungskette eines Elektroautos von der Entwicklung bis zur Wartung beteiligt sind, gibt es bei den Rettungskräften weiteren Qualifizierungsbedarf. In Verbindung mit den von den Fahrzeugherstellern zur Verfügung gestellten Datensicherheitsblättern, die bereits diverse Informationen für Rettungskräfte enthalten, ist beispielsweise zu erörtern, wie das Hochspannungsnetz im Fahrzeug bei einem Schadensfall abzuschalten ist oder auch an welchen Fahrzeugstellen eine Feuerwehr eine Blechschere einsetzen darf.

---

<sup>279</sup> Vgl. Acatech (2010), S. 25.

<sup>280</sup> Vgl. Acatech (2010), S. 33.

<sup>281</sup> Vgl. Bundesregierung (2009), S. 40f.

<sup>282</sup> Vgl. Acatech (2010), S. 33; Bundesregierung (2009), S. 40f.

## 5 Möglichkeiten der Absatzförderung

Um die Entwicklung von Elektroautos zu beschleunigen und den Zeitraum bis zur Markteinführung beziehungsweise Marktreife von elektrifizierten Serienautos zu verkürzen, bestehen zahlreiche Fördermöglichkeiten. In den folgenden Kapiteln wird unterschieden zwischen der Förderung durch Information, finanzieller Förderung und Förderung durch Privilegien.

### 5.1 Förderung der Informationsversorgung

Damit Elektroautos zukünftig am Markt abgesetzt werden können, muss beim potenziellen Käufer die Bereitschaft bestehen, von einem bekannten Produkt, dem verbrennungsmotorbetriebenen Auto, auf ein neues Produkt, das Elektroauto, umzusteigen. Daher ist es sinnvoll, die Entwicklung und Einführung von Elektroautos mit Fördermaßnahmen zu begleiten, die gezielt diese Kaufbereitschaft positiv beeinflussen sollen.

*Elektroautos erlesen:* Ein erster Schritt, um die Konsumenten zum Kauf von Elektroautos zu motivieren, ist das Liefern von Informationen, damit Elektroautos und Elektromobilität bewusst wahrgenommen werden können.<sup>283</sup> Das Elektroauto wird nicht mehr nur in Labors, Hörsälen und Fachzeitschriften thematisiert, sondern hat bereits in die Berichterstattung von Alltagsmedien Einzug gehalten. Einmalige und regelmäßige Beiträge in Printmedien mit unterschiedlichen Zielgruppen, Veröffentlichungen diverser Verbände wie beispielsweise des ADAC, die Bereitstellung von Informationen durch Internetauftritte sowie Informationssendungen im Fernsehen sind zu beobachten. Durch die inhaltliche Verbindung des Elektroautos mit dem aktuellen Thema Umweltschutz beispielsweise ist davon auszugehen, dass ökologisch orientierte Konsumenten dies positiv und als Kaufargument wahrnehmen werden.

In den oben aufgezählten Medien werden Informationen überwiegend zum Lesen zur Verfügung gestellt. Den konsequenten Folgeschritt stellt die Visualisierung von Elektroautos dar. Diese kann über Werbemaßnahmen realisiert werden. Auch hier gilt es, den Informationsstand interessierter Konsumenten auszubauen und Vorteile von Elektroautos herauszustellen. Die Opel GmbH beispielsweise bewirbt den Opel Ampera und das Konzept des Range Extender gleichrangig mit den ökonomischen und den ökologischen Vorteilen.<sup>284</sup> Zusätzlich ist diese Werbemaßnahme mit Bildern der neuen Autos verbunden, wodurch die neue Technologie greifbarer wird und ein Wiederer-

---

<sup>283</sup> Vgl. Berlakovich, N., Hochhauser, A. M. (2010), S. 5.

<sup>284</sup> Vgl. Opel (2010e), o. S.

kennungseffekt erzeugt werden kann, was wiederum das Bewusstsein und die Wahrnehmung der Menschen hinsichtlich des Elektroautos steigern wird.

*Elektroautos erleben:* Im Rahmen der in den vorherigen Kapiteln aufgeführten Forschungsprojekte besteht die Möglichkeit, nicht nur über Elektroautos zu lesen, sondern sie auch zu erleben. So können Elektroautos mit Hilfe medienwirksamer Eröffnungsveranstaltungen in Szene gesetzt werden, um so zur Bekanntmachung und Akzeptanz von Elektroautos beizutragen. Als Beispiel für solche Veranstaltungen ist die offizielle Eröffnung des Projekts cologneE-mobil in Köln zu nennen. Hier wurde symbolisch ein Elektrofahrzeug an einer Stromzapfsäule aufgeladen. Anwesend waren zum Beispiel die Wirtschaftsministerin von Nordrhein-Westfalen, ein Vorstandsmitglied der RheinEnergie AG, der Oberbürgermeister von Köln sowie weitere Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Forschung. Bei dieser Gelegenheit konnten die Ziele des Projekts erläutert und der Gesamtzusammenhang dargestellt werden.<sup>285</sup> Zudem hat der Staat die Möglichkeit, eine Vorreiterrolle einzunehmen, indem er seine Fuhrparks in Kommunen und auf Ebene der Bundesländer beziehungsweise des Bundes auf Elektroautos umrüstet. Geeignet sind hierfür nicht nur Dienstfahrzeuge, sondern auch Nutzfahrzeuge, wie zum Beispiel Fahrzeuge der Abfall- oder Grünflächenbewirtschaftung sowie Busse des ÖPNV.<sup>286</sup>

Eine Folge der Forschungsprojekte und der staatlichen Vorreiterrolle wird sein, dass vermehrt Elektrofahrzeuge im Straßenverkehr zu sehen sein werden. Dies wird den Effekt bewirken, dass sowohl Straßenverkehrsteilnehmer als auch Fußgänger Elektrofahrzeuge in Form von Autos, Bussen oder Nutzfahrzeugen optisch und akustisch wahrnehmen und sich einen Eindruck von den Einsatzmöglichkeiten und der technischen Alltagstauglichkeit machen können.<sup>287</sup> Auch dies wird einen Wiedererkennungseffekt verursachen, wodurch die Sensibilität und Kaufbereitschaft interessierter Konsumenten erhöht werden wird.

Weiterhin haben Autohersteller regelmäßig die Chance, auf Ausstellungen und Messen ihre serienreifen Elektroautos zu demonstrieren und zu bewerben.

Der Stromproduzent RWE AG ging, zusammen mit dem ADAC, dem Autovermieter SIXT AG, dem Unternehmen Siemens AG sowie dem Parkraumanbieter APCOA Autoparking GmbH im Jahr 2009 einen Schritt weiter und veranstaltete in den deutschen Städten Berlin, Düsseldorf, Dortmund beziehungsweise Essen, Frankfurt am Main, Hamburg, Mainz und München sogenannte Road Shows, in denen sich Be-

---

<sup>285</sup> Vgl. Schreiber, N. (2010), o. S.

<sup>286</sup> Vgl. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (2008), S. 4.

<sup>287</sup> Vgl. Pätzold, J. (2009), S. 14.

sucher über Elektroautos, Stromtankstellen und das Betanken mit Strom informieren konnten.<sup>288</sup>

*Elektroautos erfahren:* Auf den Road Shows war es nicht nur möglich, sich über Elektroautos zu informieren, sondern es wurden auch Testfahrten angeboten, sodass interessierte Besucher in der Lage waren, sich persönlich von den Eigenschaften der Elektroautos zu überzeugen.<sup>289</sup> Ebenfalls praktische Erfahrung sammeln konnten Interessenten bei einem Großversuch in Mendrisio in der Schweiz von 1995 bis 2001. Hier wurden, neben zahlreichen Maßnahmen wie Werbung und Veranstaltungen, sowohl kurze als auch zweitägige Testfahrten kostenlos und die Vermietung von Leicht-Elektromobilen (LEM) zu vergünstigten Preisen angeboten. Zu den getesteten PKW-Modellen zählten unter anderem der Toyota Prius, der Peugeot 106 sowie der Citroen Saxo.<sup>290</sup> Die Auswertung dieser beiden Maßnahmen ergab, dass etwa ein Drittel der Bevölkerung die angebotenen Elektrofahrzeuge getestet hat. Während der Versuch seinerzeit zum Ziel hatte, pro Jahr 50 LEM abzusetzen, wurden jährlich rund 150 Mietverträge abgeschlossen. Weiterhin wurde mit Mietverträgen und Probefahrten insgesamt mehr als dem Vierfachen des angestrebten Marktanteils ein genereller Eindruck von Elektrofahrzeugen verschafft. Deshalb ist die Effektivität der Bereitstellung von Elektrofahrzeugen als Fördermaßnahme als signifikant anzusehen.<sup>291</sup>

## 5.2 Finanzielle Förderung

Vielfach diskutiert werden der Sinn und die Möglichkeiten der finanziellen Absatzförderung von Elektroautos. Insbesondere vor dem Hintergrund massiver Absatzförderprogramme im Zuge der aktuellen Wirtschaftskrise im In- und Ausland, beispielsweise der Umweltprämie in Deutschland, und der bislang dargestellten Bedeutung des Elektroautos für den Klimaschutz und die Bedeutung der Automobilindustrie für die Volkswirtschaft, ist dies nachvollziehbar. Deshalb sollen im Folgenden mögliche Fördervarianten dargestellt werden.

*Kaufzuschüsse:* Abgeleitet vom Erfolg der oben genannten Umweltprämie ist ein nahe liegender Förderweg ein Kaufzuschuss zum Anschaffungspreis. Mögliche Auswirkungen einer so ausgestalteten Förderung auf die Amortisationsdauer eines Elektroautos wurden bereits erläutert. Abbildung 9 stellt eine Übersicht direkter Zuschüsse ausgewählter Länder dar. In den USA beispielsweise wird der Kauf eines Chevrolet Volt mit einem Zuschuss von 7.500 US-Dollar gefördert. Der japanische Staat zahlt bis zu 50 % der Zusatzkosten, die bei Anschaffung eines Elektroautos im Vergleich zu her-

---

<sup>288</sup> Vgl. Reichert, C. (2009), S. 14ff.

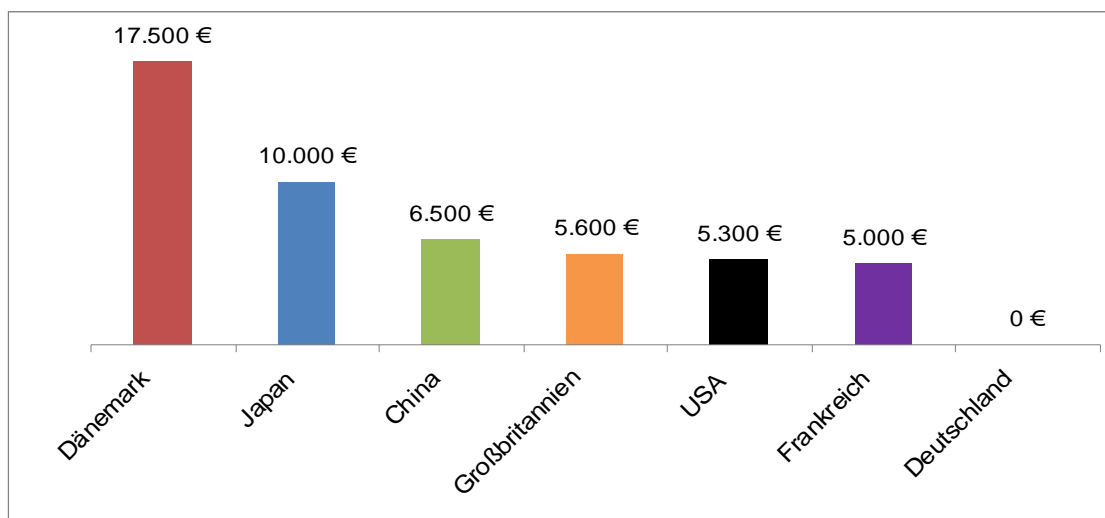
<sup>289</sup> Vgl. Reichert, C. (2009), S. 14ff.

<sup>290</sup> Vgl. Abay & Meier (2001), S. 11.

<sup>291</sup> Vgl. Abay & Meier (2001), S. 37f.

kömmlichen Autos entstehen, und der chinesische Staat gewährt Behörden und Taxiunternehmen in 13 Städten einen Zuschuss von 6.500 Euro. Frankreich hat seine Umweltprämie so ausgestaltet, dass Käufer von Elektroautos bis zu 5.000 Euro Prämie erhalten statt 1.000 Euro für den Kauf eines Benzinfahrzeugs.<sup>292</sup> Der österreichische Staat wiederum bezuschusst die Anschaffung von bis zu zehn Elektroautos durch Unternehmen, Kommunen und Verbänden mit insgesamt pauschal 5.000 Euro beziehungsweise 2.500 Euro, abhängig davon, ob erneuerbare Energien genutzt werden oder nicht.<sup>293</sup> In Deutschland ist hingegen bislang nicht geplant, einen Kaufzuschuss einzuführen.<sup>294</sup>

**Abbildung 9: Staatliche Maximalförderung beim Kauf eines Elektroautos**



Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben von Glöckner, T. (2010), S. 31.

Als Argument gegen einen Kaufzuschuss wird angeführt, dass Besserverdiener als derzeitige Zielgruppe von Elektroautos keines Zuschusses bedürfen. Diese Zielgruppendefinition wird abgeleitet aus dem aktuell hohen Preisniveau. Weiterhin wird implizit unterstellt, dass die momentane Zielgruppe aufgrund der eigenen wirtschaftlichen Verhältnisse auf monetäre Anreize nicht angewiesen sei und sich dadurch im Konsumverhalten auch nicht beeinflussen lasse.<sup>295</sup> Es wurde festgestellt, dass die deutschen Automobilhersteller, bis auf die Opel GmbH, ihre Modelle erst nach den ausländischen Mitbewerbern auf den Markt bringen möchten. Die Verbindung dieser Erkenntnis mit der ablehnenden Haltung des deutschen Staates gegenüber einem Kaufzuschuss stützt kritische Äußerungen, dass deutsche Autohersteller solch eine Prämie

<sup>292</sup> Vgl. Glöckner, T. (2010), S. 31.

<sup>293</sup> Vgl. Klima: aktiv mobil (2010), S. 12.

<sup>294</sup> Vgl. Glöckner, T. (2010), S. 31; Ruhkamp, C., Roßbach, H. (2010), S. 10.

<sup>295</sup> Vgl. Glöckner, T. (2010), S. 31.

nicht wünschen, da ihre eigenen Produkte noch nicht marktreif sind und sie dadurch mit einer Prämie zunächst keine Vorteile erlangen würden, während die Mitbewerber profitieren könnten.<sup>296</sup> Es ist jedoch eine Tatsache, dass Deutsche Automobilkonzerne tendenziell exportorientiert sind.<sup>297</sup> Daher ist es für sie dennoch nachteilig, dass ihr Produktportfolio noch keine serienreifen Elektroautos enthält, da sie so nicht in der Lage sind, diese außerhalb Deutschlands abzusetzen und so von den Fördermitteln in anderen Ländern profitieren zu können.<sup>298</sup>

Der ADAC ergänzt die Idee einer Kaufprämie um den Zusatz, dass sich auch die Stromwirtschaft an einer Kaufförderung von Elektroautos beteiligen könnte, wenn sie von der Einbindung von Elektroautos in das Stromnetz profitieren und so die Effizienz der Kraftwerke steigern könnte.<sup>299</sup>

*Steuervarianten:* Neben dem direkten Kaufzuschuss analog einer Umweltprämie kann ein alternativer, indirekter Kaufanreiz durch Steuernachlässe geschaffen werden. Bereits 15 EU-Staaten haben begonnen, solche Maßnahmen einzuleiten.<sup>300</sup> Aber auch in anderen Staaten wird diese Möglichkeit genutzt. Denkbar ist der staatliche Verzicht auf die Umsatzsteuer beim Kauf eines Elektroautos. In Dänemark beispielsweise wird diese im vorherigen Kapitel genannte Kaufpreisförderung größtenteils auf diese Weise umgesetzt. Auch der japanische Staat ergänzt seinen direkten Kaufpreiszuschuss durch den Wegfall der Umsatzsteuer.<sup>301</sup> Die Regierung in Frankreich verzichtet beim Kauf eines Elektroautos auf die dort geltende, von der Leistung des PKW abhängige Zulassungssteuer, was sich auf bis zu 3.461 Euro pro Fahrzeug summieren kann. Dies sind einmalige Steuervorteile. Eine Möglichkeit, Elektroautos laufend durch den Erlass von Steuern zu fördern, bietet die Kfz-Steuer. Die dänische Regierung verzichtet nicht nur auf die Umsatzsteuer beim Kauf von Elektroautos, sondern befreit Eigentümer von Elektroautos zusätzlich von der Kfz-Steuer. In Italien und Deutschland werden diese Förderungsinstrumente ebenfalls eingesetzt, allerdings begrenzt auf die ersten fünf Jahre nach Zulassung eines Elektroautos.<sup>302</sup> Weiterhin könnte ein Verfahren aus den USA adaptiert werden, indem der Kauf eines Elektroautos bei der Einkommensteuererklärung geltend gemacht werden kann und die Steuerlast mindert.<sup>303</sup> Für Deutschland wäre die Geltendmachung im Rahmen der Sonderausgaben gemäß §10 EStG bis zu einem definierten Höchstbetrag oder die Einführung einer an der im Jahr 2005 ausgelaufenen Eigenheimzulage orientierten Zuschuss-Variante vorstellbar.

---

<sup>296</sup> Vgl. Freitag, M. (2010), S. 18.

<sup>297</sup> Vgl. PriceWaterhouseCoopers (2009), S. 64.

<sup>298</sup> Vgl. Warlimont, G. (2010), S. 25.

<sup>299</sup> Vgl. Meyer, P. (2010), S. 6.

<sup>300</sup> Vgl. European Automobile Manufacturers' Association (2010), S. 3.

<sup>301</sup> Vgl. Glöckner, T. (2010), S. 31.

<sup>302</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 30; Opitz, O. (2010), S. 59.

<sup>303</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 30.

Der Zuschuss könnte, in der Höhe abhängig vom Kaufpreis des Elektroautos, im Verlauf mehrerer Jahre ausgezahlt werden.

Abschließend soll hier noch die indirekte Förderung über die Steuern auf Strom genannt werden. Bei dem aktuellen Preisniveau besteht ein erhebliches Einsparpotenzial durch den Antrieb von Fahrzeugen mit Strom anstelle von Benzin oder Diesel, auch aufgrund der unterschiedlichen Besteuerung. Zuvor wurde die aktuelle Zahlungsbereitschaft von Autofahrern hinsichtlich der Kraftstoffpreise umgerechnet auf Strompreise. Hierbei wurde festgestellt, dass die Bereitschaft von Autofahrern, die derzeitigen Benzin- und Dieselpreise zu bezahlen, deutlich höhere Preise für Strom als Kraftstoff erlaubt, ohne dass die Akzeptanz der Nachfrager sinkt, da Strom vergleichsweise billiger als Benzin oder Diesel ist. Auf lange Sicht kann eine sinkende Zulassungszahl von herkömmlichen Fahrzeugen dazu führen, dass die Einnahmen aus der Energiesteuer aufgrund eines verminderten Benzin- und Dieselsabsetzes sinken. Dies könnte den Staat dazu veranlassen, die Steuern auf Strom zu erhöhen, insbesondere wenn die Verkaufspreise von Elektroautos sinken beziehungsweise sich denen von verbrennungsmotorbetriebenen Fahrzeugen angeglichen haben und die Preissensibilität der Konsumenten dadurch nachlassen sollte. Andererseits begünstigt der deutsche Staat zurzeit die Verwendung von Flüssiggas und Erdgas als Kraftstoff im Rahmen der Energiesteuer und errechnet hierfür einen Aufwand im Jahr 2008 von 120 Mio. Euro.<sup>304</sup> Dieses Vorgehen ist auch beim Strom denkbar und mit Hilfe separater Stromzähler umsetzbar. Ein Vorschlag aus dem Bayerischen Umweltministerium geht einen Schritt weiter und fordert die vollständige Steuerbefreiung für die Aufladung von Elektrofahrzeugen mit Strom.<sup>305</sup>

*Zinsgünstige Darlehen:* Ein in Deutschland bereits im Einsatz befindliches Förderinstrument ist das zinsvergünstigte Darlehen. Bekannt ist dieses Förderinstrument vornehmlich aus dem Wohnungsbau, hier zum Beispiel als Darlehen der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). So gewährte der deutsche Staat im Jahr 2008 Finanzhilfen an die KfW in Höhe von 138,5 Mio. Euro im Rahmen des Energetisch Sanieren - CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungs-programm.<sup>306</sup> Aktuell bietet die KfW Zinssätze für Darlehen aus dem Programm Nr. 152 „Energieeffizient Sanieren“ zwischen 2 % und 2,55 %, abhängig von der Darlehenslaufzeit, für eine maximale Darlehenslaufzeit von zehn Jahren an.<sup>307</sup> Ein Vergleich dieser Konditionen mit einem Darlehen zur Finanzierung eines Autokaufpreises, welches zu einem Zinssatz von 5,7 % vergeben wird, ergibt bei einem Darlehensbetrag von 35.000 Euro für den Konsumenten einen Zinsvorteil von

---

<sup>304</sup> Vgl. Deutscher Bundestag (2009b), S. 87.

<sup>305</sup> Vgl. Autoflotte online (2010), o. S.

<sup>306</sup> Vgl. Deutscher Bundestag (2009b), S. 87.

<sup>307</sup> Vgl. KfW Privatkundenbank – KfW Kommunalbank (2010a), o. S.

fast 4.600 Euro über eine Darlehenslaufzeit von sieben Jahren.<sup>308</sup> Angelehnt an die Wohnungsbauprogramme der KfW sind Darlehensprogramme für den privaten Kauf von Elektroautos vorstellbar. Für die gewerbliche Nutzung von Elektroautos besteht diese Möglichkeit bereits im Rahmen des ERP-Umwelt und Energieeffizienzprogramms der KfW. Aufgrund der Komplexität der risikoadjustierten Zinsfindung und der daraus folgenden Vielfalt möglicher Zinssätze für Darlehen im gewerblichen Darlehensgeschäft der KfW soll hierauf allerdings nicht näher eingegangen werden.<sup>309</sup> Schätzungen zu Folge wird die Kostenlücke, wie nachfolgend erläutert, zwischen herkömmlichen Fahrzeugen und Elektroautos innerhalb eines Nutzungszeitraums von vier Jahren in den Jahren 2012 bis 2014 zwischen 3.000 Euro und 5.000 Euro betragen. Zur Errechnung der Kostenlücke wurden kumulierte Anschaffungs- und Unterhaltskosten, eine grundsätzliche Aufpreisbereitschaft der Konsumenten sowie die Bereitschaft, aufgrund nicht-finanzieller Anreize höhere Anschaffungskosten zu tragen, berücksichtigt.<sup>310</sup> In Anbetracht dieser Tatsache kann der oben beschriebene finanzielle Vorteil eines zinsbegünstigten Darlehens diese Lücke schließen und ein entscheidender Kaufimpuls für Konsumenten, die ihr Fahrzeug über ein Darlehen finanzieren, sein.

*Sonstige finanzielle Kaufanreize:* Zu den weiteren Möglichkeiten, finanzielle Anreize zum Erwerb eines Elektroautos zu schaffen, zählen verbesserte Möglichkeiten der steuerlichen Abschreibung von Elektrofahrzeugen für Autovermietungen und andere Unternehmen.<sup>311</sup> Weitere Vorteile sind bei den Regelungen zur Kfz-Versicherung möglich. Eine Methode hierfür stellen Wechselkennzeichen dar, welche für mehrere Autos gelten. Die Versicherungsprämie würde sich hierbei nach dem teuersten oder emissionsintensivsten Fahrzeug richten und könnte so Elektroautos als Zweitwagen effektiv von der Versicherungspflicht befreien.<sup>312</sup>

Aus dem bereits erwähnten Großversuch in der Schweiz wurde die Erkenntnis gewonnen, dass umfangreiche Garantien, insbesondere auf die Batterien, einen starken Reiz für Kaufinteressenten darstellen, wobei die Sicherheit, die eine Garantie bietet auch durch eine Batteriemiete substituiert werden kann.<sup>313</sup>

Und schließlich können Stromkonzerne durch kostenlose oder vergünstigte Stromkontingente den Kauf von Elektroautos fördern. Gleichzeitig bietet sich so die Gelegenheit, neue Stromkunden zu akquirieren.

<sup>308</sup> Vgl. ING-DiBa (2010), o. S.; KfW Privatkundenbank – KfW Kommunalbank (2010b), o. S.

<sup>309</sup> Vgl. Fabeck, D., Noll, K. (2010), o. S.; KfW Bankengruppe (2010a), S. 1f.; KfW Bankengruppe (2010b), S. 1f.

<sup>310</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 31.

<sup>311</sup> Vgl. Autoflotte online (2010), o. S.; Berlakovich, N., Hochhauser, A. M. (2010), S. 3.

<sup>312</sup> Vgl. Motor-Informationen-Dienst (2010b), o. S.

<sup>313</sup> Vgl. Abay & Meier (2001), S. A-23.

### 5.3 Förderung durch Sonderrechte

Nach den verschiedenen finanziellen Fördermöglichkeiten der Elektromobilität werden in diesem Unterkapitel die diversen nicht monetären Fördermöglichkeiten erörtert. Hierzu gehören beispielsweise das Befahren von Umweltzonen, die Mitbenutzung von Bus- und Taxispuren, verbesserte Parkmöglichkeiten und eine Mautbefreiung. Neben einer Reihe von Befürwortern solcher Sonderrechte gibt es auch Gegner dieser Fördermöglichkeiten. So sieht der Präsident des ADAC die Gefahr, dass für weitere zukünftige alternative Antriebe dann ebenfalls diese Sonderrechte zu vergeben seien.<sup>314</sup> Dennoch ist diese Art der Förderung diskussionswürdig, da sie einen zusätzlichen Kaufanreiz darstellen kann.

*Umwelt-Plakette und Umwelt-Zonen:* Die Vergabe von Sonderrechten für Elektroautos bedingt zunächst eine besondere Kennzeichnung dieser Fahrzeuge, um sie unterscheidbar zu machen von herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren. In Frage kommt hierfür eine Kennzeichnung ähnlich der Umweltplakette, wobei eine andere Farb- und Formgestaltung einer solchen nicht wieder verwertbaren Plakette diese von der bereits verwendeten Umweltplakette abheben könnte.<sup>315</sup> Eine andere Möglichkeit der Kennzeichnung wäre die Verwendung anders gestalteter Fahrzeugkennzeichen. So gibt es in Deutschland bereits diverse verschiedene Kennzeichen für unterschiedliche Fahrzeugkategorien, die unter anderem in schwarz, rot oder grün beschriftet sein können. Hier könnte eine weitere Farbe für die Beschriftung zur Kennzeichnung von Elektroautos Anwendung finden und diese leicht identifizierbar machen.

*Mitbenutzung der Bus- und Taxispuren:* Ein mögliches Sonderrecht als zusätzlicher Kaufanreiz für ein Elektroauto könnte das Nutzungsrecht für Bus- und Taxispuren sein.<sup>316</sup> Eine Umfrage von McKinsey & Company Inc. hat hierbei ergeben, dass für die New Yorker Bürger ein solches Sondernutzungsrecht attraktiver ist als ein finanzieller Anreiz.<sup>317</sup> Die Möglichkeit auf dem Weg zur oder von der Arbeit in der Hauptverkehrszeit im eigenen Elektroauto auf der Sonderspur am Stau der herkömmlichen Fahrzeuge vorbeizufahren, ist demnach für Großstadtbewohner sehr bedeutsam. In Norwegen dürfen Elektroautonutzer bereits die Busspur mitbenutzen.<sup>318</sup>

Die Gewährung des Sonderrechts stößt mit zunehmender Anzahl von Elektroautos an seine Grenzen. So stellt die Nutzung der Busspuren beim derzeit geringen Bestand an Elektroautos keinerlei Probleme dar. Nimmt die Anzahl der Elektroautos hingegen in

<sup>314</sup> Vgl. Meyer, P. (2010), S. 7.

<sup>315</sup> Vgl. Pätzold, J. (2009), S. 18.

<sup>316</sup> Vgl. Kleffel, A. (2009), S. 39.

<sup>317</sup> Vgl. Autohaus (2010), S. 61.

<sup>318</sup> Vgl. Wirtschaftsministerium Baden – Württemberg, Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH, Fraunhofer – Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IOA) (2010), S. 25.

dem erwarteten Maße zu, sodass bis zum Jahr 2020 die Zahl in Deutschland zugelassener Elektrofahrzeuge etwa 1 Mio. betragen würde,<sup>319</sup> wäre dieses Sonderrecht nicht mehr realisierbar, da die Sonderspuren aufgrund des dann erhöhten Verkehrsaufkommens ihren Zweck verlieren würden.<sup>320</sup>

*Mautbefreiung:* In einigen Großstädten existiert bereits eine Mautpflicht für die Einfahrt in das Stadtzentrum. So sind für die Einfahrtgenehmigung in die Londoner Innenstadt bereits heute täglich acht Britische Pfund zu bezahlen.<sup>321</sup> Ein weiteres Sonderrecht im Zusammenhang mit dem Elektroauto stellt die Mautbefreiung für die Einfahrt ins Stadtzentrum dar. Bereits seit 2006 fährt in London eine Flotte von 100 Elektro-Smart.<sup>322</sup> So wird von einer City-Mautbefreiung für Elektroautonutzer ein positiver Einfluss auf die Marktdiffusion<sup>323</sup> erwartet.

*Weitere Sonderrechte:* Neben dem Nutzungsrecht für Sonderspuren und der City-Mautbefreiung könnte eine Einfahrtberechtigung in eine Fußgängerzone für Elektrolieferfahrzeuge ein weiterer Kaufanreiz sein.<sup>324</sup> Da diese Fahrzeuge lokal keine Schadstoffemissionen und sehr geringe Geräuschemissionen verursachen, wäre der Störfaktor sehr gering und eine generelle Einfahrtberechtigung in die Fußgängerzone wäre denkbar. Dies könnte sich für gewerbliche Kunden als ein weiterer Kaufanreiz für ein Elektroauto herausstellen. Die Bevorzugung von Elektroautos durch die Bereitstellung kostenfreier Parkplätze, stellt eine weitere Möglichkeit zum Kaufanreiz dar.<sup>325</sup> Dies könnte im öffentlichen Parkraum gleichzeitig mit einer Schnellladestation verbunden sein und ist in Großstädten mit regelmäßig begrenztem Parkraum für den Endkunden sehr interessant.

---

<sup>319</sup> Vgl. Kleffel, A. (2009), S. 39.

<sup>320</sup> Vgl. Pätzold, J. (2009), S. 19.

<sup>321</sup> Vgl. Schmidt, B. (2010), S. T4.

<sup>322</sup> Vgl. Haschek, B. (2010), S. 138.

<sup>323</sup> Wirtschaftsministerium Baden – Württemberg, Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH, Fraunhofer – Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IOA) (2010), S. 25.

<sup>324</sup> Vgl. Pätzold, J. (2009), S. 19.

<sup>325</sup> Vgl. Wirtschaftsministerium Baden – Württemberg, Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH, Fraunhofer – Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IOA) (2010), S. 33.

## **6 Vom Angebot zur Nachfrage: Ableitung zentraler Forschungsthesen**

In den vorangegangenen Kapiteln erfolgte eine Darstellung des Ist-Zustandes im Kontext Elektroauto. Hierzu wurde der Begriff Elektroauto definiert, die Entstehungsgeschichte des Elektroautos beschrieben sowie derzeitige Varianten klassifiziert und der aktuelle Bestand von Elektroautos in Zahlen abgebildet. Weiterhin erfolgte eine Darstellung der aktuellen Rahmenbedingungen zum Thema Elektromobilität und Elektroautos. Hierzu zählen der Stand der Technik mit den Bestandteilen Reichweite, Höchstgeschwindigkeit, Sicherheit, Aufladezeiten, technische Standardisierungen, verfügbare Fahrzeuge, Emissionen und die Produktion der Batterie. Als eine weitere Rahmenbedingung wurde die Umwelt betrachtet, im Speziellen klimapolitische Ziele und das Potenzial zu CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Elektroautos in Abhängigkeit vom Energiemix. Darauf folgte eine Analyse der politischen Rahmenbedingungen. Teilbereiche sind hierbei die Positionen deutscher Parteien, von der deutschen Politik eingeleitete Projekte zum Themenkomplex Elektromobilität und internationale Aktivitäten in diesem Zusammenhang. Der wirtschaftliche Kontext des Elektroautos wurde durch die Betrachtung der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Automobilindustrie, der Kraftstoffkosten als Einflussfaktor für Automobilverkäufe und der Rolle der individuellen Mobilität für das Wachstum der Automobilindustrie beleuchtet. Als letzte Rahmenbedingung wurde die Position der Wissenschaft in Deutschland erläutert. Anschließend erfolgte eine dezidierte Analyse der Kostenaspekte von Elektroautos, gegliedert in Anschaffungskosten und Unterhaltskosten von Elektroautos. Weiterhin wurden unterschiedliche Auflademöglichkeiten von Batterien und das Konzept der Batteriewechselstationen vorgestellt, die Verbindung von Elektroautos mit erneuerbaren Energien aufgezeigt sowie die Begriffe Smart Navigation und Smart Grid eingeführt und erläutert. Schließlich wurde eruiert, welcher Qualifizierungsbedarf für Fachkräfte sich aus der Einführung von Elektroautos ergibt welche Möglichkeiten zur Förderung von Elektroautos in monetärer und nicht-monetärer Form existieren.

Die bisherige Analyse des Ist-Zustandes der Elektromobilität bildet die Positionen einzelner Interessengruppen wie den Anbietern von Elektroautos, Staaten oder Verbänden ab. Die Kundenperspektive hingegen wurde noch nicht untersucht. Aus den vorliegenden Erkenntnissen ergeben sich jedoch Fragen hinsichtlich der potenziellen mikroökonomischen Nachfrage nach Elektroautos, welche mit Hilfe der vorhandenen Quellen nicht adäquat zu beantworten sind. Ebenfalls liegen von Automobilherstellern keine belastbaren Daten, wie beispielsweise Verkaufszahlen über Elektroautos, vor, da sich die Produkte noch in der Entwicklung beziehungsweise erst kurz vor Markteinführung befinden. Daher wurde unter den Studenten der FOM, BA und VWA eine Um-

frage zum Thema Elektromobilität durchgeführt, welche in Kapitel 7 unter dem Akronym FOM-E-Mob 2010 vorgestellt und analysiert wird. Die Zielgruppe der FOM-E-Mob 2010 waren Studierende, denen nach erfolgreichem Studienabschluss eine signifikante Gehaltssteigerung unterstellt wird. Weiterhin ist aufgrund der spezifischen Altersstruktur von jungen, solventen und technikinteressierten Adressaten für die Strategien und Aktivitäten der Automobilindustrie auszugehen. Zusätzlich ist der Großteil der Befragten im urbanen Umfeld mobil und befindet sich somit in Reichweite der in den vorigen Kapiteln geschilderten Aktivitäten, die sich ebenfalls auf städtische Regionen konzentrieren. Daher kann dieser Umfrage eine hohe Bedeutung zugeschrieben werden, auch wenn sie aufgrund der speziellen Zielgruppe als empirisch nicht repräsentativ anzusehen ist.

Die FOM-E-Mob 2010 dient dabei als Instrument zur Beantwortung spezieller Fragenkomplexe der definierten Zielgruppe im Kontext Elektromobilität. Es werden die Facetten Kaufbereitschaft inklusive Anschaffungs- und Unterhaltskosten, grundsätzliches Mobilitätsverhalten sowie Fahrverhalten im Zusammenhang mit dem Automobil, Präferenzen zur Ladeinfrastruktur von Elektroautos sowie die Reaktion auf unterschiedliche Kaufanreize untersucht. In Kapitel 8 werden die Erkenntnisse aus dieser Umfrage zur weiteren Analyse den Ergebnissen der Kapitel über den technischen Stand, die Kostensituation, die Infrastruktur und die Fördermöglichkeiten gegenübergestellt, sowie im späteren Verlauf mit Ergebnissen weiterer Studien gespiegelt. Ziel ist es, Übereinstimmungen und Diskrepanzen zwischen Angebot und Nachfrage herauszuarbeiten und zu bewerten.

Aus der Ist-Analyse haben die Verfasser dieser Arbeit elf Forschungsthese abgeleitet, die für die FOM-E-Mob 2010 als Prämisse dienten und im Rahmen dieser Erhebung verifiziert oder falsifiziert werden:

- Die Bereitschaft der Zielgruppe, ein Elektroauto zu kaufen, ist tendenziell hoch.
- Aktuelle Elektroautos erfüllen die Anforderungen der Kunden an die Reichweite nicht.
- Die Höchstgeschwindigkeit aktueller Elektroautos ist ausreichend.
- Aktuelle Elektroautos erfüllen die Anforderungen der Kunden an das Raumangebot nicht.
- Für Elektroautos steht eine ausreichende Ladeinfrastruktur zur Verfügung.
- Aktuelle Elektroautos erfüllen die Preisvorstellungen der Zielgruppe nicht.
- Alternative Finanzierungs- und Kostenkonzepte im Kontext Mobilität finden keine oder nur geringe Akzeptanz.

- Informationsmehrung beim potenziellen Käufer von Elektroautos ist von existentieller Bedeutung für die Kaufentscheidung.
- Die Zielgruppe ist nicht ausreichend über Elektroautos informiert.
- Monetäre Fördermaßnahmen entfalten eine starke Kaufreizwirkung.
- Nicht-monetäre Fördermaßnahmen üben einen geringen Kaufanreiz aus.

Im Anschluss an die empirische Erhebung und Analyse erfolgt in Kapitel 9 eine Erläuterung von Veränderungen in der Wertschöpfungskette der Automobilindustrie, die sich aus der Weiterentwicklung der Elektromobilität ergeben. Weiterhin werden verschiedene Szenarien über die mögliche Entwicklung des deutschen Automobilmarktes im speziellen Kontext Elektroauto vorgestellt und ausgeführt. Zusätzlich werden relevante Handlungsfelder für Politik, Wirtschaft und Verbraucher identifiziert und Handlungsempfehlungen ausgesprochen, die sich aus der Ist-Analyse des Elektroautos ergeben und notwendig erscheinen, um das Elektroauto zu einem erfolgreichen Produkt zu entwickeln. Abschließend werden die Kernaussagen zu den Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken von Elektroautos in Form einer Matrix zusammengestellt. In Kapitel 10 schließlich werden die wesentlichen Inhalte dieser Arbeit zusammengefasst sowie ein abschließendes Fazit zum Stand und den Entwicklungschancen des Elektroautos in Deutschland gezogen.

## 7 Empirische Untersuchungen

Für eine tiefere Analyse der aktuellen Marktsituation von Elektroautos wurde die Umfrage FOM-E-Mob 2010, welche in Kapitel 7.1 näher beschrieben wird, als eine Methode der Primärforschung durchgeführt. Die zentralen Ergebnisse dieser Umfrage werden in den Unterkapiteln mit den Inhalten Kundenerwartung an die Technik der Elektroautos, Analyse der Kauf- und Zahlungsbereitschaft sowie Wirkung von Fördermaßnahmen dargestellt.

Im Zuge der Sekundärforschung wird im weiteren Verlauf des Kapitels 7 auf weitere Umfragen eingegangen und die Ergebnisse der FOM-E-Mob 2010 mit den dort gewonnenen Erkenntnissen verglichen.

### 7.1 FOM-E-Mob 2010

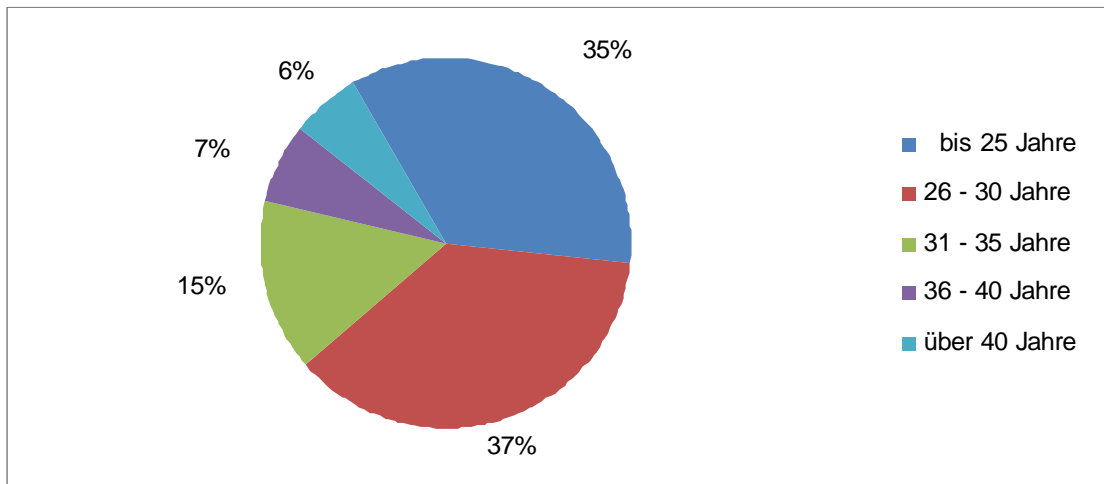
Kapitel 7.1 erläutert die Ergebnisse der Umfrage FOM-E-Mob 2010 zum Thema Elektromobilität, die von den Verfassern dieser Arbeit über das KompetenzCentrum für Statistik und Empirie der Hochschule für Oekonomie und Management<sup>326</sup> durchgeführt wurde.<sup>327</sup> Den Fragebogen für die Erhebung haben die Verfasser ausgearbeitet. Die Befragung wurde im Zeitraum 09. – 29. Juni 2010 im Online-Campus der FOM bundesweit allen Studierenden der FOM, BA und VWA angeboten und von 763 Teilnehmern beantwortet. Hierbei ergaben sich 685 verwertbare Datensätze. Bei den auszu-schließenden 78 Datensätzen wurden die Fragebögen nicht vollständig beantwortet und konnten somit nicht berücksichtigt werden. Da die Umfrage ausschließlich den Studierenden der FOM, BA und VWA zugänglich war, ist das Ergebnis aufgrund der Altersstruktur (vgl. Abbildung 10) der Teilnehmer als nicht repräsentativ für den Durchschnitt der Bundesbürger einzustufen.

Über 70 % der Teilnehmer an der FOM-E-Mob 2010 sind höchstens 30 Jahre alt. Insgesamt spiegelt die Altersstruktur der Teilnehmer die Altersverteilung der Studierenden der FOM, BA und VWA wider.

---

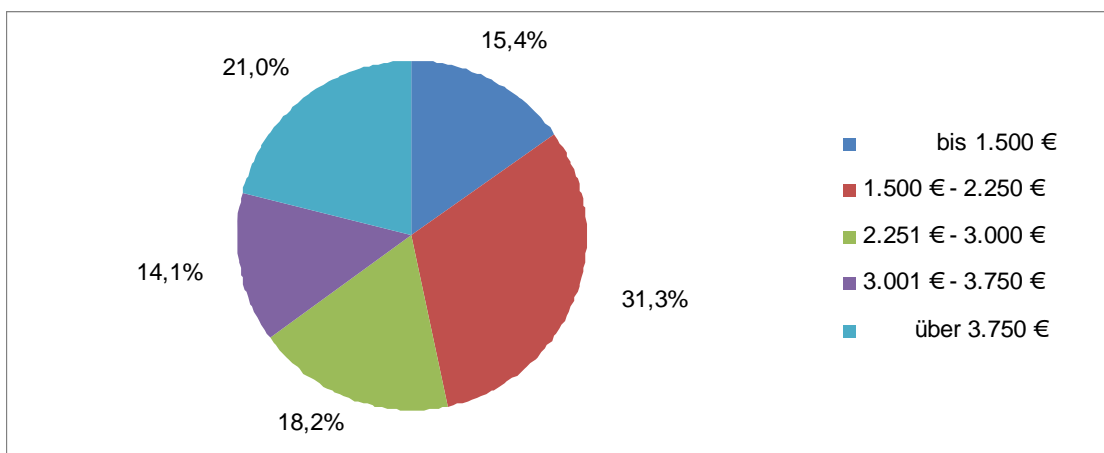
<sup>326</sup> KompetenzCentrum für Statistik und Empirie der FOM (2010).

<sup>327</sup> Die Umfrageergebnisse sind die Datenbasis für die selbst erstellten Grafiken.

**Abbildung 10: Altersstruktur der Umfrageteilnehmer**

Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Der überwiegende Teil der Befragten lebt mit einem Anteil von 42,1 % in einem 2-Personen-Haushalt und mit einem Anteil von 31,8 % in einem 1-Personen-Haushalt. Weitere 22,1 % der Teilnehmer leben in einem Haushalt mit drei bis vier Personen und 4 % der Befragten in einem Haushalt mit mehr als vier Personen. Weiterhin sind 65 % der Befragten männlich und 33 % weiblich, wobei 2 % diese Frage unbeantwortet ließen. Bei der Frage nach dem Haushaltsnettoeinkommen (vgl. Abbildung 11) liegen etwa die Hälfte der Befragten im Bereich zwischen 1.500 Euro und 3.000 Euro. Ein Fünftel verfügt über ein Haushaltsnettoeinkommen von über 3.750 Euro.

**Abbildung 11: Haushaltsnettoeinkommen der Befragten**

Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

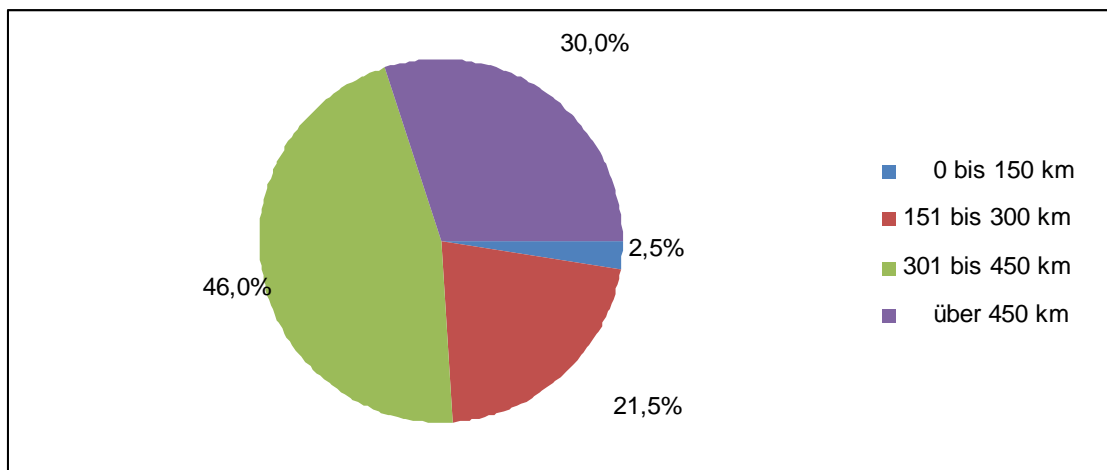
Zudem wurden die Teilnehmer der Umfrage nach der Lage des Wohnorts und des Arbeitsplatzes befragt. So leben und arbeiten 58,9 % der Teilnehmer städtisch und etwa 28,8 % der Befragten leben ländlich und arbeiten aber städtisch, sodass knapp 88 % der Befragten einen Arbeitsplatz im städtischen Bereich hat. Die verbleibenden 12,3 % verteilen sich mit 8,1 % auf die Kombination Leben und Arbeiten ländlich und mit 4,2 % auf Leben städtisch und Arbeiten ländlich.

Weiterhin stellen insgesamt 67 % der Befragten während der Arbeitszeit ihr Auto in einem Parkhaus oder auf einem Parkplatz des Unternehmens ab.

## 7.2 Analyse der Kundenerwartungen an die Technik der Elektroautos

Die derzeitigen technischen Eigenschaften der Elektroautos wurden in Kapitel 3.1 umfangreich erläutert. Diese Eigenschaften können mit den Kundenerwartungen anhand der Umfrageergebnisse abgeglichen werden. Hinsichtlich der Reichweite eines vollständig aufgeladenen Elektroautos würden nur 30,5 % der Befragten eine geringere Reichweite im Vergleich zu aktuellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor akzeptieren, wogegen 60,5 % dies für nicht akzeptabel halten. Die Akzeptanz unter den Umfrageteilnehmern für ein Elektroauto liegt mit 46 % bei einer Reichweite von 300 km bis 450 km (vgl. Abbildung 12). Die Erwartung, mehr als 450 km mit einer Aufladung erzielen zu können, haben 30 % der Befragten.

**Abbildung 12: Erwartung an die Reichweite eines Elektroautos**

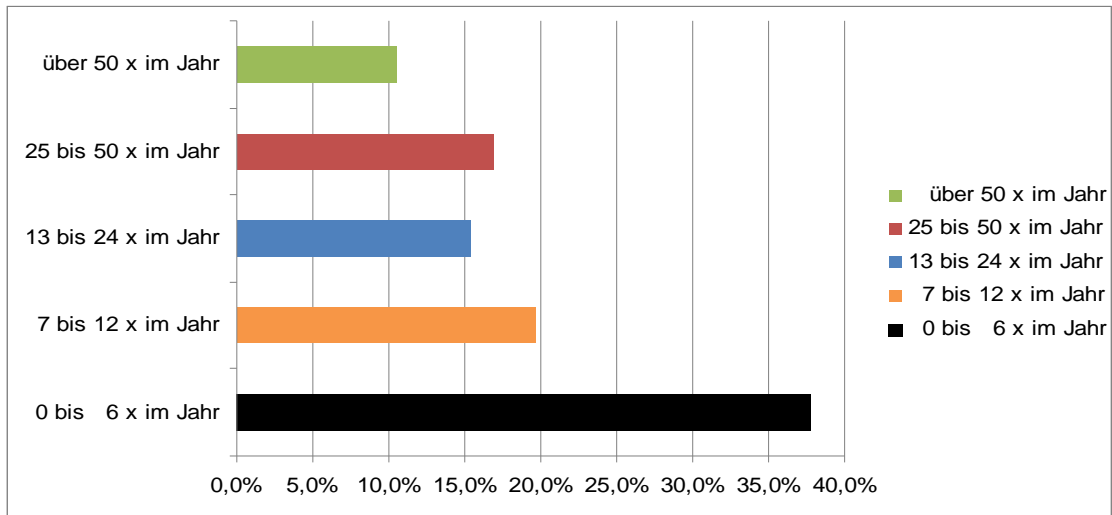


Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Die Teilnehmer die im weiteren Verlauf der Umfrage eine eher höhere Kaufbereitschaft für ein Elektroauto angaben, sind gleichzeitig auch mit einer geringeren Reichweite zufrieden.

Interessant im Zusammenhang mit dem Aspekt der Reichweite ist die tägliche Fahrstrecke. Hierbei gaben 48,3 % der Befragten an, eine durchschnittliche Fahrstrecke von unter 50 km täglich zurückzulegen. Weitere 41 % legen täglich eine Strecke zwischen 50 km und 100 km zurück. Zusammengefasst fahren 91 % der Befragten eine Strecke von weniger als 100 km am Tag. Zudem gaben alle der Befragten an, öfters eine längere Strecke als die tägliche Fahrleistung zurückzulegen (vgl. Abbildung 13).

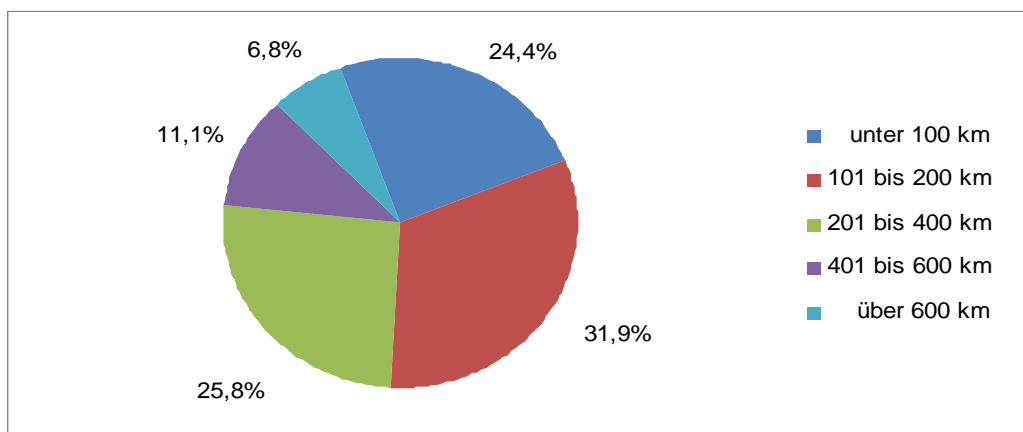
**Abbildung 13: Häufigkeit der längeren Fahrstrecken als die tägliche Fahrstrecke**



Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Die hierbei zurückgelegte Fahrstrecke beträgt bei 24,4 % der Teilnehmer in der Regel bis 100 km und bei 31,9 % mehr als 100 km bis 200 km. Eine Distanz von mehr als 200 km bis 400 km legen 25,8 % der Teilnehmer zurück, und länger als 400 km bis 600 km werden von 11,1 % zurückgelegt. Weitere 6,8 % gaben an, mehr als 600 km zu fahren (vgl. Abbildung 14).

**Abbildung 14: Fahrstrecken, länger als die täglichen Strecken**

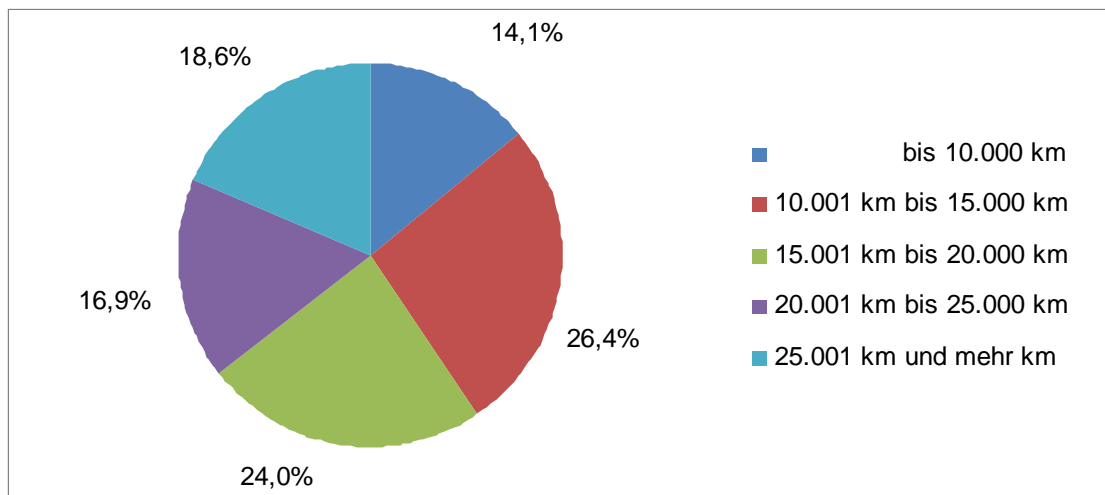


Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Hinsichtlich der jährlichen Fahrleistung gaben 14,1 % der Befragten an, eine Strecke von bis zu 10.000 km zurückzulegen. Zwischen 10.000 km und 15.000 km Jahresfahrleistung legen 26,4 % der Teilnehmer zurück und 24 % fahren zwischen 15.000 km und 20.000 km. 16,9 % legen 20.000 km bis 25.000 km zurück und 18,6 % der Befragten legen mehr als 25.000 km im Jahr zurück (vgl. Abbildung 15).

Um seltene oder besondere Fahrten mit großer Distanz durchführen zu können, die mit dem Elektroauto aufgrund der verminderten Reichweite schlecht möglich sind, würden 66 % der Teilnehmer den Zug als Reisemittel nutzen und 61 % der Befragten auf einen Mietwagen zurückgreifen, wobei bei dieser Frage Mehrfachantworten möglich waren. Auch andere Verkehrsmittel, wie beispielsweise Flugzeug oder Schiff, wurden genannt, dies aber mit einem deutlich kleineren Anteil an Nennungen.

**Abbildung 15: Jahresfahrleistung**

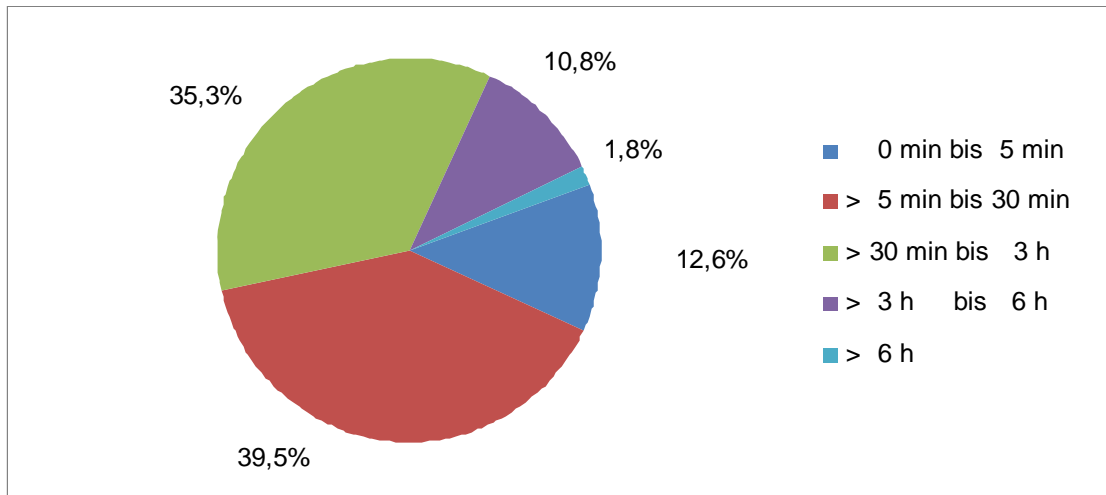


Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Beim Thema der geringeren Höchstgeschwindigkeit von Elektroautos im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen wären 67 % der Teilnehmer bereit diese in Kauf zu nehmen. Für 33 % der Befragten kommt dies nicht in Betracht. Mit einem verringerten Raumangebot könnten sich nur 40 % der Befragten einverstanden erklären, wobei dies für 60 % nicht akzeptabel ist. Bezüglich der heutzutage bereits fast zur Serienausstattung gehörenden Navigationssysteme wünschen sich 96 % der Befragten eine Standortanzeige von Ladestationen und Batteriewechselstationen, wobei insgesamt 70 % der Befragten gleichzeitig eine Anzeige der Strompreise an der genannten Ladestation wünscht. Ein entscheidender Aspekt bei der Akzeptanz eines Elektroautos ist die Bereitschaft der Kunden, für das Aufladen von Elektroautos einen deutlich höheren Zeitaufwand in Kauf zu nehmen als bei einem Tankvorgang mit Otto- oder Die-

selkraftstoff. Bei der Umfrage gaben 10,8 % der Teilnehmer an, eine Ladezeit von 3 h bis 6 h akzeptieren zu können. Eine Ladezeit von 30 min bis 3 h käme für 35,3 % der Befragten in Betracht und fast 40 % der Befragten halten eine Ladezeit von 5 min bis 30 min für tragbar (vgl. Abbildung 16).

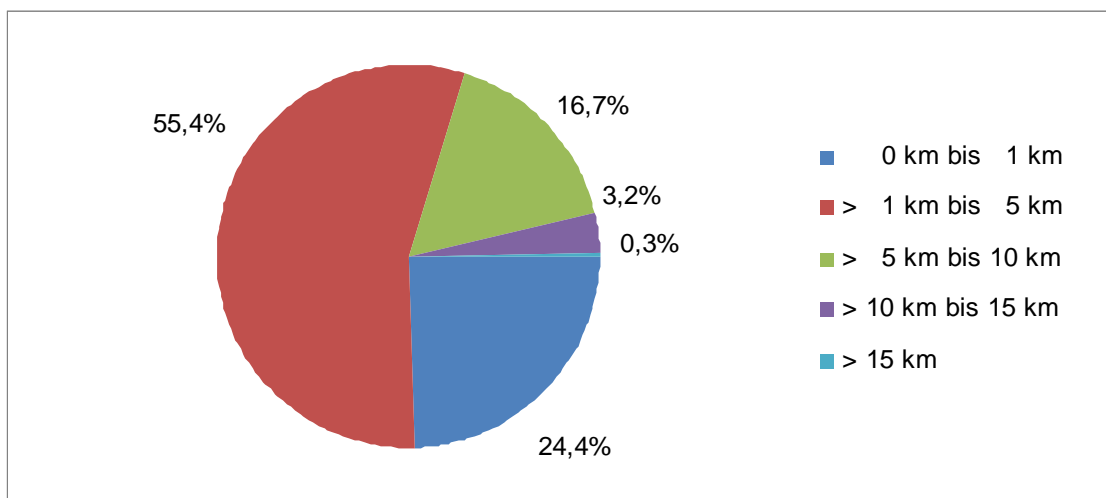
**Abbildung 16: Akzeptanz der Ladezeiten**



Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Um die Technologie der Schnellladung nutzen zu können, würden 24,4 % der Befragten einen Umweg von bis zu 1.000 m in Kauf nehmen. Für 55,4 % der Teilnehmer wäre ein Umweg von 1 km bis 5 km akzeptabel und weitere 16,7 % würden bis 10 km Umweg tolerieren. Mehr als 10 km Umweg für eine Schnellademöglichkeit kommt nur noch für sehr wenige Teilnehmer in Betracht (vgl. Abbildung 17).

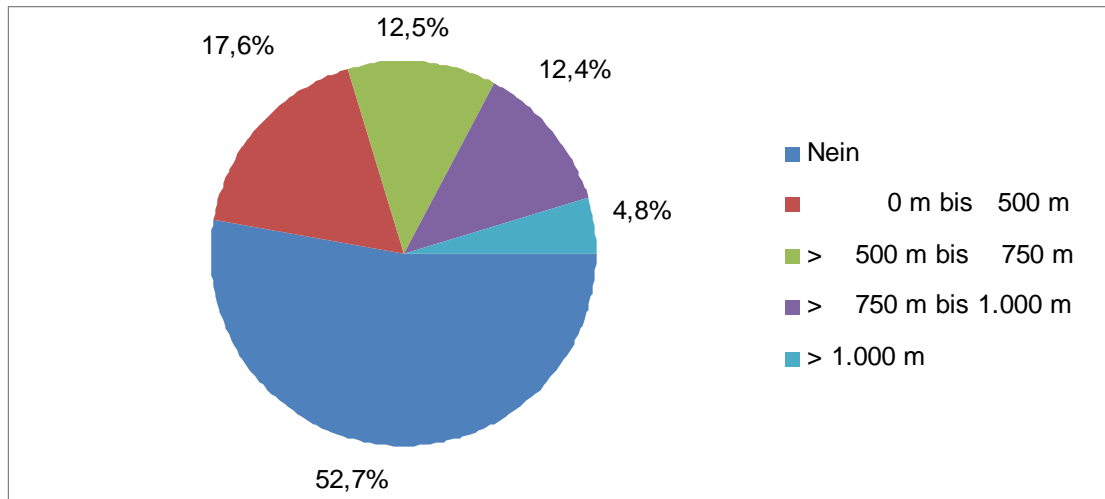
**Abbildung 17: Bereitschaft für eine Schnellladung einen Umweg zu fahren**



Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Das Fahrzeug an einer „Stromtankstelle“ zum Aufladen abzustellen und zu Fuß, mit dem Fahrrad oder ähnlichen Verkehrsmitteln nach Hause zu kommen, stößt bei 52,7 % der Befragten auf Ablehnung. Bis zu 500 m Strecke kommt für 17,6 % der Teilnehmer in Frage und bis zu 750 m noch für weitere 12,5 %. Eine Distanz von mehr als 1.000 m würden immerhin noch 4,8 % der Befragten tolerieren (vgl. Abbildung 18).

**Abbildung 18: Bereitschaft für einen Fußweg von der „Stromtankstelle“ nach Hause**



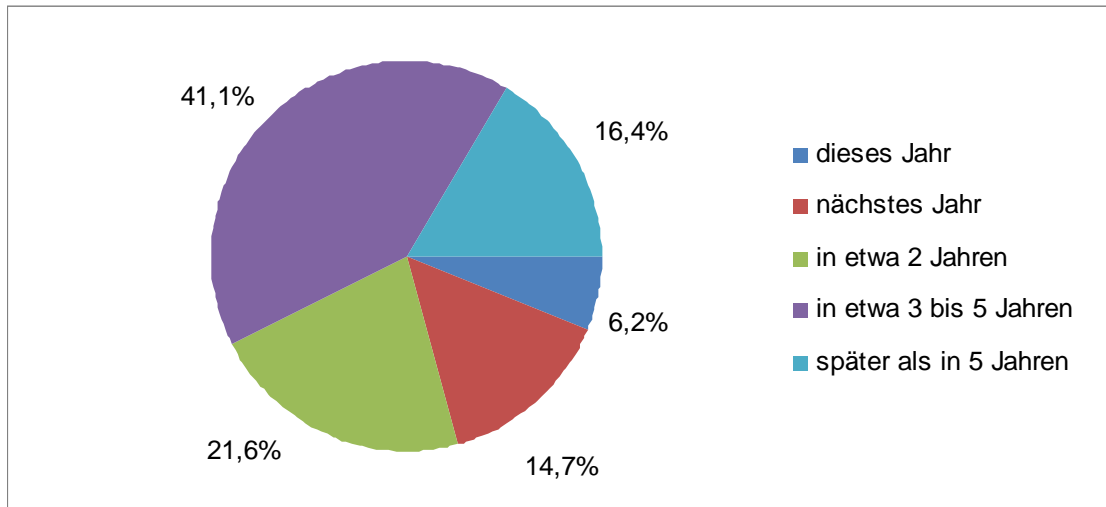
Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Ein letzter Aspekt zum Ladeverhalten ist die Angabe von 42 % der Befragten, an ihrem Abstellplatz zu Hause einen Stromanschluss zu haben. Am Abstellplatz der Arbeitsstätte ist dies nur bei 22 % der Teilnehmer der Fall.

6,2 % der Befragten planen, im laufenden Jahr 2010 ein neues Fahrzeug zu erwerben. Im Jahr 2011 möchten 14,7 % der Teilnehmer ein neues Fahrzeug erwerben und 21,6 % wollen dies in 2012 umsetzen. 41,1 % der Befragten tendieren zu einem Autokauf im Jahr 2013 bis 2015, während dieses für 16,4 % erst ab 2016 in Betracht kommt (vgl. Abbildung 19).

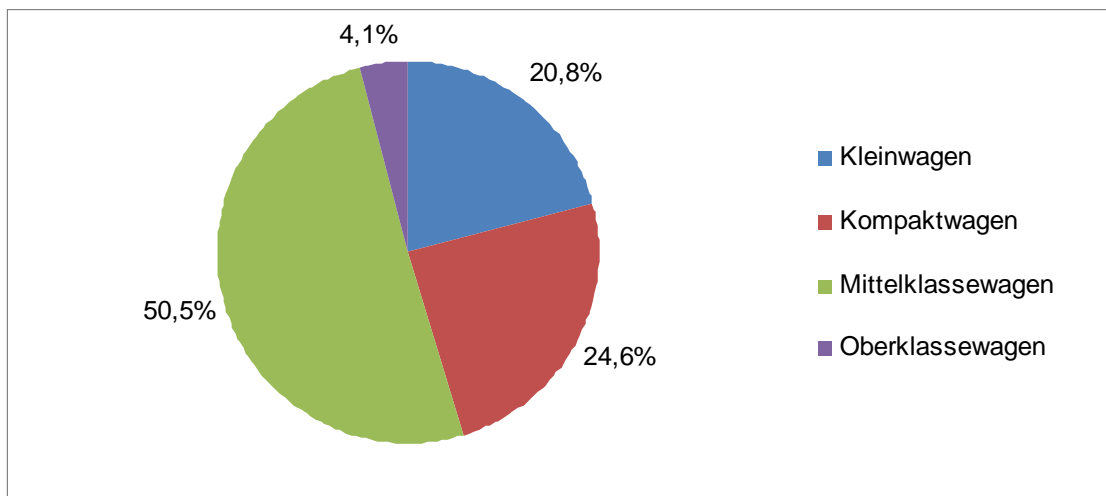
Bei diesen Neuanschaffungen sind verschiedene Fahrzeugklassen geplant. So tendieren etwa 50 % der Befragten zu einem Mittelklassewagen, rund 25 % möchten ein Fahrzeug der Kompaktklasse erwerben und knapp 21 % ziehen den Kauf eines Kleinwagens in Betracht. Nur rund 4 % planen den Kauf eines Oberklassemodells (vgl. Abbildung 20).

**Abbildung 19: Wann ist der nächste Autokauf geplant?**



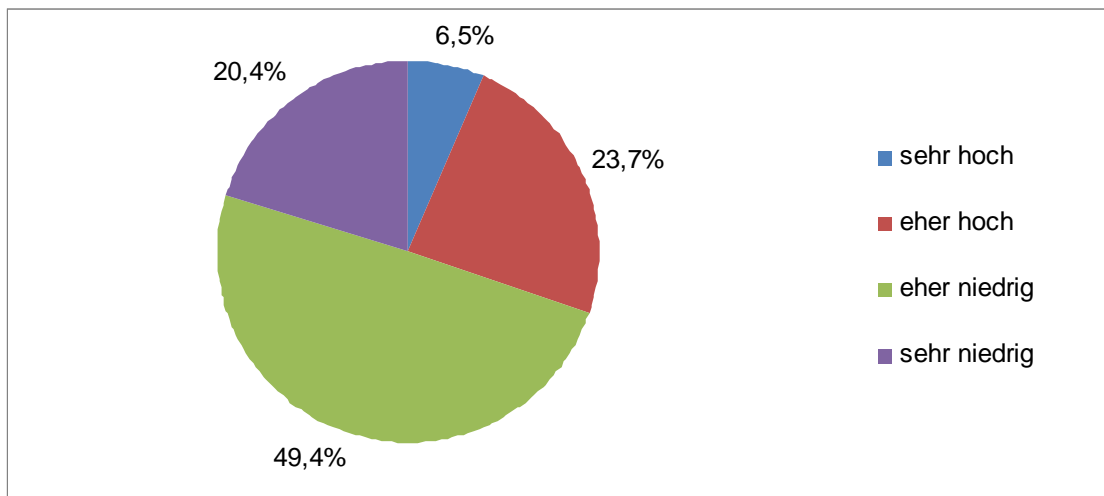
Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

**Abbildung 20: Verteilung auf die Fahrzeugklassen beim nächsten Autokauf**



Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Die Bereitschaft, als nächstes Fahrzeug ein Elektroauto anzuschaffen, ist bei 49,4 % der Teilnehmer eher niedrig und bei 20,4 % der Befragten sehr niedrig. Eine eher hohe Bereitschaft für die Anschaffung eines Elektroautos als nächstes Fahrzeug haben 23,7 % der Befragten und weitere 6,5 % der Befragten haben hierzu eine sehr hohe Bereitschaft (vgl. Abbildung 21).

**Abbildung 21: Bereitschaft, als nächstes ein Elektroauto zu kaufen**

Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Die Bereitschaft als nächstes Auto ein Elektroauto zu kaufen, steigt signifikant, wenn dieses ein Zweitwagen wäre. Dies gaben etwa 60 % der Befragten an. Die vorhandenen Autos je Haushalt wurden in diesem Zusammenhang ebenfalls abgefragt. So gibt es bei 46,6 % der Befragten ein Auto im Haushalt und bei 30,9 % der Befragten stehen zwei Autos zur Verfügung. Insgesamt drei Autos im Haushalt gibt es bei 9,3 % der Befragten und bei 4,9 % der Teilnehmer gibt es sogar mehr als drei Autos im Haushalt. Bei immerhin 8,4 % der Befragten gibt es kein Auto im Haushalt. Zusammengefasst ist aufgrund der soziodemografischen Angaben eine Tendenz zur höheren Kaufbereitschaft mit zunehmendem Alter festzustellen.

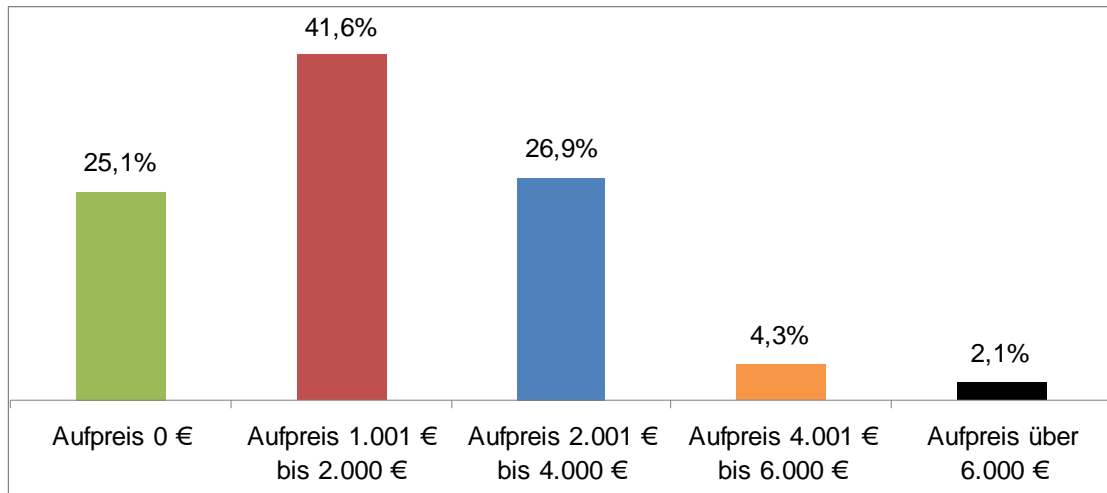
### 7.3 Analyse der Zahlungsbereitschaft

In den Kapiteln 4.1 und 4.2 wurden die Anschaffungs- und Unterhaltskosten von Elektroautos beleuchtet. Im folgenden Abschnitt sollen daher die Umfrageergebnisse zu den Präferenzen der Zielgruppe bezüglich höherer Anschaffungskosten und die Akzeptanz alternativer Kostenkonzepte dargestellt werden.

**Anschaffungskosten:** Im Rahmen der Umfrage wurde die Bereitschaft der Teilnehmer, für ein Elektroauto einen Mehrpreis im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen zu entrichten, erfragt. Hierbei wurden die Mehrkosten in die Kategorien „0 Euro“, also keine Aufpreisbereitschaft, „bis 2.000 Euro“, „bis 4.000 Euro“, „bis 6.000 Euro“ und „über 6.000 Euro“ aufgeteilt. Insgesamt ist festzustellen, dass die Höhe des als akzeptabel eingestuften Aufpreises positiv mit der grundsätzlichen Kaufbereitschaft der Befragten korreliert. Die Detail-Auswertung der gültigen Antworten ergab, dass 25,1 % der Befragten nicht bereit sind, für Elektroautos einen höheren Anschaffungspreis zu

bezahlen. 41,6 % der Teilnehmer würden zwischen 1.000 Euro und 2.000 Euro sowie 26,9 % der Befragten über 2.000 Euro und bis 4.000 Euro mehr für ein Elektroauto bezahlen als für ein konventionelles Auto. Einen Mehrpreis von über 4.000 Euro bis 6.000 Euro wären nur noch 4,3 % der Befragten bereit zu entrichten. Hingegen würden lediglich 2,1 % mehr als 6.000 Euro Aufpreis für ein Elektroauto in Kauf nehmen. Die Verteilung wird in Abbildung 22 illustriert.

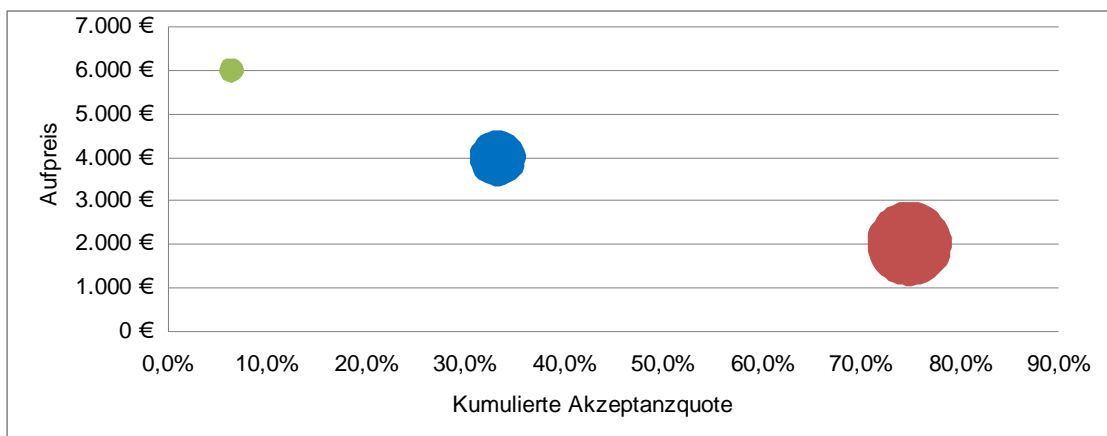
**Abbildung 22: Bereitschaft zur Zahlung eines Aufpreises für Elektroautos**



Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Es ist eine folgerichtige Überlegung, dass Kaufinteressenten, die bereit sind, beispielsweise über 6.000 Euro Mehrkosten für die Anschaffung eines Elektroautos zu tragen, ebenfalls bereit sind, einen Aufpreis von 4.000 Euro oder 2.000 Euro zu bezahlen. In Abbildung 23 werden daher die oben genannten Aufpreis-Kategorien kumuliert dargestellt.

**Abbildung 23: Bereitschaft zur Zahlung eines Aufpreises für Elektroautos (kumuliert)**

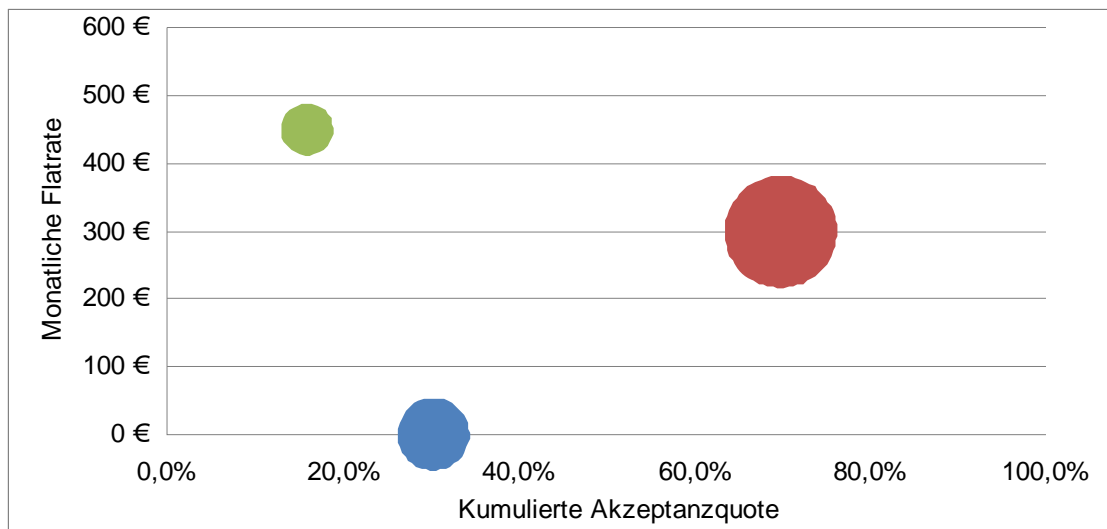


Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Es wird ersichtlich, dass es nur 6,4 % der Teilnehmer akzeptieren würden, bis zu 6.000 Euro Mehrkosten für die Anschaffung eines Elektroautos zu entrichten. Immerhin noch ein Drittel der Teilnehmer wäre bereit, bis zu 4.000 Euro Mehrkosten zu bezahlen. Die Mehrzahl der Befragten jedoch, fast 75 %, würde bei einem Elektroauto nur Anschaffungsmehrkosten in Höhe von bis zu 2.000 Euro im Vergleich zu einem verbrennungsmotorbetriebenen Auto in Kauf nehmen. Bei dieser Betragsgrenze liegt bei den Umfrageteilnehmern also im Schwerpunkt die Bereitschaft, einen Aufpreis für Elektroautos zu bezahlen.

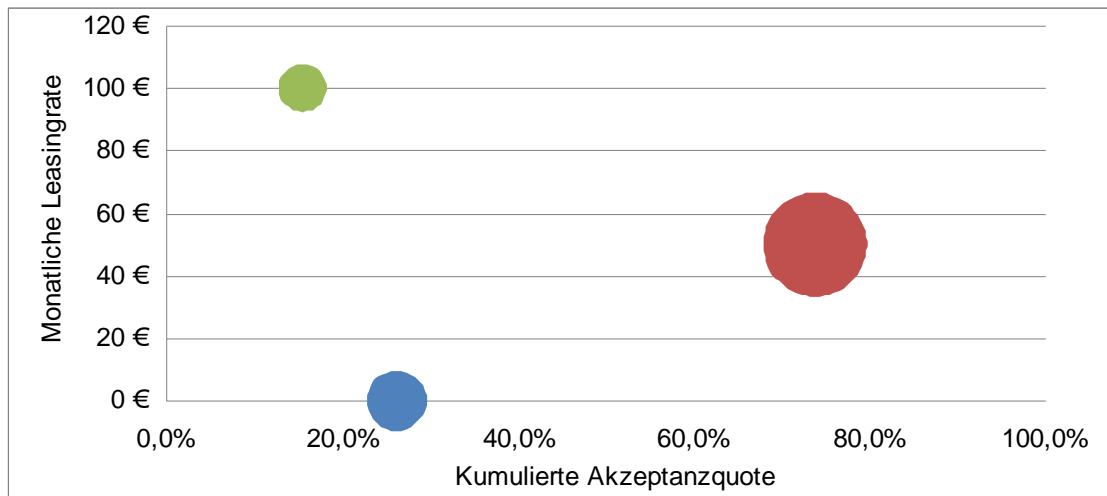
*Alternative Kostenkonzepte:* Es wurden zuvor bereits das Geschäftsmodell des Unternehmens Better Place und andere alternative Kostenkonzepte vorgestellt. Die Zielgruppe reagierte unterschiedlich auf diese Ideen.

**Abbildung 24: Flatrate-Akzeptanz mit preislicher Bandbreite (kumuliert)**



Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Das Modell einer Flatrate ist für den Großteil der Befragten vorstellbar. Dabei wären 13 % bereit, zwischen 300 Euro und 450 Euro monatlich aufzuwenden. Eine monatliche Gebühr bis zu 300 Euro wäre für weitere 54 % der Zielgruppe akzeptabel. Hingegen sind nur 2,5 % der Teilnehmer bereit, eine monatliche Flatrate mit mehr als 450 Euro zu bezahlen. Ein Drittel lehnt das Flatrate-Modell grundsätzlich ab. Auch hier verdeutlicht eine Kumulation der Kategorien die preisliche Präferenz der Zielgruppe (vgl. Abbildung 24). Der Schwerpunkt liegt bei einer monatlichen Rate von bis zu 300 Euro, welche insgesamt fast 70 % der Teilnehmer zu zahlen bereit wäre, wohingegen die Zahlungsbereitschaft für eine Monatsrate von mehr als 300 Euro mit nicht einmal 16 % Zustimmungsquote deutlich geringer ausfällt.

**Abbildung 25: Akzeptierte monatliche Batterie-Leasingrate (kumuliert)**

Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

Die Finanzierung der Batterie mittels Leasing können sich circa 74 % der Befragten vorstellen. Allerdings akzeptiert mit 58,5 % der Teilnehmer der Großteil der Zielgruppe keine Leasingrate, die mehr als 50 Euro monatlich beträgt, trotz des Hinweises, dass die Leasingrate ganz oder partiell durch ersparte Treibstoffkosten refinanziert werden kann. 14,3 % sind bereit, zwischen 50 Euro und 100 Euro monatlicher Leasingrate zu bezahlen. Und nur 0,7 % respektive 0,4 % der Zielgruppe würden Leasingraten zwischen 100 Euro und 150 Euro beziehungsweise mehr als 150 Euro akzeptieren. Der Zusammenhang mit der jährlichen Fahrleistung wurde hier nicht gezielt untersucht. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass etwa zwei Drittel der Teilnehmer nicht mehr als 20.000 km beziehungsweise mehr als 80 % der Zielgruppe nicht mehr als 25.000 km pro Jahr mit dem Auto zurücklegen, scheint sich hier aufgrund einer eigenen Grobkalkulation der Befragten in Verbindung mit einer Erwartungshaltung über die eingesparten Treibstoffkosten eine psychologische Grenze der Konsumenten abzuzeichnen. Eine Illustration der kumulierten Daten verdeutlicht diese Aussage (vgl. Abbildung 25).

## 7.4 Wirkung von Fördermaßnahmen

Im Kapitel 6 wurden mögliche Förderansätze dezidiert aufbereitet. Gleichzeitig wurden diese Maßnahmen über die Umfrageteilnehmer validiert. Die Ergebnisse werden in den folgenden Abschnitten erläutert. Vorab ist grundsätzlich zu konstatieren, dass Teilnehmer mit einer hohen Kaufbereitschaft tendenziell stärker auf Fördermaßnahmen reagieren als Teilnehmer mit geringerer Kaufbereitschaft.

*Informationsversorgung:* Die Auswertung der Umfrageergebnisse hat ergeben, dass dem Wissensstand potenzieller Käufer von Elektroautos messbare Bedeutung zukommt. Beispielsweise korreliert die Bereitschaft der Zielgruppe, einen Mehrpreis für ein Elektroauto zu bezahlen, positiv mit dem Informationsstand der Teilnehmer. Zudem fällt die Bereitschaft der sehr gut und gut Informierten, mit sehr hoher beziehungsweise hoher Wahrscheinlichkeit als nächstes Auto ein Elektroauto zu kaufen, mit 32,6 % respektive 39,6 % höher aus als bei den eher schlecht oder schlecht informierten Teilnehmern. Hier lag eine sehr hohe beziehungsweise hohe Bereitschaft nur bei 25,6 % beziehungsweise 27,4 % der Befragten vor. Weiterhin haben etwa zwei Drittel der Befragten angegeben, dass es ihnen sehr wichtig (32 %) beziehungsweise eher wichtig (34 %) ist, dass ein Elektroauto mit Strom aus erneuerbaren Energien aufgeladen wird. Gleichzeitig halten jedoch 45 % der Befragten Elektroautos nur partiell für ein ökologisch sauberes Auto. Weitere 20% stufen Elektroautos sogar als ökologisch nicht sauber ein. Diese Einschätzung von 65 % der Teilnehmer resultiert zum einen aus einer eigenen Beurteilung des verfügbaren Energiemixes, der mit fossilen Brennstoffen in Verbindung gebracht wird, und zum anderen aus Überlegungen zur umweltgerechten Entsorgung von Elektroautos und hier besonders der Batterien. Insgesamt stuften besser informierte Teilnehmer das Elektroauto eher als ökologisch unsauber ein. Schlechter Informierte hingegen schätzten Elektroautos eher als ökologisch sauber ein.

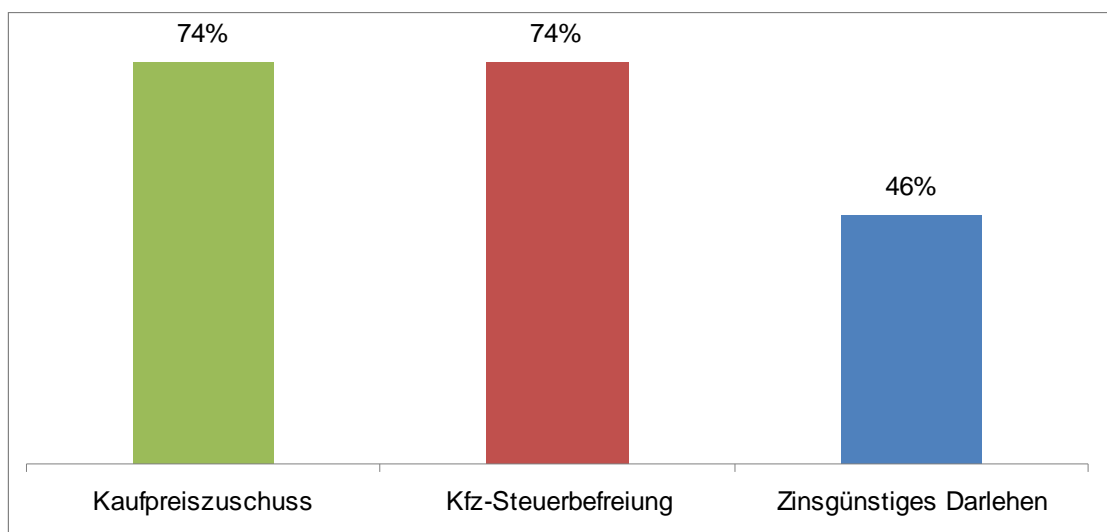
Der Umweltschutz scheint für den Kauf eines Elektroautos eine wichtige Rolle für die Befragten zu spielen. Gleichzeitig werden die tatsächlichen ökologischen Eigenschaften von Elektroautos mit Skepsis betrachtet. Daher kann einer intensiven Informationsversorgung, vor allem über die ökologischen Eigenschaften von Elektroautos, eine die Kaufbereitschaft fördernde Wirkung zugesprochen werden. Dies ist insbesondere deshalb interessant, weil besser Informierte ohnehin eher zum Kauf eines Elektroautos bereit sind als schlechter Informierte.

Insgesamt ist eine positive Korrelation zwischen dem Informationsstand und der Einkommenshöhe festzustellen. Weiterhin ist in diesem Zusammenhang auffällig, dass mit nahezu zwei Dritteln die Mehrzahl der Befragten sich selbst als schlecht (11 %)

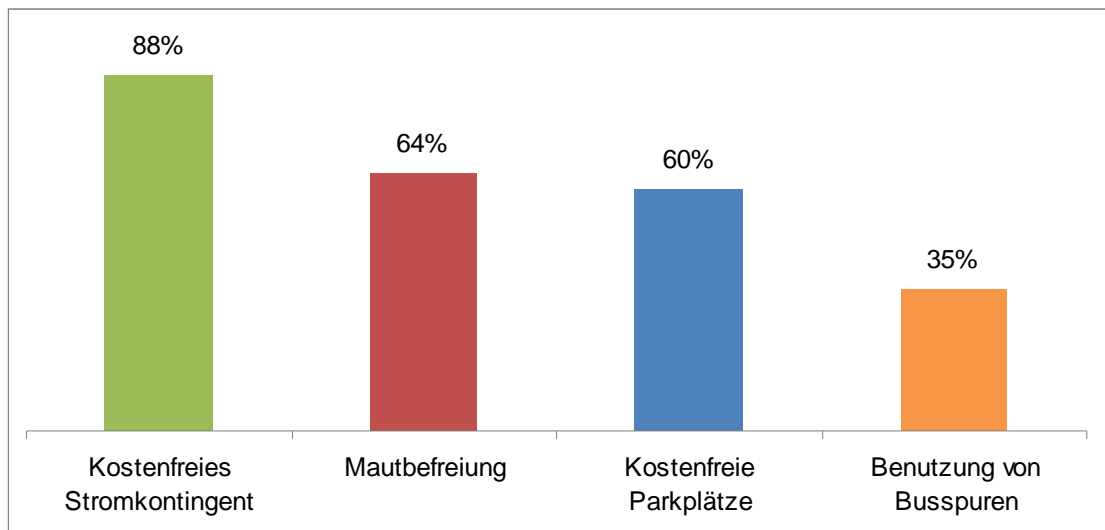
oder eher schlecht (54 %) über Elektroautos informiert einstuft. 29 % der Teilnehmer fühlt sich eher gut und nur 7 % als sehr gut informiert. Hier scheint ein erhebliches Informationsdefizit zu bestehen. Dessen Ausgleich könnte, auch vor dem Hintergrund der obigen Ausführungen über die Zusammenhänge von Informationsstand, grundsätzlicher Kaufbereitschaft, Einkommenshöhe und der Bereitschaft zur Zahlung eines Aufpreises, zu einer deutlich höheren Akzeptanz von Elektroautos führen.

*Monetäre Förderung:* Im Rahmen der Umfrage reagierte die Zielgruppe positiv auf die Möglichkeit, eine staatliche Förderung mittels eines direkten Kaufpreiszuschusses zu erhalten. So gaben 74 % der Befragten an, dass ein Zuschuss ihre Kaufbereitschaft erhöhen würde. Bei ebenfalls 74 % der Teilnehmer würde der Erlass der Kfz-Steuer die Bereitschaft erhöhen, als nächstes Auto ein Elektroauto anzuschaffen. Auf eine geringere Akzeptanz stieß hingegen die Gewährung von zinsvergünstigten Darlehen. Nur 46 % der Teilnehmer reagierten positiv auf solch eine Möglichkeit. Abbildung 26 stellt die Akzeptanz der verschiedenen Fördermittel-Kategorien grafisch gegenüber.

**Abbildung 26: Akzeptanzquote für monetäre Fördermaßnahmen**



Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

**Abbildung 27: Akzeptanzquote bei Privilegien für Elektroautos**

Quelle: Fom-E-Mob 2010, o.S.

*Sonderrechte:* Zusätzlich wurde die Möglichkeit eruiert, die Kaufbereitschaft durch Privilegien zu beeinflussen. Die Akzeptanz der Zielgruppe ist in Abbildung 27 grafisch zusammengefasst.

Als sehr effektives Fördermittel haben sich demnach kostenfreie Stromkontingente herausgestellt. So gaben 88 % der Befragten an, dass sich hierdurch ihre Kaufbereitschaft erhöhen würde. Eine Befreiung von Mautgebühren auf Autobahnen oder in Großstädten indes würde noch bei 64 % der Befragten kauffördernd wirken. Ähnlich wirksam mit 60 % Zustimmungsquote wäre die Bereitstellung reservierter, kostenfreier Parkplätze für Elektroautos. Hingegen auf kaum Resonanz stößt der Vorschlag, Elektroautofahrern die Benutzung von Busspuren zu erlauben. Hier gaben nur 35 % der Befragten an, diesem Sonderrecht eine kauffördernde Wirkung beizumessen.

## 7.5 Weitere empirische Studien

Neben der selbst initiierten Umfrage FOM-E-Mob 2010, deren Ergebnisse bereits in den Kapiteln 7.1 bis 7.4 umfangreich beschrieben wurden, gibt es weitere Quellen mit Umfrageergebnissen und Erkenntnissen aus der Praxis. Genannt werden hier exemplarisch die Ergebnisse aus Umfragen für den ADAC und die TÜV Süd Auto Service GmbH sowie Erkenntnisse aus dem Projekt „E-Mini“ in Berlin, auf die aber nur noch punktuell eingegangen wird.

*Umfrageergebnisse des ADAC:* Auch der größte deutsche Automobilclub, der ADAC, hat eine Umfrage zur Kaufbereitschaft eines Elektroautos durchgeführt. Diese wurde im Zeitraum Ende Mai bis Mitte September 2009 auf der Internetseite des ADAC an-

geboten und es wurden 4.146 verwertbare Datensätze generiert.<sup>328</sup> Von den Teilnehmern sind über 90 % männlich und waren mit 27,3% größtenteils 40 bis 50 Jahre alt.<sup>329</sup> Die Gruppe der 30 bis 39 Jährigen und 50 bis 59 Jährigen war gleichstark mit je 19,1 % vertreten. Die übrigen Altersgruppen waren nach den drei genannten Gruppen mit einer geringeren Teilnehmerzahl vertreten. Weiterhin gaben die Teilnehmer zum Ausbildungsstand mit 18,6 % an, Abitur zu haben, und 37,8 % haben ein abgeschlossenes Studium. Bei der Anzahl der im Haushalt lebenden Personen nannten 13,3 % den 1-Personen-Haushalt, 40,4 % leben in einem 2-Personen-Haushalt, 19,9 % in einem 3-Personen-Haushalt, 17,3 % leben in einem 4-Personen-Haushalt und die restlichen Teilnehmer leben in einem Haushalt mit mehr als vier Personen oder machten keine Angaben. Beim Thema des monatlichen Haushaltsnettoeinkommens liegen 12,5 % der Befragten im Bereich von 2.001 Euro bis 2.500 Euro und 10,9 % der Teilnehmer im Bereich 2.501 Euro bis 3.000 Euro, wobei insgesamt 30,3 % bei dieser Frage keine Angaben machte.<sup>330</sup> Die restlichen Nennungen verteilten sich mit einstelligen Prozentwerten auf jeweils 500 Euro Abschnitte oberhalb von 3.000 Euro sowie unterhalb von 2.001 Euro. Zum Nutzungsverhalten gaben etwa 45 % der Befragten an, jährlich eine Strecke von 20.000 km zurückzulegen.<sup>331</sup> Weitere 27 % legt jährlich eine Distanz von bis zu 10.000 km zurück, sodass kumuliert etwa 70 % maximal 20.000 km im Jahr mit ihrem Auto fahren. Bis 30.000 km legen weitere 16,7 % der Befragten im Jahr zurück.<sup>332</sup> Höhere Jahresfahrleistungen werden von 4,7 % mit bis zu 40.000 km und von 3,4 % mit mehr als 40.000 km angegeben, wobei 3,2 % hierbei keine Angaben machten.

Die Teilnehmer gaben zu über 50 % an, einen Arbeitsweg von unter 30 km einfache Fahrstrecke zu haben.<sup>333</sup> Weiterhin wird bei den regelmäßigen Einkäufen von 60,2 % eine einfache Strecke von höchstens 10 km zurückgelegt und von weiteren 22,3 % der Befragten bis zu 20 km Fahrstrecke zurückgelegt. Im Bereich der Freizeitaktivitäten zu Ausflügen, Familienbesuchen oder ähnlichem werden von 50 % der Befragten maximal 30 km einfache Fahrstrecke zurückgelegt. Lediglich bei der jährlichen Urlaubsfahrt werden von 42,6 % der Teilnehmer mehr als 600 km einfache Fahrstrecke zurückgelegt.<sup>334</sup> Zusammengefasst ergibt auch das Umfrageergebnis des ADAC, dass ein Großteil der Fahrten mit dem Auto auf dem Arbeitsweg, zum Einkaufen oder in der Freizeit im Bereich bis 30 km liegt. Damit liegt einzig die jährliche Urlaubsfahrt mit

---

<sup>328</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 4.

<sup>329</sup> Vgl. Meyer, P. (2010), S. 1; ADAC (2009), S. 10.

<sup>330</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 10ff.

<sup>331</sup> Vgl. Meyer, P. (2010), S. 1.

<sup>332</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 15.

<sup>333</sup> Vgl. Meyer, P. (2010), S. 2.

<sup>334</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 17ff.

über 600 km bei den meisten Umfrageteilnehmern deutlich außerhalb der technischen Möglichkeiten aktueller Elektroautos.

Bei der Abstellmöglichkeit des Autos gaben 46,8 % der Befragten an, das Fahrzeug in einer abgeschlossenen Garage abzustellen und insgesamt 70,5 % der Teilnehmer hat im Umkreis von 5 m zum Abstellplatz einen Stromanschluss. Am Arbeitsplatz wird das Auto von 45,7 % auf einem Parkplatz des Arbeitgebers abgestellt, von weiteren 16,7 % der Teilnehmer in einem Parkhaus des Arbeitgebers, wobei ein Stromanschluss im Umkreis von 5 m nur bei 17 % der Befragten vorhanden ist. Wenn zu Hause kein Stromanschluss vorhanden ist, so sollte dieser für 56,2 % der Befragten nicht weiter als 1 km vom Wohnort entfernt sein. Einen Batterieaustausch der leeren Batterie gegen eine voll aufgeladene Batterie würden 43,1 % der Teilnehmer befürworten und weitere 41,7 % würden dies befürworten, wenn der Austausch kostenfrei ist.

Hinsichtlich der Nutzungseigenschaften von Elektroautos wollen 49 % der Befragten mindestens vier vollwertige Sitze und weitere 26,2 % der Teilnehmer mindestens fünf vollwertige Sitze im Auto haben. Bei der Höchstgeschwindigkeit erwarten 34,6 % der Befragten mindestens 120 km/h, für 150 km/h stimmten 34,5 % und 180 km/h gaben 17,6 % der Befragten an. Lediglich 10 % der Befragten wäre mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h zufrieden und für 3,1 % der Teilnehmer wären 80 km/h ausreichend.

Die Erwartungshaltung an die Reichweite eines Elektroautos pro Aufladung liegt mit 31,6 % bei fast einem Drittel der Befragten bei über 500 km. Für weitere 16,3 % der Teilnehmer wäre eine Reichweite von 400 km akzeptabel, für 300 km stimmten 19,7 %. Mit 200 km wären 21,5 % zufrieden und 9,8 % der Befragten würden eine Reichweite von maximal 100 km tolerieren.

Bei der Akzeptanz der Aufladezeiten empfinden über 34 % der Befragten 2 h als das Maximum und weitere 35,6 % der Teilnehmer hält bis maximal 5 h Aufladezeit für hinnehmbar. Bei längeren Fahrten wie beispielsweise die Urlaubsfahrt wären beim Elektroauto Zwischenladungen notwendig. Um dies zu umgehen würden 27 % der Befragten auf einen Mietwagen zurückgreifen, für 43,2 % der Teilnehmer käme dies nicht in Frage und die restlichen Teilnehmer waren bei dieser Fragestellung unentschlossen. Bei der ähnlichen Fragestellung, ob eine Bahnfahrt für längere Fahrten in Betracht kommt, könnten dies 28,7 % akzeptieren, für 47,5 % der Befragten käme dies nicht in Betracht und auch hier ist der Rest unentschlossen. Ein Mehrpreis für die Anschaffung eines Elektroautos im Vergleich zu einem herkömmlichen PKW kommt nur für 37,5 % der Teilnehmer in Frage und für 39,8 % ist dies nicht vorstellbar ist, wobei für über 73 % der Befragten maximal 3.000 Euro akzeptabel ist. Beim Thema Sicherheit haben 94,9 % der Befragten keine Angst vor einem Stromschlag und im Bereich des Batte-

riercyclings fordern 82,9 % der Teilnehmer für die Wiederaufbereitung der Batterien gesetzliche Vorschriften. Insgesamt stehen 87,9 % der Befragten dem Elektroauto positiv gegenüber und 73,8 % der Teilnehmer würde ein Elektroauto auch kaufen, wobei dies für 63 % der Befragten als Zweitwagen in Betracht kommt.<sup>335</sup>

*Projekt E-Mini und Umfrage für die TÜV Süd Auto Service GmbH:* Zum Mobilitätsverhalten der Autofahrer liegen Erkenntnisse aus weiteren Studien vor. So ergab die erste Auswertung eines Feldversuchs mit 40 Elektro-Minis in Berlin, dass die mittlere tägliche Fahrtstrecke bei 37,8 km liegt. Gleichzeitig wird bei rund 75 % der Fahrten eine Distanz von 50 km nicht überschritten. Mehr als 100 km an einem Tag hingegen wurden in weniger als 5 % der Fahrten zurückgelegt.<sup>336</sup> Diese Praxiserfahrung bestätigt die Ergebnisse FOM-E-Mob 2010, wonach 91% der Befragten mit dem Auto täglich nicht mehr als 100 km zurücklegen.

Bezüglich der Bereitschaft, für Elektroautos einen Aufpreis im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen zu bezahlen, ergab eine Umfrage unter den Kunden der TÜV Süd Auto Service GmbH im Jahr 2009, dass 65 % der Befragten einen höheren Preis für Elektroautos nicht akzeptieren würden. Eine kumulierte Betrachtung ergibt, dass die restlichen 35 % der Befragten einen Aufpreis von bis zu 10 % akzeptieren würden. Dies deckt sich nicht mit den Ergebnissen der FOM-E-Mob 2010 ein Jahr später, denn hier sind wesentlich mehr Teilnehmer bereit, einen Aufpreis zu akzeptieren. Durch die Verwendung unterschiedlicher Einheitsgrößen in der TÜV-Umfrage und der FOM-E-Mob 2010, nämlich einem prozentualen Aufschlag und einem absoluten Aufschlag, sind die weiteren Antworten schwer vergleichbar. Zudem sind noch keine endgültigen Preise für Elektroautos veröffentlicht worden. Jedoch kann auf die bereits in Kapitel 4.1 genannten Fahrzeugbeispiele zurückgegriffen werden. So liegen die Listen-Preise für einen Kleinwagen des Typs Renault Clio ohne Zusatzausstattung zwischen 14.100 Euro und 19.900 Euro. Demnach wäre für 35 % der an der Umfrage teilnehmenden Kunden der TÜV Süd Auto Service GmbH für den Renault Zoe ein Aufpreis von 10 %, also zwischen 1.410 Euro und 1.990 Euro, akzeptabel gewesen. Unter den Studenten der FOM, BA und VWA wären dies heute rund 65 %. Weitere 9 % der TÜV-Kunden wären im Jahr 2009 bereit gewesen, einen Aufpreis von bis zu 20 %, also zwischen 2.820 Euro und 3.980 Euro, zu bezahlen. Unter den Teilnehmern der FOM-E-Mob 2010 wären dies aktuell etwa 25 %. Für den Opel Ampera ergäben sich, im Vergleich zum Kompaktwagen Opel Astra, folgende Aufpreise: bei Basis-Listenpreisen ohne Zusatzausstattung zwischen 15.900 Euro und 28.505 Euro für den „Opel Astra“ betragen 10 % Aufpreis zwischen 1.590 Euro und rund 2.850 Euro, akzeptiert von

---

<sup>335</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 21ff.

<sup>336</sup> Vgl. Kolling, J. (2010), S. 16.

23 % der TÜV-Kunden. Einen Aufpreis zwischen 2.000 Euro und 4.000 Euro akzeptierten noch 25 % der Studenten. 20 % Aufpreis würden zwischen 3.180 Euro und 5.701 Euro ausmachen und von 9 % der TÜV-Kunden getragen.<sup>337</sup> Aber nur 4,3 % der Teilnehmer der FOM-E-Mob 2010 waren bereit, zwischen 4.000 Euro und 6.000 Euro Aufpreis für ein Elektroauto zu entrichten. Demzufolge schwindet bereits an der Grenze zwischen Kleinwagen und Kompaktwagen die Vergleichbarkeit der Aufpreis-Kategorien in der TÜV-Umfrage und der FOM-E-Mob 2010. Ob die genannten Abweichungen dem unterschiedlichen Teilnehmerprofil, insbesondere hinsichtlich des Alters der Teilnehmer, oder dem Umstand geschuldet ist, dass zwischen der TÜV-Umfrage und der FOM-E-Mob 2010 ein Jahr liegt, in dem besonders intensiv über Elektroautos in den Medien berichtet wurde, kann hier nicht abschließend geklärt, jedoch vermutet werden. Gleichzeitig ermöglicht auch dieser Sachverhalt den Ausblick, der im folgenden Kapitel dargestellt wird.

---

<sup>337</sup> Vgl. Technomar (2010), S. 7.

## **8 Marktanalyse 2010: Verbindung von Angebot und Nachfrage**

Nachdem in den Kapiteln 3 und 4 sowohl die aktuellen technischen Möglichkeiten als auch die voraussichtlichen Kosten zum Kauf und Unterhalt von Elektroautos sowie weitere Rahmenbedingungen im Kontext Elektromobilität vorgestellt wurden, erfolgt in dem folgenden Abschnitt ein Vergleich dieser Inhalte mit den Umfrageergebnissen aus Kapitel 7. Dabei werden die in Kapitel 6 formulierten Forschungsthese mittels der Erkenntnisse aus den empirischen Studien verifiziert beziehungsweise falsifiziert. Weiterhin wird, ausgehend von Kapitel 5, die Wirksamkeit von Fördermaßnahmen zur Weiterentwicklung der Elektromobilität durch Spiegelung dieser Maßnahmen mit den Reaktionen der Umfrageteilnehmer erprobt. Somit kann eine umfassende Marktanalyse von Angebot und Nachfrage im Jahr 2010 abgebildet werden. Abschließend werden aus den daraus gewonnenen Resultaten Forderungen abgeleitet, deren Umsetzung für die Weiterentwicklung des Elektroautos notwendig erscheinen.

### **8.1 Kundenerwartungen versus technische Möglichkeiten**

Zunächst konnte die grundlegende Forschungsthese, dass die Bereitschaft der Zielgruppe, ein Elektroauto zu kaufen, tendenziell hoch ist, durch die Auswertung der FOM-E-Mob 2010 nicht bestätigt werden. Fast 70 % der FOM-E-Mob 2010-Teilnehmer gaben an, ihre Bereitschaft hierfür sei eher niedrig oder sehr niedrig. Weiterhin gab 89,3 % der Teilnehmer der FOM-E-Mob 2010 an, täglich maximal eine Fahrtstrecke von 100 km zu absolvieren. Bei der ADAC-Umfrage wurde der Arbeitsweg von 72,9 % der Teilnehmer mit einer maximalen Fahrtstrecke von 60 km angegeben<sup>338</sup>, die Fahrten zu Freizeitaktivitäten liegen für 65,2 % im Bereich bis 50 km<sup>339</sup> und bei den Einkaufsfahrten werden von 87,7 % bis 30 km zurückgelegt.<sup>340</sup> Für ein herstellerübergreifendes und alltagtaugliches Fahrzeug ergibt sich derzeit eine Reichweite bis etwa 150 km mit einer vollständigen Aufladung des Elektroautos.<sup>341</sup> Zusammengefasst könnte daher bereits heute ein Großteil der Autofahrer mit der möglichen Reichweite von Elektroautos die täglichen Fahrten mit einem Elektroauto durchführen. Auffallend ist aber gleichzeitig die Erwartungshaltung der Kunden. So gaben beim ADAC nur etwa 10 % der Befragten an, mit einer Reichweite von 100 km zufrieden zu sein.<sup>342</sup> Bei der FOM-E-Mob 2010 standen sogar nur 2,5 % einer Reichweite von bis zu 150 km positiv gegenüber. Offensichtlich liegt hier eine große Diskrepanz zwischen dem Nutzungsverhalten, welches durch die technischen Möglichkeiten bereits größ-

---

<sup>338</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 16.

<sup>339</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 19.

<sup>340</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 17.

<sup>341</sup> Vgl. Klima: aktiv mobil (2010), S.15.

<sup>342</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 27.

tenteils abgedeckt ist, und den Erwartungshaltungen der Kunden. Ein Grund hierfür ist die Tatsache, dass die potenziellen Käufer eines Elektroautos des Öfteren auch weitere Fahrten als die täglichen Strecken absolvieren. Mit Ausnahme der Urlaubsfahrten, die nach ADAC Ergebnissen für 42,6 % der Befragten länger als 600 km sind<sup>343</sup>, liegen nach den Ergebnissen der FOM-E-Mob 2010 diese Fahrten für 24,4 % der Befragten im Bereich bis 100 km, für 31,9 % im Bereich bis 200 km und für weitere 25,8 % liegen diese Fahrten bei bis zu 400 km. Folglich könnte die Akzeptanz der Elektroautos mit zunehmender möglicher Reichweite deutlich gesteigert werden. Bereits mit einer gesicherten Reichweite von über 200 km könnten über die Hälfte der FOM-E-Mob 2010-Teilnehmer nicht nur die üblichen täglichen Fahrten, sondern alle anfallenden Fahrten mit einem Elektroauto absolvieren. Die Forschungsthese, dass aktuelle Elektroautos die Anforderungen der Kunden an die Reichweite nicht erfüllen, kann somit bestätigt werden, obgleich der tatsächliche Bedarf weitestgehend abgedeckt ist.

Beim Thema der geringeren Höchstgeschwindigkeit von Elektroautos im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen gaben nach den Umfrageergebnissen des ADAC 82,3 % der Befragten 150 km/h als Mindestgeschwindigkeit an.<sup>344</sup> 67 % der FOM-E-Mob 2010-Befragten wären bereit, diese Verringerung in Kauf zu nehmen. In diesem Themenfeld ist damit eine Korrelation mit den technischen Möglichkeiten gegeben, die herstellerübergreifend derzeit bei einer Höchstgeschwindigkeit um etwa 150 km/h für ein alltagstaugliches Elektroauto liegen. Die aufgestellte These, dass die Höchstgeschwindigkeit derzeitiger Elektroautomodelle die Kundenerwartungen erfüllt, kann folglich bestätigt werden.

Das durch die Abmessungen der Batterie verringerte Raumangebot der Elektroautos wird nur von 40 % der FOM-E-Mob 2010-Befragten akzeptiert und die These, dass die Kundenanforderungen an das Raumangebot aktueller Elektroautos nicht erfüllt werden, kann hiermit bestätigt werden.

Bei den Aufladezeiten muss für eine vollständige Ladung bei einem herkömmlichen und alltagstauglichen Elektroauto für eine Standardladung an einer 230 V Steckdose zwischen 6 h und 8 h eingeplant werden. Eine Schnellladung an einer speziellen 400 V Ladestation dauert etwa 30 min, wobei hier nur ein Ladezustand von 80 % erreicht wird. Bei den FOM-E-Mob 2010-Umfrageergebnissen hielten nur 1,8 % der Befragten eine Zeit von mehr als 6 h für akzeptabel. Der größte Anteil der Teilnehmer gab an eine Ladezeit zwischen 5 min und 30 min tolerieren zu können, für 35,3 % könnte es bis 3 h dauern und weitere 12,6 % wollen den Ladevorgang bereits nach

---

<sup>343</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 19.

<sup>344</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 26.

5 min beendet haben. Bei den Ergebnissen der ADAC-Umfrage finden über 34 % der Befragten 2 h Ladezeit als das Maximum und weitere 35,6 % der Teilnehmer hält bis maximal 5 h Aufladezeit für hinnehmbar.<sup>345</sup> Hier liegt wiederum ein deutlicher Unterschied zwischen der Kundenerwartung und den technischen Möglichkeiten vor. Unter der Annahme, dass die Batterie jeweils komplett entleert wurde, kommt für viele Umfrageteilnehmer nur die Schnellladung in Betracht oder der Austausch der Batterie an einer Wechselstation. Ist die Batterie hingegen nicht vollständig entladen, kann für etwa je ein Drittel der Befragten auch die Standardladung ausreichend sein. Nach den Ergebnissen der ADAC-Umfrage haben bereits heute über 70 % der Befragten am privaten Abstellplatz des Fahrzeugs im Umkreis von 5 m einen Stromanschluss<sup>346</sup> sowie 17 % am Abstellplatz ihres Arbeitgebers.<sup>347</sup> Weiterhin ist bei 42 % der FOM-E-Mob 2010-Befragten am heimischen Parkplatz ein Stromanschluss vorhanden und bei 22 % ist dies am Arbeitsplatz der Fall. Für diese Verkehrsteilnehmer sind die Voraussetzungen für eine Standardladung demnach bereits heute gegeben. Ein weiterer Aspekt ist das Ergebnis der FOM-E-Mob 2010-Umfrage, dass 88 % der Befragten im städtischen Bereich arbeitet. In Verbindung mit einer zukünftigen Ladeinfrastruktur, die in Ballungszentren, also im städtischen Bereich anzufinden sein wird, stellen alle diejenigen der 88 % eine interessante Zielgruppe dar, die mit dem Auto zur Arbeit fahren, da hier während der Arbeitszeit eine erneute Aufladung der Elektroautobatterie erfolgen kann. Weiterhin wird von insgesamt 67 % der Befragten das Fahrzeug während der Arbeitszeit in einem Parkhaus oder auf einem Parkplatz des Unternehmens abgestellt. Dies ermöglicht ebenso den Aufbau und die Nutzung von Ladestationen beim Arbeitgeber.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass in der Regel ein beträchtlicher Anteil der Fahrzeuge nachts zu Hause und tagsüber beim Arbeitgeber für eine Zeitspanne geparkt werden, die eine 6 h bis 8 h dauernde Standardladung erlaubt, ohne dass es für den Nutzer zu Komforteinbußen kommt. Die Forschungsthese der ausreichend zur Verfügung stehenden Ladeinfrastruktur für Elektroautos kann den Ergebnissen zur Folge aber nur teilweise positiv beantwortet werden. Aufgrund der tatsächlichen Nutzung der Fahrzeuge durch die Kunden in Verbindung mit den Parkgewohnheiten und an den Parkplätzen verfügbaren Stromanschlüssen könnte die These als zutreffend bestätigt werden. Wegen der Erwartungshaltung der Kunden an die Dauer des Ladevorgangs muss die These hingegen als unzutreffend verworfen werden.

---

<sup>345</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 28.

<sup>346</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 22.

<sup>347</sup> Vgl. ADAC (2009), S. 24.

## 8.2 Soll-Ist-Vergleich der Kosten

In Kapitel 4.1 wurde untersucht, welche Preise Hersteller nach heutiger Einschätzung für Elektroautos verlangen werden. Dabei wurden erhebliche Mehrkosten im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen festgestellt. So kann von Preisdifferenzen in einer Größenordnung zwischen 10.000 Euro und 15.000 Euro, abhängig unter anderem von der Batteriekapazität, ausgegangen werden, wenn Sondereffekte durch Finanzierungsmodelle für Batterien unberücksichtigt bleiben. Die empirischen Untersuchungen indes zeigen, dass ein großer Teil der Umfrageteilnehmer zwar bereit ist, für die Anschaffung eines Elektroautos einen Mehrpreis zu entrichten. Jedoch liegt der Schwerpunkt der Zahlungsbereitschaft mit 75 % (FOM-E-Mob 2010) beziehungsweise 73 % (ADAC-Umfrage) tendenziell bei einer Grenze von maximal 2.000 Euro Aufpreis. Der Kreis derer, die bereit sind, bis zu 4.000 Euro Mehrkosten zu tragen, fällt deutlich kleiner aus und liegt, je nach Studie, bei 25 % (FOM-E-Mob 2010 und ADAC-Umfrage) respektive 9 % (TÜV-Umfrage). Bei den Anschaffungskosten ist somit ein Delta zwischen Angebot und Nachfrage erkennbar, welches refinanzierbar sein oder aufgefangen werden muss, wenn Elektroautos in größeren Stückzahlen bei den untersuchten Zielgruppen abgesetzt werden sollen. Die Forschungsthese, dass aktuelle Elektroautos die Preisvorstellungen der Zielgruppe nicht erfüllen, konnte somit bestätigt werden. Zuvor wurden alternative Kostenkonzepte für Elektroautos vorgestellt. Im Rahmen der Umfrage unter den Studenten der FOM, BA und VWA wurde nach der Akzeptanz solcher Modelle gefragt. Die Leasingfinanzierung der Batterie konnten sich circa 74 % der Befragten vorstellen und präferierten dabei eine monatliche Leasingrate von maximal 50 Euro. Nach den vorliegenden Quellen ist es vorstellbar, dass in der Einführungsphase der kommenden Elektroautos bei solch einem Modell eine Leasingrate von 100 Euro, also das Doppelte der akzeptierten Höhe, anfallen würde. Somit befänden sich Angebot und Nachfrage hier ebenfalls nicht im Gleichgewicht.

Ein weiteres alternatives Kostenkonzept bietet das Unternehmen Better Place an. 70 % der Umfrage-Teilnehmer der FOM-E-Mob 2010 gaben an, das sie eine monatliche Flatrate von bis zu 300 Euro akzeptieren würden. Es konnte kein exakter Zusammenhang zwischen jährlicher Fahrleistung und den Antworten zur Höhe der monatlichen Rate untersucht werden. Jedoch legen rund zwei Drittel der Befragten nicht mehr als 20.000 km pro Jahr mit dem Auto zurück. Weiterhin planen etwa 75 % der Studenten an FOM, BA und VWA, als nächstes Auto ein Fahrzeug der Kompakt- oder Mittelklasse zu kaufen. Unterstellt, die Schnittmenge zwischen diesen drei Gruppen sei groß, so könnte dies zu der vereinfachten Preisformel führen, dass 20.000 km für einen Kompakt- oder Mittelklassewagen maximal 300 Euro im Monat kosten dürfen. Preistableaus von Better Place sind noch nicht veröffentlicht worden. Daher bleibt hier

abzuwarten, wann und mit welchen Preisvorstellungen Better Place in Deutschland in den Markt eintritt. Das Verhältnis von Angebot und Nachfrage bleibt aus diesem Grund vorerst unklar.

Die Forschungsthese, dass alternative Finanzierungs- und Kostenkonzepte im Kontext Mobilität keine oder nur eine geringe Akzeptanz finden, konnte somit nur zum Teil bestätigt werden und erfordert eine differenzierte Betrachtung. Zwar reagierten die Teilnehmer der FOM-E-Mob 2010 grundsätzlich positiv auf die vorgestellten alternativen Kostenkonzepte, aber bezüglich einer Leasingfinanzierung konnte jedoch eine Preisdifferenz von 100 % der akzeptierten Kosten ausgemacht werden, was auf einen Misserfolg eines solchen Modells schließen lässt und insofern die aufgestellte These bestätigt. Hinsichtlich einer monatlichen Flatrate für eine Mobilitätsdienstleistung nach dem Konzept des Unternehmens Better Place wurde eine breite Zustimmung unter den Teilnehmern der FOM-E-Mob 2010 festgestellt. Indes konnte kein Vergleich mit tatsächlichen Preisangeboten von Better Place erfolgen, so dass die These nicht vollständig und abschließend betrachtet werden kann.

### **8.3 Fördermaßnahmen: Bedarf und Erfolgsaussichten**

In Kapitel 5 wurden diverse Möglichkeiten vorgestellt, um den Absatz von Elektroautos zu fördern. Mit Hilfe der empirischen Studien konnten diese Ansätze auf ihre Wirkung hin überprüft werden.

Dabei wurde der Zusammenhang zwischen Information und Kaufbereitschaft betrachtet. Hierbei hat sich herausgestellt, dass ein höherer Informationsstand mit einer höheren Kaufbereitschaft einhergeht. Insgesamt fühlten sich aber fast zwei Drittel der Teilnehmer der FOM-E-Mob 2010 schlecht über Elektroautos informiert. Gleichzeitig wurde ersichtlich, dass für einen großen Teil der Umfrageteilnehmer ein bedeutender Aspekt beim Kauf eines Elektroautos der Klimaschutz ist. Mehrheitlich wurden die klimaschonenden Eigenschaften von Elektroautos in Frage gestellt beziehungsweise kritisch betrachtet. Dies wird hauptsächlich der Zusammensetzung des Energiemixes sowie der Entsorgung der Batterien geschuldet. In Kapitel 4.5 jedoch wurde herausgestellt, dass Elektroautos nicht nur lokal keine Emissionen verursachen, sondern beispielsweise in Deutschland bereits bei Nutzung des heutigen Energiemixes gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen CO<sub>2</sub> einsparen, auch wenn der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Stromkraftwerke nur bei vollständiger Erzeugung aus erneuerbaren Energiequellen auf null sinken würde. Diese Information scheint noch nicht weit verbreitet zu sein. Aufgrund der Bedeutung, die ein Großteil der Umfrageteilnehmer diesem Aspekt jedoch beimessen, scheint hier ein erheblicher Nachholbedarf zu bestehen. Die These, dass die Informationsmehrung beim potenziellen Käufer von Elektroautos von existen-

tieller Bedeutung für die Kaufentscheidung ist, wurde im Rahmen der FOM-E-Mob 2010 somit bestätigt.

Gleichzeitig hat sich die These, dass die Zielgruppe nicht ausreichend über Elektroautos informiert ist, bewahrheitet. Es erscheint daher notwendig, mehr Aufklärungsarbeit über Elektroautos zu leisten, wenn eine breite Akzeptanz unter den potenziellen Konsumenten erzielt werden soll.

Eine weitere Möglichkeit zur Förderung von Elektroautos ist die finanzielle Unterstützung von Elektroautonutzer. Diverse Ansätze wurden im Kapitel 5.2 dargelegt. Eine Untersuchung der Wirkung einer direkten Förderung mittels Kaufpreiszuschuss anhand empirischer Studien zeigt, dass diesem Instrument ein hoher Wirkungsgrad zuzusprechen ist. Gleichzeitig ist augenfällig, dass momentan in Deutschland, im Gegensatz zu anderen Ländern, keine Gewährung direkter Kaufzuschüsse geplant ist. Dies wird damit begründet, dass die technischen Möglichkeiten für die Marktreife von Elektroautos noch nicht gegeben seien und erst wenige Modelle zum Kauf angeboten werden. Daher müsse die Förderung zunächst auf die Forschung konzentriert werden. Ein weiterer Förderansatz ist die Befreiung der Elektroautos von der Kfz-Steuer, was in Deutschland für die ersten fünf Betriebsjahre bereits heute der Fall ist. Zwar wird dies von etwa 74 % der Umfrageteilnehmer begrüßt. Jedoch wurde bereits zuvor der Kfz-Steuerbefreiung in Deutschland eine Wirkung von 120 Euro jährlich zugerechnet. Bei den oben genannten Preisdifferenzen von Elektroautos und herkömmlichen Fahrzeugen erscheint dieser Betrag eher unbedeutend und nur im Zusammenspiel mit anderen Fördermaßnahmen, die ebenfalls laufend zufließen, von Relevanz.

Die Vorstellung, ein zinsvergünstigtes Darlehen zur Finanzierung eines Elektroautos aufzunehmen, stößt bei der Mehrzahl der Umfrageteilnehmer auf Ablehnung. Jedoch wurde zuvor erarbeitet, dass dieses Instrument eine im Vergleich zu den oben genannten Preisunterschieden zwischen Elektroautos und konventionellen Fahrzeugen relevante Wirkung entfalten kann. Gleichzeitig liegen bei der Frage nach dem Haushaltsnettoeinkommen (vgl. Abbildung 11) etwa die Hälfte der Befragten im Bereich zwischen 1.500 Euro und 3.000 Euro. Ein Fünftel verfügt über ein Haushaltsnettoeinkommen von über 3.750 Euro. Dies scheint keine Größenordnung zu sein, die mit der Fähigkeit einhergeht, für Elektroautos einen Aufpreis von bis zu 15.000 Euro selbst tragen zu können, was letztlich auch die empirische Überprüfung der Zahlungsbereitschaft bestätigt hat. Jedoch kann die für die Gewährung eines Förderdarlehens erforderliche Bonität vorausgesetzt werden. Deshalb erscheint es geboten, zum einen Finanzierungsmodelle mit staatlicher Zinsvergünstigung, ähnlich den wohnwirtschaftlichen Kreditprogrammen oder Studiendarlehen der KfW zu entwickeln, und zum anderen über diese Fördermaßnahme und seine finanzielle Wirkung als einen möglichen

Baustein eines staatlichen Förderpakets zu informieren, um die Akzeptanz zu erhöhen. Jedoch ist zu bedenken, dass nicht jeder Käufer bereit ist, sich für ein Auto zu verschulden.

Hinsichtlich der Förderinstrumente wurde die These, dass monetäre Fördermaßnahmen eine starke Kaufreizwirkung entfalten, nur zum Teil verifiziert. Es gilt hier, Maßnahmen nach der Höhe der finanziellen Auswirkung zu unterscheiden sowie die Besonderheit einer Verschuldung, wie oben dargelegt, zu berücksichtigen.

Die Akzeptanz weiterer Fördermöglichkeiten wie Stromkontingente, Mautbefreiung, kostenfreie Parkplätze und die Benutzung von Sonderspuren wurden ebenfalls empirisch untersucht. Dabei ergab die Auswertung, dass Stromkontingente mit der höchsten Wahrscheinlichkeit die Kaufbereitschaft der Zielgruppe erhöhen können. Dies ist als Aufgabenstellung an die Automobilindustrie zu sehen, im Zuge der Entwicklung von Elektroautos und der sich abzeichnenden Kooperationen mit der Energiewirtschaft hier Angebote zu entwickeln, um nicht nur Neukunden zu akquirieren, sondern auch um die abschreckende Wirkung höherer Anschaffungskosten durch vergünstigte Strompreise abzumildern. Eine Befreiung von Mautgebühren und die kostenfreien Parkplätze wurden ebenfalls diskutiert. Zwar würden noch rund 64 % beziehungsweise 60 % der Umfrageteilnehmer solche Regelungen begrüßen. Die Reaktion der Befragten darauf war dennoch zurückhaltender als bei der Vorstellung, ein Stromkontingent zu erhalten. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass die Mehrzahl der Studenten an der FOM, BA und VWA über einen festen Parkplatz im privaten und beruflichen Umfeld verfügt und daher Parkplatzprobleme nicht im Fokus der Betrachtung zu stehen scheinen. Zudem sind Mautgebühren auf deutschen Autobahnen oder in deutschen Städten nicht verbreitet. Daher scheint ein beachtlicher Teil der Befragten einer Begünstigung durch ein solches Förderinstrument ebenfalls keine große Bedeutung beizumessen. Die Benutzung von Busspuren schließlich übt auf den geringsten Teil der Umfrage-Teilnehmer einen Anreiz aus. Im Gegensatz zu New York, wo Umfragen zu Folge die Benutzung von Sonderspuren noch wertvoller eingestuft werden als finanzielle Anreize. Dies kann erklärt werden durch die geringere Verkehrsdichte in Deutschland.

Insofern kann die Forschungsthese, dass nicht-monetäre Fördermaßnahmen einen geringen Kaufanreiz ausüben, zu einem großen Teil bejaht werden. Lediglich vergünstigte oder kostenlose Stromkontingente, welche letztlich aber auch einen finanziellen Bestandteil besitzen, bilden hier eine Ausnahme.

Für Deutschland ist zu konstatieren, dass hocheffektive und kostenintensive Förderinstrumente bislang nicht vorgesehen sind. Hingegen würden die Förderinstrumente, die mit geringerem Aufwand eingeführt werden können, kaum Anreize bewirken. Im Ver-

gleich der angekündigten Einführungsstermine von Elektroautos (vgl. Abbildung 3) mit der Kaufplanung der Umfrageteilnehmer (vgl. Abbildung 19) wird aber bereits heute deutlich, dass in den nächsten Jahren einer interessierten Gruppe von Konsumenten eine Auswahl alltagstauglicher Elektroautos zum Kauf angeboten werden kann. Es ist daher absehbar, dass ohne einen Zuschuss zum Kauf eines Elektroautos, eine Förderung mittels günstiger Darlehen oder eine Förderung durch Stromkontingente die Preisvorstellungen der Automobilhersteller und der Kaufinteressenten weit auseinander liegen werden. Kritische Beobachter in Deutschland dürften versucht sein, an der Einführung und der Höhe von Fördermaßnahmen die Ernsthaftigkeit der Bundesregierung abzulesen, das Ziel von 1 Mio. Elektroautos bis 2020 zu erfüllen.

## 9 Zukunftsmärkte und Potenziale

Im folgenden Abschnitt werden Zukunftspotenziale der Elektromobilität sowie unterschiedliche Veränderungen in der Automobilindustrie, insbesondere entlang der Wertschöpfungskette, analysiert und dargestellt. Anschließend werden Szenarien über den Markt der Zukunft unter Berücksichtigung der bisherigen Erkenntnisse dieser Arbeit entworfen. Zudem werden Handlungsfelder für Politik, Forschung, Wirtschaft und Kunden identifiziert und Handlungsempfehlungen ausgesprochen, die als Impulse dienen und die Erreichung der jeweiligen Ziele unterstützen sollen. Abschließend stellt eine SWOT-Analyse<sup>348</sup> den Status der Elektromobilität grafisch dar.

### 9.1 Veränderungen der Wertschöpfungskette

Die Komplexität des Themas Elektromobilität und die strategische Bedeutung der Automobilindustrie in Deutschland erfordern eine Gesamtbetrachtung der automobilen Wertschöpfungskette, da diese zukünftig durch die neue Technologie massiven Veränderungen unterworfen sein wird. Beginnend bei der Rohstoffbeschaffung ist durch veränderten Materialeinsatz wie etwa Lithium für die Batterien von Neuerungen auszugehen.<sup>349</sup> Es wird zu einer Verschiebung der Anteile der Wertschöpfung eines Autos zwischen reinen Automobilherstellern und den Zulieferern kommen. So erläuterte bereits 2004 die Studie FAST 2015<sup>350</sup> vom VDA die Steigerung des Wertschöpfungsanteils der Automobilzulieferer an der Fahrzeugproduktion von 65 % in 2002 auf 77 % im Jahr 2015.<sup>351</sup> Gerade im Bereich der Zulieferer werden Unternehmen als System- oder Modullieferant hinzukommen, die bislang mit der Automobilbranche wenige Berührungspunkte hatten. Die Batterie als Komponente wird zukünftig den größten Wertschöpfungsanteil in Elektroautos darstellen.<sup>352</sup> Dies veranlasst beispielsweise auch die großen deutschen Chemiekonzerne, die Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet zu forcieren. Schätzungen zu Folge stellt der Markt der Lithium-Ionen-Batterie ein globales Potenzial von 47,5 Mrd. Euro bis 2020 dar.<sup>353</sup> Insgesamt wird eine Verschiebung von den klassischen Komponenten im Automobilbau wie beispielsweise dem Verbrennungsmotor und dem Getriebe, der Abgasanlage und dem Treibstofftank hin zu neuen Komponenten wie etwa der Batterie, dem Elektromotor

---

<sup>348</sup> Englisches Akronym für Strengths (Stärken), Weaknesses (Schwächen), Opportunities (Chancen), Threats (Risiken)

<sup>349</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie et al. (2009), S. 7.

<sup>350</sup> Hierbei handelt es sich um die Studie Future Automotive Industry Structure 2015, die vom Verband der Automobilindustrie durchgeführt wurde.

<sup>351</sup> Vgl. Verband der Automobilindustrie (2004), S. 18.

<sup>352</sup> Vgl. Gusbeth, S. (2010), S. 38.

<sup>353</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 6.

und der Leistungselektronik von rund 75 Mrd. Euro vorhergesagt.<sup>354</sup> Die Beratungsgesellschaft McKinsey & Company Inc. rechnet für die Elektroautos sogar mit einem weltweiten Marktpotenzial von 470 Mrd. Euro.<sup>355</sup> Neben dem zusätzlichen Fachkompetenzbedarf bei aktuellen und zukünftigen Zulieferern und den Automobilherstellern selbst, werden weitere Akteure der zukünftigen automobilen Wertschöpfungskette angehören. Hierzu zählen neben den Stromanbietern auch die Ersteller und Betreiber der Ladeinfrastruktur und ebenfalls neue Mobilitätsanbieter.<sup>356</sup>

Diese Restrukturierung der Wertschöpfungskette steht in Zusammenhang mit der zu erwartenden Veränderung am Arbeitsmarkt. So prognostiziert das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit einen Arbeitsplatzabbau im Bereich der Zulieferindustrie von weltweit etwa 46.000 Vollzeitbeschäftigten, wobei die deutschen Zulieferer überproportional betroffen sein werden.<sup>357</sup> Gleichzeitig entstehen auf den Gebieten der neuen Fahrzeugkomponenten weltweit etwa 250.000 neue Vollzeitbeschäftigte.<sup>358</sup> Selbst für die Verbrennungsmotoren werden Beschäftigungspotenziale vorhergesagt. Hierbei ergibt sich aber die besondere Situation, dass für die Herstellung der Motoren ein Arbeitsplatzabbau ansteht, aber gleichzeitig für weitere Technologien zur Effizienzsteigerung der Verbrennungsmotoren neue Vollzeitbeschäftigte benötigt werden.<sup>359</sup>

Zusammengefasst werden sich die Automobilhersteller, die etablierten Zulieferer und neue Marktteilnehmer wie beispielsweise verschiedene deutsche Chemiegroßkonzerne in der automobilen Wertschöpfungskette der Zukunft neu positionieren müssen.

## 9.2 Zukunftsszenarien: Elektrofahrzeuge ab dem Jahr 2020

Im folgenden Abschnitt werden drei Szenarien über die mögliche Entwicklung von Elektroautos in Deutschland vorgestellt, in denen konventionelle Fahrzeuge in unterschiedlichem Maße durch Elektrofahrzeuge substituiert werden. Die Prognosen des Minimal-Szenarios und des Maximal-Szenarios für das Jahr 2020 basieren auf Überlegungen der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. aus dem Jahr 2007. Hierbei wird unterschieden zwischen Elektrofahrzeugen in Form marktreifer Serienfahrzeugmodelle, die von Verbrennungsmotor auf Elektroantrieb umgerüstet wurden (Conversion-Design), und Elektrofahrzeugen in Form neu entwickelter Fahrzeugmodelle, die auf die spezifischen technischen Belange von Elektroautos abgestimmt sind (Purpose-Design). Als Berechnungsgrundlage wurde von 46,2 Mio. zugelassenen PKW in

<sup>354</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 6.

<sup>355</sup> Vgl. McKinsey & Company (2009), S. 2.

<sup>356</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie et al. (2009), S. 7.

<sup>357</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 6.

<sup>358</sup> Vgl. Lahl, U. (2009), S. 6.

<sup>359</sup> Vgl. Wirtschaftsministerium Baden – Württemberg, Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH, Fraunhofer – Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IOA) (2010), S. 46.

Deutschland im Jahr 2004 ausgegangen.<sup>360</sup> Die Serienreife der Elektrofahrzeuge wird für das Jahr 2015 unterstellt. Weiterhin werden die betrachteten Fahrzeuge in die Kategorien Kleinwagen, Kompaktwagen und Plug-in Hybrid unterteilt.<sup>361</sup>

**Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Einkommen und Wegstrecke zum Arbeitsplatz**

Haushaltsnettoeinkommen		Mittlere Wegstrecke
von	bis	
	1.060,00 €	9,54 km
1.060,00 €	1.908,00 €	10,74 km
1.908,00 €	2.756,00 €	12,83 km
2.756,00 €	3.604,00 €	14,30 km
3.604,00 €	4.876,00 €	15,99 km
4.876,00 €	6.148,00 €	17,74 km
6.148,00 €		18,11 km

Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben von Blank, T. (2007), S. 35.

Eine zusätzliche Prämisse ist die positive Korrelation von Einkommen und Fahrtstrecke zur Arbeitsstelle sowie die positive Korrelation von Einkommen und der mittleren Anzahl von Fahrzeugen je Haushalt.<sup>362</sup> Diese Zusammenhänge sind in Tabelle 3 und Tabelle 4 dargestellt.

**Tabelle 4: Zusammenhang zwischen Einkommen und Anzahl PKW je Haushalt**

Haushaltsnettoeinkommen		Mittlere Anzahl der Pkw je Haushalt
von	bis	
0,00 €	900,00 €	0,4
900,00 €	1.500,00 €	0,7
1.500,00 €	2.000,00 €	1,0
2.000,00 €	2.600,00 €	1,3
2.600,00 €	3.000,00 €	1,5
3.000,00 €	3.600,00 €	1,6
3.600,00 €		1,8

Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben von Blank, T. (2007), S. 36.

Das Trend-Szenario basiert auf den in den vorherigen Kapiteln gewonnenen Erkenntnissen zum Stand von Elektroautos in Deutschland im Jahr 2010. Diese werden zu einem umfassenden Gesamtbild weiterentwickelt und zwischen Minimal-Szenario und Maximal-Szenario eingeordnet.

<sup>360</sup> Vgl. Blank, T. (2007), S. 42.

<sup>361</sup> Vgl. Blank, T. (2007), S. 16ff.

<sup>362</sup> Vgl. Blank, T. (2007), S. 30ff.

*Minimal-Szenario:* In einem Minimal-Szenario würden keine weiterführenden Fördermaßnahmen oder Marktanreizprogramme von Seiten der Politik oder Wirtschaft durchgeführt. Allerdings wird unterstellt, dass zukünftig mehr Fahrverbote in den Innenstädten von Berlin, Hamburg und München eingeführt würden, um die Schadstoffentwicklung einzudämmen. Weiterhin wird angenommen, dass das Verkehrsaufkommen in diesen Innenstadtbereichen bei circa 1,5 Mio. Fahrzeugen liegt. In diesem Szenario könnte, unter der Prämisse, dass die Automobilhersteller die Einführung von serienreifen Fahrzeugen im Conversion-Design bei Produkten für den Massenmarkt beginnen werden, mit 70 % der Großteil der Elektroautos aus Fahrzeugen der Kompaktklasse bestehen. 20 % der Elektrofahrzeuge entfielen auf Plug-in Hybrid-Fahrzeuge, deren Eigentümer die Sicherheit einer höheren Reichweite wünschen. 10 % der Fahrzeuge wären Kleinwagen, überwiegend Lieferfahrzeuge.

In diesem Szenario werden mit geschätzten 840.000 Fahrzeugen etwa 1,8 % der zugelassenen Fahrzeuge durch Elektroautos substituiert. Diese Anzahl ist dadurch zu erklären, dass hauptsächlich Fahrzeuge im Conversion-Design genutzt werden, die noch technisch bedingte Nutzungsbeschränkungen aufweisen. Beispielsweise ist aufgrund Platzmangels in bestehenden Karosserien nur der Einbau einer kleineren Batterie möglich und somit die Reichweite eingeschränkt. Außerdem werden in diesem Szenario Elektrofahrzeuge überwiegend als Zweitwagen angeschafft. Deshalb ist davon auszugehen, dass die Haushalte mit einem geringeren Einkommen, trotz einer nur geringeren Distanz zum Arbeitsplatz, kein Elektrofahrzeug kaufen werden, da sie sich nur ein Fahrzeug leisten können. Für die Möglichkeit, jederzeit längere Strecken für private Zwecke zurücklegen zu können, werden diese Haushalte ein konventionelles Fahrzeug bevorzugen.

Eine Ausweitung der Überlegungen bezüglich der Städte Berlin, Hamburg und München als den drei größten Städten Deutschlands auf weitere große deutsche Städte könnte zu dem Ergebnis führen, dass zusätzlich 160.000 Fahrzeuge durch Elektroautos substituiert werden. Somit erschien das in 2007 von der deutschen Politik gesetzte Ziel von 1 Mio. zugelassenen Elektroautos bis zum Jahr 2020 erreichbar. Allerdings würden Elektroautos in diesem Minimal-Szenario vornehmlich im urbanen Umfeld und tendenziell als Zweitfahrzeug angeschafft.

*Maximal-Szenario:* Das Maximal-Szenario geht davon aus, dass staatliche Förderprogramme mit ausgewählten monetären und nicht-monetären Instrumenten, die in Kapitel 5 ausführlich erläutert wurden, sowie Fördermaßnahmen seitens der Industrie eingeführt werden. Denkbar sind zudem Fortschritte in der Forschung, sodass durch leistungsfähigere Batterien oder leichtere Fahrzeuge höhere Reichweiten möglich wären. Diese Verbesserungen gehen einher mit sinkenden Preisen der Fahrzeugkomponen-

ten und einem gleichzeitig steigenden Ölpreis, wodurch die Rentabilität von Elektroautos steigen und die Amortisationsdauer sinken würde. Unterstützend könnten ein verstärktes ökologisches Image von Elektroautos und eine beschleunigte Einführung von Elektroautos im Purpose-Design wirken.<sup>363</sup>

Die Kombination dieser Einflussfaktoren führt zu der Prognose, dass 8,4 Mio. Fahrzeuge ersetzt werden beziehungsweise eine Substitutionsquote von 18,2 % erreicht wird. Hierbei wären 60 % der Elektrofahrzeuge als Kompaktwagen zu klassifizieren, da auch in diesem Szenario serienreife Elektroautos zunächst im Massenmarkt eingeführt würden. 30 % der Elektroautos hingegen wären Kleinwagen, da durch die technischen Fortschritte auch diese Fahrzeuge hinsichtlich Reichweite und Raumangebot für den Privatgebrauch alltagstauglich geworden wären. Im Gegensatz zum Minimal-Szenario wären nur 10 % der Elektroautos Plug-in Hybrid-Fahrzeuge, da durch die höheren Reichweiten der Elektroautos der Bedarf an Hybridfahrzeugen vermehrt durch reine Elektroautos gedeckt werden könnte.<sup>364</sup> Insgesamt wäre eine höhere Akzeptanz und Marktdurchdringung zu verzeichnen. Die gesunkenen Anschaffungspreise, die höhere Reichweite und die Alltagstauglichkeit würden dazu führen, dass sich auch Haushalte mit geringerem Einkommen Elektroautos leisten könnten und Haushalte mit weiteren Wegstrecken zur Arbeitsstelle oder im privaten Bereich würden Elektroautos auch als Erstfahrzeug in Betracht ziehen.

*Trend-Szenario:* Die Analyse der FOM-E-Mob 2010 hat aufgezeigt, dass 6,5 % der Befragten eine sehr hohe Bereitschaft zum Kauf eines Elektroautos aufweisen. Weiterhin ist für 11,4 % dieser Teilgruppe eine Reichweite von 150 km und für weitere 29,5 % eine Reichweite von bis zu 300 km akzeptabel. Somit würden Elektroautos mit einer Reichweite von bis zu 300 km, bei kumulierter Betrachtung, das Kaufinteresse von etwa 41 % dieser Teilgruppe wecken, was im Ergebnis zu circa 2,66 % sehr kaufbereiten Umfrageteilnehmern führt. Japan hat sich zum Ziel gesetzt, ab dem Jahr 2008 bis zum Jahr 2020 die Batteriekapazität zu verdreifachen. Bei Erreichen dieses Ziels wäre eine Reichweite von 300 km technisch möglich. Gleichzeitig wird der mittlere Batteriepreis nach heutigen Schätzungen bis zum Jahr 2025 auf 3.500 Euro sinken.<sup>365</sup> Dadurch werden die Mehrkosten für Elektroautos aufgrund derzeitig hoher Batteriepreise reduziert und das Preisniveau von Elektroautos nähert sich den in der FOM-E-Mob 2010 erfragten Bedürfnissen der Konsumenten an. Jedoch gaben nur 56,8 % der Umfrageteilnehmer mit sehr hoher Kaufbereitschaft an, bis zu 4.000 Euro Mehrkosten für Elektroautos zu akzeptieren. Dies reduziert den Anteil der Interessenten mit sehr hoher Kaufbereitschaft von 2,66 % auf 1,51 %. Bei einer Berechnungsba-

---

<sup>363</sup> Vgl. Bank, T. (2007), S. 30f.

<sup>364</sup> Vgl. Blank, T. (2007), S. 46ff.

<sup>365</sup> Vgl. Die Rheinpfalz (2010), o. S.

sis von 41,7 Mio. in Deutschland zugelassenen PKW im Januar 2010 und 1,51 % Befragten mit sehr hoher Kaufbereitschaft führt dies zu einem Potenzial von etwa 630.000 zugelassenen Elektroautos als unterem Betrachtungswert.<sup>366</sup> Damit läge der aktuelle Trend noch unterhalb des Minimal-Szenarios des Jahres 2007 und das politisch gesetzte Ziel von 1 Mio. zugelassenen Elektroautos in Deutschland bis zum Jahr 2020 würde verfehlt werden.

Die Rolle der Klimapolitik, die Ziele der politischen Parteien und die Bedeutung der Automobilindustrie in Deutschland wurden in den vorherigen Kapiteln ausführlich erläutert. Es ist daher eine realistische Annahme, dass auch in Deutschland Marktanzreizprogramme initiiert werden. Angelehnt an die deutsche Umweltprämie des Jahres 2009 für die fachgerechte Entsorgung von Altfahrzeugen, ist ein finanzieller Zuschuss zum Kauf eines Elektroautos in Höhe von 2.500 Euro vorstellbar.<sup>367</sup> Dadurch könnten die Mehrkosten von Elektroautos auf unter 2.000 Euro sinken, was möglicherweise weitere 27,3 % der FOM-E-Mob 2010-Teilnehmer mit sehr hoher Kaufbereitschaft und einer Akzeptanz von maximal 2.000 Euro Mehrkosten zum Kauf eines Elektroautos motivieren würde. Der Anteil der sehr kaufbereiten Umfrageteilnehmer, deren Prämissen bezüglich Kaufpreis und Reichweite erfüllt würden, könnte sich somit von 1,51 % auf 2,24 % und das Potenzial der verkauften Elektroautos auf circa 932.000 Stück erhöhen.<sup>368</sup> Gleichzeitig könnte ein Teil der FOM-E-Mob 2010-Teilnehmer mit lediglich „eher hoher Kaufbereitschaft“ durch diesen Anreiz zum Kauf eines Elektroautos veranlasst werden. Der Anteil der Umfrageteilnehmer mit eher hoher Kaufbereitschaft beträgt 23,6 %. Jedoch gaben nur 19,8 % dieser Teilgruppe an, dass sich ihre Kaufbereitschaft durch direkte Kaufzuschüsse erhöhen würde. Diese Teilgruppe wird im weiteren Verlauf als ebenfalls sehr kaufbereit klassifiziert. Weiterhin sind lediglich 44,7 % dieser Teilgruppe bereit, einen Mehrpreis in einer Größenordnung von 3.500 Euro für Elektroautos zu entrichten und gleichzeitig akzeptieren nur 36,7 % eine Reichweite von maximal 300 km, was zu einer Schnittmenge von 3,25 % bei den Umfrageteilnehmern mit zuvor eher hoher Kaufbereitschaft führt. Es kann angenommen werden, dass Kaufanreize nur bei der Hälfte der Teilgruppe - dies sind 1,62 % - tatsächlich zu einer gesteigerten Kaufbereitschaft führen, da neben dem Kaufpreis auch die in den vorherigen Kapiteln genannten Kriterien wie Raumangebot, Ladeinfrastruktur oder ein zu den individuellen Präferenzen passendes Fahrzeugangebot die Kaufentscheidung für ein Elektroauto beeinflussen und für diese Teilgruppe ausschlaggebend sein können. Somit lässt sich, bezogen auf den zuvor genannten Fahrzeugbestand von 41,7 Mio. PKW, mit 1,62 % ein geschätztes Potenzial von wei-

<sup>366</sup>  $6,50 \% \times 40,90 \% \times 56,80 \% = 1,51 \%$ ;  $41.700.000 \times 1,51 \% = 629.682$ .

<sup>367</sup> Vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2009), o. S.

<sup>368</sup>  $6,50 \% \times 40,90 \% \times (56,80 \% + 27,30 \%) = 2,24 \%$ ;  $41.700.000 \times 2,24 \% = 932.328$ .

teren 677.000 Elektroautos errechnen.<sup>369</sup> In der Summe könnte somit bis zum Jahr 2020 ein Potenzial von 1.609.000 zugelassenen Elektroautos gehoben werden.<sup>370</sup> Ein Kaufzuschuss könnte durch weitere, nicht-monetäre, Fördermaßnahmen flankiert werden und dadurch eine größere mikroökonomische Wirkung erzielen. Dies könnte dazu führen, dass mehr als die Hälfte der Teilgruppe, deren Kaufbereitschaft durch einen direkten Kaufzuschuss von „eher hoch“ auf „sehr hoch“ gesteigert würde, auch tatsächlich ein Elektroauto erwerben würde. Wenn sich diese Teilgruppe vollständig zum Kauf eines Elektroautos entschließen sollte, könnte ein Potenzial von zusätzlichen 677.000 Fahrzeugen und damit in der Summe von 2.286.000 zugelassenen Elektroautos gehoben werden, was einer Substitutionsquote von circa 5,48 % entspricht.<sup>371</sup>

Neben der Kaufbereitschaft muss ein adäquates Produktangebot für den Massenmarkt verfügbar sein, damit Elektroautos eine signifikante Marktdurchdringung erzielen können. Die FOM-E-Mob 2010 hat ergeben, dass ungefähr 20 % der Teilnehmer als nächstes Fahrzeug einen Kleinwagen und circa 25 % einen Kompaktwagen kaufen wollen. Mehr als 50 % planen die Anschaffung eines Fahrzeugs der Mittelklasse. Die in Abbildung 3 dargestellten Elektroautos und Markteinführungstermine zeigen jedoch, dass in naher Zukunft im Schwerpunkt mit dem Verkauf von Klein- und Kompaktwagen zu rechnen ist. Somit scheint im Zeitkorridor vom Jahr 2010 bis 2015 das Angebot die, gegebenenfalls geförderte, Nachfrage nicht oder höchstens zur Hälfte befriedigen zu können. Ob das oben genannte Potenzial von 2.286.000 Elektroautos bis zum Jahr 2020 tatsächlich gehoben werden kann, erscheint daher fraglich.

Eine weitere Voraussetzung für ein Erreichen des politischen Ziels von 1 Mio. Elektroautos bis zum Jahr 2020 ist der Aufbau einer geeigneten Ladeinfrastruktur. Fast 78 % der FOM-E-Mob 2010-Teilnehmer besitzen an ihrem Abstellplatz in der Nähe ihrer Arbeitsstätte keinen Stromanschluss und fast 58 % besitzen auch an ihrem wohnortnahen Abstellplatz keinen Stromanschluss. Jedoch hat beispielsweise die RWE AG bereits in 40 deutschen Städten Ladesäulen installiert<sup>372</sup> und plant, bis Ende des Jahres 2010 in NRW insgesamt 400 Ladesäulen aufzubauen. Gemessen an der Anzahl in Deutschland verfügbarer herkömmlicher Straßentankstellen ohne Autobahntankstellen, im Jahr 2010 sind dies 14.410 Stück<sup>373</sup>, erscheint diese Anzahl gering. Allerdings ist der Großteil der FOM-E-Mob 2010-Teilnehmer im urbanen Umfeld mobil und nimmt in der Mehrzahl einen Umweg von bis zu 5 km zur nächsten Stromtankstelle in Kauf. Bei der angenommenen Substitutionsquote von maximal 5,48 % erscheint daher die

<sup>369</sup>  $19,80\% \times 36,70\% \times 44,70\% = 3,25\%$ ;  $3,25\% : 2 = 1,62\%$ ;  $41.700.000 \times 1,62\% = 677.243$ .

<sup>370</sup>  $932.328 + 677.243 = 1.609.571$ .

<sup>371</sup>  $1.609.571 + 677.243 = 2.286.815$ ;  $2.286.815 : 41.700.000 = 5,48\%$ .

<sup>372</sup> Vgl. RWE (2010b), o. S.

<sup>373</sup> Vgl. ADAC (2010), o. S.

aktuelle Anzahl der Lademöglichkeiten beziehungsweise die kurzfristig geplante Entwicklung ausreichend, um den bis zum Jahr 2020 absehbaren Bedarf zu decken.

### **9.3 Handlungsempfehlungen**

Aus den gewonnenen Erkenntnissen dieser Arbeit, insbesondere durch die Zusammenführung der Umfrageergebnisse mit den tatsächlichen Möglichkeiten und Rahmenbedingungen in der Marktanalyse 2010, ergeben sich zentrale Handlungsfelder, die als Empfehlungen an die Politik, die Beteiligten der Wertschöpfungskette und die Kunden zusammengefasst werden.

*Politische Akteure:* Zunächst gilt es für die Bundesrepublik Deutschland, die Rahmenbedingungen für eine deutliche Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch zu verbessern. Hieran anschließen muss eine bessere Informationsversorgung der Verbraucher, um die Zusammenstellung des Energiemixes in das Bewusstsein der Verbraucher zu rücken. Damit einhergehend gilt es, ein sinnvolles und effektives Batterierecyclingsystem gesetzlich aufzustellen und im Folgenden umzusetzen, um einerseits die Rohstoffe wie beispielsweise das Lithium wiederzugewinnen und andererseits die Umweltbelastung durch den Rohstoffabbau möglichst gering zu halten. Beide Aspekte müssen den Endverbrauchern vermittelt werden, so dass deren Umweltdenken befriedigt werden.

Bei den finanziellen Anreizsystemen ist die gesteigerte Kaufbereitschaft der Kunden zu beachten. Durch einen Zuschuss zum Kaufpreis könnten deutlich mehr neue Elektroautokunden gewonnen werden. Hier ist von der Bundesregierung erneut zu prüfen, ob solch ein Zuschuss, wie er bereits in anderen Ländern vermehrt zum Einsatz kommt, auch in Deutschland möglich und sinnvoll ist. Weiterhin kann der Verkauf der Elektroautos durch die Bereitstellung zinsgünstiger Darlehen gefördert werden, um die Preisdifferenz zu herkömmlichen Fahrzeugen abzumildern. Hier sind Finanzierungsangebote der KfW, vergleichbar mit den Darlehensmodellen bei klimaschonenden Baumaßnahmen an Immobilien, denkbar.

*Beteiligte der Wertschöpfungskette:* Zwischen dem Informationsstand der Kunden und der Kaufbereitschaft für ein Elektroauto besteht eine positive Korrelation. Daher lautet eine Handlungsempfehlung für die Hersteller in der Automobilindustrie, diesen Informationsstand zu verbessern. Es hat sich aufgrund der bisherigen Ergebnisse dieser Arbeit als essentiell herausgestellt, dass die Kunden bestmöglich über die Technik und die Produkte im Ganzen informiert werden.

Die Akzeptanz der Elektroautos könnte deutlich gesteigert werden, wenn die Fahrzeuge eine gesicherte Reichweite von über 200 km hätten, wobei mit noch weiter zunehmender Reichweite die Akzeptanz für die Elektroautos auch linear ansteigt. Damit

einher geht das Thermomanagement der Elektroautos, welches bei Kühlung oder Heizung zusätzliche elektrische Energie verbraucht und somit die Reichweite mindert. Hier ist zu empfehlen, innovative Lösungsansätze zu entwickeln, um nicht noch größere und schwerere Batterien verbauen zu müssen für den Zusatzbedarf an elektrischer Energie.

Da die Mehrheit der Kunden offenbar ein geringeres Raumangebot nicht akzeptiert, liegt hier eine weitere Aufgabe für Hersteller und Zulieferer, Lösungsansätze zu konzipieren. Hier gilt es, das Fahrzeugdesign entsprechend dem erhöhten Platzbedarf der Batterien zu konzipieren, da der Einbau von Batterien in bestehende Fahrzeugkonzepte mit Kompromissen belastet ist. Mit innovativen Raumgestaltungen neuer Fahrzeuge kann die Batterie zukünftig besser in das Gesamtkonzept integriert werden und das bisher gewohnte Raumangebot der Fahrzeuge könnte wieder zur Verfügung stehen.

Weiterhin gilt es, neben bereits vorhandenen beziehungsweise geplanten BEV der Kleinwagen- oder Kompaktwagenklasse bis zum Jahr 2020 weitere Fahrzeuge der Mittelklasse zu entwickeln und einzuführen, um so die Produktpalette für die Mehrzahl der Kunden attraktiver zu gestalten. Auch im Bereich der Sicherheit gilt es für Hersteller und Zulieferer, noch zielgerichteter zu arbeiten und gemeinsame Standards zu entwickeln, wie beispielsweise einen einheitlichen Notschalter zum Abschalten der Hochspannung, ein automatisiertes Abschalten der Spannungsversorgung im Falle eines technischen Defekts oder Unfalls des Elektroautos und die Erfüllung der Sicherheitsmerkmale des Euro-NCAP.

Bei den aktuellen Aufladezeiten der Batterien hat sich eine geringe Kundenakzeptanz herausgestellt. Eine Bündelung der Kernkompetenzen verschiedener Branchen und Unternehmen bei gleichzeitiger Forcierung der Bemühungen, die Batterien günstiger und leistungsfähiger zu gestalten, könnte der geringen Reichweite und dem hohen Preis der Batterien entgegenwirken. Auch für die Energieanbieter gibt es noch Entwicklungspotenzial. So kann durch kostenlose Stromkontingente zusätzlich ein Kaufanreiz für ein Elektroauto geschaffen werden. Denkbar wären hier neue Mobilitätskonzepte, um den Kunden von Produkt und Preisstruktur zu überzeugen.

Ein weiterer Aspekt ist die Rohstoffsicherheit. Da die benötigten Rohstoffe nur begrenzt verfügbar sind, gilt es für die Batteriehersteller, den Zugang zu den Rohstoffen wie beispielsweise Lithium nachhaltig zu sichern, um die Potenziale dieses Wachstumsmarkts ausschöpfen zu können.

Ein letzter Punkt in dieser Aufstellung von Handlungsempfehlungen gilt den Herstellern, Zulieferern und dem Automobilhandel. Bei allen Beteiligten ist eine Kompetenzsteigerung durch Mitarbeiterschulungen erforderlich. Die notwendige Fachkompetenz

muss auf- und ausgebaut werden, um innovative Produkte entwickeln, weiterentwickeln, betreiben und instand setzen zu können.

Zusammengefasst bleibt festzuhalten, dass die Grundlagen in den verschiedenen Bereichen vorhanden sind. Es gilt, diese weiter auszubauen und durch Forschung und Vernetzung miteinander weiter zu optimieren. Insbesondere die Schlüsseltechnologie der Batterie muss weiter vorangetrieben werden, um im globalen Wettbewerb standhalten zu können oder sogar eine Führungsposition einzunehmen.

#### Kunden

Die Handlungsempfehlung für die Endkunden betrifft hauptsächlich den Informationsstand bezüglich der Technologie und ein Schließen der Lücke zwischen tatsächlichem Nutzungsverhalten und der Erwartungshaltung. Die Diskrepanz zwischen erwarteter und erforderlicher Reichweite spiegelt diese Lücke deutlich wider. Trotz potenziell ausreichender Batteriekapazität, um die meisten alltäglichen Fahrten zu absolvieren, wünschen die Kunden eine deutlich höhere Reichweite. Hier sollten die Kunden ihr Bewusstsein schärfen, ob diese Erwartungshaltung notwendig ist. Auch bei den zu erwartenden Aufladezeiten der Elektroautos ist ein Kundenumdenken notwendig. Einerseits steht das Fahrzeug die größte Zeit des Tages auf einem Parkplatz, entweder zu Hause oder beim Arbeitgeber, andererseits fordern die Kunden eine möglichst kurze Ladezeit. Aufgrund der üblichen Parkdauer der Fahrzeuge ist eine solch kurze Ladezeit aber nicht notwendig. Eine Standardaufladung mit 6 h bis 8 h Ladedauer ist hierbei ohne Komforteinbußen realisierbar.

Im Bereich des Raumangebots der aktuellen Elektroautos möchte eine Vielzahl der Kunden keine Verringerung des verfügbaren Raums, bedingt durch die Größe der Batterie, in Kauf nehmen. Gleichzeitig sind aber die wenigsten Fahrzeuge im täglichen Straßenverkehr voll besetzt. Auch hier schließt sich die Frage an, ob die Erwartungshaltung an das Platzangebot gerechtfertigt ist und dieser Platz tatsächlich benötigt wird.

Zusammengefasst sollten sich die Kunden mit der aktuellen Technologie vertraut machen und deren Möglichkeiten mit ihren tatsächlichen Bedürfnissen abgleichen. Gewohnheiten gilt es dabei zu prüfen und gegebenenfalls neu auszurichten.

## 9.4 SWOT-Analyse

In einer SWOT-Analyse werden die bisherigen Erkenntnisse zusammengefasst und in der folgenden Abbildung 28 grafisch dargestellt, um ein komprimiertes Gesamtbild zum Thema der Elektroautos zu erzeugen. Dies ermöglicht in einer Übersicht die Betrachtung aller bisher angeführten Aspekte, sodass sich ein Überblick über Stärke, Schwächen, Chancen und Risiken ergibt.

**Abbildung 28: SWOT-Analyse der Elektromobilität**

	Strengths (Stärken)	Weaknesses (Schwächen)
Produktanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substituierbarkeit fossiler Brennstoffe, daher Unabhängigkeit</li> <li>- Geringe Wartungskosten, da Wegfall von mechanischen Komponenten</li> <li>- Reduktion des Schadstoffausstoßes</li> <li>- Geringe Stromkosten beim Aufladen</li> <li>- Infrastruktur für Standardladung vorhanden, Privataufladung möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reichweite geringer als bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor</li> <li>- Höchstgeschwindigkeit niedriger als bei herkömmlichen Fahrzeugen</li> <li>- Geringeres Raumangebot durch voluminöse Batterie</li> <li>- Standardisierungen noch in der Entwicklung</li> <li>- Hohes Gewicht der Batterie</li> <li>- Thermomanagement noch nicht verfügbar</li> <li>- Hohe Batteriekosten, daher insgesamt hohe Anschaffungskosten</li> <li>- Lange Amortisationsdauer</li> <li>- Infrastruktur für Schnellladung nicht vorhanden</li> <li>- Lange Aufladezeiten bei Standardladung</li> <li>- Ohne finanzielle Förderung in Deutschland kein Kaufanreiz</li> </ul>
	Opportunities (Chancen)	Threats (Risiken)
Umfeldanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beitrag zur Einhaltung der Klimaschutzziele</li> <li>- Markteintrittsmöglichkeit für neue Automobilzulieferer</li> <li>- Umsatzausweitung durch weltweit steigende Mobilitätsnachfrage</li> <li>- Neue Mobilitätskonzepte für die Automobilbranche</li> <li>- Neue Technologien, wie etwa induktive Aufladung</li> <li>- Ausbau der Navigationssysteme, Routenberechnung nach Ladezustand</li> <li>- Einbindung der Batterien in das Stromnetzwerk, Smart Grid</li> <li>- Durch gezielte Informationsversorgung den Kunden gewinnen</li> <li>- Kunden stehen dem Elektroauto generell positiv gegenüber</li> <li>- Neue Arbeitsplätze in der automobilen Wertschöpfungskette</li> <li>- Null-Emissionsfahrzeuge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deutschland verliert Technologieführerschaft aufgrund signifikantem Wirtschaftswachstum und massiver Förderung in China</li> <li>- Hohe Investitionssummen von Staat und Wirtschaft erforderlich</li> <li>- Verdrängung bisheriger Automobilzulieferer</li> <li>- Fachkräftemangel, erheblicher Qualifizierungsbedarf</li> <li>- Keine einheitliche Förderung in den verschiedenen Ländern</li> <li>- Monetäre Förderung bleibt ohne Wirkung</li> <li>- Diskrepanz zwischen erwartetem und tatsächlichem Preis</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

## 10 Zusammenfassung und Fazit

Das Elektroauto kann auf eine längere Historie als die Verbrennungsmotoren zurückblicken, wobei es in der Historie bereits mehrfach eine beträchtliche Anzahl an Elektroautos, die in Betrieb waren, gab. Wirtschaftliche Veränderungen und die Weiterentwicklungen der Verbrennungsmotoren ließen aber einen endgültigen Durchbruch der Elektroautos bisher nicht zu. Die aktuellen Veränderungen des Klimas und die Möglichkeit der Emissionsreduzierung durch den Elektroautoeinsatz bei gleichzeitig verwendeter erneuerbarer Energie für die Aufladung haben die Diskussionen um diese Technologie weltweit neu angestoßen. So sind eine Vielzahl von verschiedenen Branchen und Unternehmen an der Forschung und Entwicklung der Elektroautos und dessen Technologien beteiligt, sodass eine ganze Reihe verschiedener Modelle mit unterschiedlichen Antriebskonzepten in einer Testphase eingesetzt werden. Die Bandbreite reicht hierbei vom reinen BEV über verschiedene Hybridtechniken bis zum E-REV und FCEV.

Im Bereich der aktuell eingesetzten Technologien der Elektroautos ergeben sich im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren noch erhebliche Unterschiede. So sind die Reichweite mit etwa 150 km und die Höchstgeschwindigkeit mit rund 150 km/h bei alltagstauglichen Batterieelektroautos deutlich geringer. Hier gibt es aber bereits einige Sportwagenmodelle, die diese Werte überschreiten. Auch ein Aufladevorgang ist selbst bei einer Schnellladung von etwa 30 min deutlich zeitintensiver als ein Tankvorgang mit Benzin- oder Dieselmotorkraftstoff. Der Gesamtpreis für ein Elektroauto wird maßgeblich zum Erfolg oder Misserfolg der Fahrzeuge beitragen. Hierbei ist derzeit die Lithium-Ionen-Batterie, je nach Kapazität und Größe mit einem Preis zwischen 10.000 Euro<sup>374</sup> und 17.000 Euro<sup>375</sup>, der Kostentreiber. Ein weiterer wichtiger Aspekt wird neben der Preisgestaltung der Fahrzeuge die Standardisierung verschiedener Bauteile und Systemkomponenten sein. Beispielhaft ist hier der genormte Ladestecker zu nennen, der eine Aufladung der Elektroautos an allen öffentlichen Ladestationen ermöglicht.

Ein Grund dafür, dass das Elektroauto derzeit im weltweiten Fokus steht, ist der Klima- und Umweltschutz. PKW verursachten im Jahr 2007 etwa 12 % der europaweit ausgestoßenen Treibhausgase. Zahlreiche Staaten haben sich zum Ziel gesetzt, die Menge der emittierten klimaschädlichen Treibhausgase zu reduzieren, dokumentiert unter anderem im Kyoto-Protokoll von 1997. Dies soll auch mit Hilfe von Elektroautos erreicht werden, da mit ihnen die Hoffnung verbunden wird, lokal keine Schadstoffe

---

<sup>374</sup> Vgl. Ruhkamp, C., Roßbach, H. (2010), S. 10.

<sup>375</sup> Vgl. Peters, W. (2010), S. T5.

mehr zu emittieren. Deutschland beispielsweise sieht sich mit ambitionierten Emissionszielen als Vorreiter des Klimaschutzes und plant, bis 2012 den Ausstoß von Treibhausgasen im Vergleich zu 1990 um 21 % zu reduzieren. Die EU will den Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase im selben Zeitraum um 8 % auf Basis des Jahres 1990 reduzieren. Jedoch zeigt der Trend der weltweiten Schadstoffemissionen, bedingt durch den steigenden Schadstoffausstoß diverser Schwellen- und Industrieländer, in die entgegengesetzte Richtung. Zwischen 1990 und 2006 ist der weltweite Ausstoß von Treibhausgasen in die Atmosphäre um 24 % angestiegen. Einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz können die erneuerbaren Energien liefern. Anhand des deutschen Energiemixes konnte ihre signifikante Wirkung für die Reduktion von Treibhausgasen erörtert werden. Dieses Potenzial hat international dazu geführt, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien forciert wird.

Politisch wird das Thema Elektroauto ebenfalls aufgegriffen. In Deutschland findet sich im Programm der Bundesregierung und in nahezu jedem parteipolitischen Programm eine Stellungnahme zur Elektromobilität und zum Elektroauto. Die Umsetzung des politischen Willens erfolgt aktuell in acht ausgewählten Modellregionen, in denen diverse Forschungs- und Entwicklungsprojekte aufgesetzt wurden. Aber auch in anderen Ländern wird die Entwicklung des Elektroautos politisch begleitet. Die Beispiele USA, China sowie Großbritannien, Japan oder Österreich zeigen, dass weltweit hohe Geldbeträge eingesetzt und zahlreiche Aktivitäten initiiert werden, um den Themenkomplex Elektromobilität/Elektroauto weiterzuentwickeln.

Elektroautos besitzen zusätzlich eine ökonomische Dimension. Fast 10 % der Arbeitsplätze im produzierenden Gewerbe in Deutschland befassten sich im Jahr 2007 direkt oder indirekt mit dem Automobil. Im Jahr 2008 arbeiteten weltweit mehr als 8,5 Mio. Menschen in diesem Sektor und waren an der Produktion von über 70 Mio. Fahrzeugen beteiligt. Das Automobil stellt somit Arbeitsplätze zur Verfügung, ist aber auch in die Finanzierung des Gemeinwesens involviert durch Steuern auf die Gewinne der Unternehmen, auf die Einkommen der Beschäftigten, auf die getätigten Umsätze und auf den verbrauchten Treibstoff.

Der Treibstoff hat sich als ein entscheidender Kostenfaktor für Autos herausgestellt. Die Betrachtung der Preise für Rohöl, Benzin, Diesel und Strom lässt einen klaren Aufwärtstrend in den letzten Jahren erkennen, der allerdings beim Strom deutlich geringer ausfällt. Diese Beziehung spielt für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines Elektroautos eine bedeutende Rolle.

Weltweit hat sich die individuelle Mobilität zum Wachstumstreiber für die Automobilindustrie entwickelt. In Deutschland besitzt im Jahr 2010 rechnerisch jeder zweite Einwohner beziehungsweise jeder Erwerbstätige ein eigenes Auto. Etwa 80 % der in

Deutschland zurückgelegten Kilometer pro Person wurden im Jahr 2003 mit dem PKW absolviert und fast 60 % der Erwerbstätigen nutzten im Jahr 2008 für die Fahrt zur Arbeit einen PKW, entweder als Selbstfahrer oder als Mitfahrer. Aber nicht nur in Deutschland hat sich Mobilität als wirtschaftlicher Faktor etabliert. In den USA ist individuelle Mobilität so tief im Denken verwurzelt, dass die Planung ganzer Städte, ihrer Infrastruktur und der Platzierung beispielsweise von Einkaufsmöglichkeiten oder Kindergärten den Besitz eines PKW impliziert. Auch für Russland mit 140 Mio. Einwohnern wird eine starke Zunahme im Absatz von PKW vorausgesagt. In Indien ist Prognosen zufolge damit zu rechnen, dass die Anzahl von Haushalten der unteren Mittelschicht, für die ein eigenes Automobil zum Statussymbol avanciert ist, von 75 Mio. im Jahr 2009 auf 100 Mio. im Jahr 2014 ansteigen wird.

Aufgrund der noch notwendigen Forschung im Bereich der Batterietechnologie und der Elektromobilität sind in Deutschland zahlreiche Forschungsprojekte aufgesetzt worden. Unterstützt mit Fördergeldern von Staat und Wirtschaft forschen Hochschulen unter anderem in Bochum, Duisburg und Essen, Aachen und Münster sowie zahlreiche Institute der Fraunhofer Gesellschaft, teilweise in Kooperation mit Unternehmen der Wirtschaft, an der Weiterentwicklung des Elektroautos, seiner Technologie und den Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Der Hauptkostentreiber bei Elektroautos ist zurzeit die Batterie. Die Mehrkosten für ein Elektroauto im Vergleich zu einem herkömmlichen Fahrzeug werden auf 15.000 Euro und mehr geschätzt, wobei noch kein Hersteller verbindliche Preisangaben veröffentlicht hat. Teilweise ist absehbar, dass die Kommunikation der echten Anschaffungskosten für Elektrofahrzeuge durch Sonderregelungen wie Kaufprämien, Leasingmodelle oder eine unterschiedliche Ausstattung nicht transparent sein wird.

Bei den Unterhaltskosten wird zwischen den Treibstoff-, Wartungs- und Versicherungskosten sowie Steuern unterschieden. Aufgrund der noch geringen Stückzahl und der damit fehlenden Möglichkeit, Elektrofahrzeuge statistisch zu differenzieren, ist davon auszugehen, dass in der Phase der Markteinführung keine wesentlichen Unterschiede bei Versicherungsbeiträgen im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen auftreten werden. Bei den Kfz-Steuern ist international zurzeit die Tendenz zu beobachten, Elektroautos vollständig oder zumindest in den ersten Jahren nach Anschaffung von einer Besteuerung zu befreien. Der andersartige Aufbau von Elektroautos und die Verwendung verschleißärmerer Technologie werden dazu führen, dass die Wartungskosten für Elektroautos geringer als bei verbrennungsmotorbetriebenen Fahrzeugen ausfallen werden. Der Hauptkostenblock bei den Unterhaltskosten sind die Antriebskosten. Berechnungen auf Basis von Herstellerangaben und Preisanalysen von Strom und Benzin führen zu dem Schluss, dass der Betrieb eines Elektroautos deutlich güns-

tiger ist als der eines herkömmlichen Benzin-Fahrzeugs. Teilweise ist dies auf die unterschiedliche Besteuerung von Benzin und Strom zurückzuführen. Der Einsatz erneuerbarer Energien mit Hilfe eigener Fotovoltaikanlagen eröffnet dem Nutzer von Elektroautos dabei wirtschaftliche Vorteile. In der Summe werden die höheren Anschaffungskosten in der Markteinführungsphase und die niedrigeren Unterhaltskosten zu einer Amortisationsdauer von neun Jahren führen, wenn Kaufförderungen unberücksichtigt bleiben.

Gleichzeitig ist es zu der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle rund um die Elektromobilität gekommen. Zu nennen sind hier unterschiedlich ausgestaltete Vertragsvarianten, die überwiegend angelehnt sind an Geschäftsmodelle von Mobilfunkbetreibern. So bietet das Unternehmen Better Place gegen eine monatliche Gebühr ein Elektroauto inklusive Batterie, Ladeinfrastruktur und Kilometervereinbarung an, ohne dass der Nutzer gleichzeitig Eigentümer des Elektroautos werden muss. Denkbar sind hierbei Variationen vergleichbar einem Prepaid- oder Flatrate-Vertrag. In anderen Modellen stellen die Anbieter nur die Batterie gegen eine monatliche Gebühr zur Verfügung oder ergänzen die Verträge um Zusatzleistungen wie Routenberechnungen oder Vereinbarung von Werkstattterminen. Abgeleitet aus eher herkömmlichen Vertragsverhältnissen sind Ideen um Leasing-Pakete mit Einschluss der Stromabrechnung, einer Strompreisgarantie und der Verwendung von Ökostrom.

Die Infrastruktur der Energieversorgung lässt sich in verschiedene Bereiche aufgliedern. So ist neben einer Aufladung an der haushaltsüblichen 230 Volt Steckdose die Schnellladung an einer öffentlichen Drehstromladestation möglich. Weiterhin gibt es Zukunftstechnologien, die eine induktive Aufladung während der Fahrt ermöglichen sollen. Abschließend gibt es Bestrebungen, sogenannte Batteriewechselstationen zu errichten, in der die komplett entladene Batterie gegen eine voll aufgeladene Batterie innerhalb von 3 min ausgetauscht wird.

Ein Vergleich der dezentralen Kraftwerksemissionen mit dem lokalen Schadstoffausstoß von konventionellen Autos ergibt, dass alle genannten Ladevorgänge bereits bei dem heute in Deutschland vorhandenen Energiemix eine CO<sub>2</sub>-Reduzierung ermöglichen. Jedoch ist nur bei einer Aufladung aus erneuerbaren Energien vollständige CO<sub>2</sub>-Vermeidung erreichbar. Der bisherige Anteil von erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland liegt aktuell bei etwa nur 10 % und ist daher auszubauen, um eine Emissionsreduzierung durch die Verwendung von Elektroautos zu forcieren.<sup>376</sup>

Einhergehend mit der Technologieentwicklung des Elektroautos werden weitere Systementwicklungen rund um das Produkt Elektroauto getätigt. So gibt es bei den Navi-

---

<sup>376</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010a), o. S.

gationssystemen die Weiterentwicklung zur „Smart Navigation“, bei der während einer Routenplanung der aktuelle Ladezustand der Elektroautobatterie, der Energieverbrauch für die geplante Route und die Alternativroute und die vorhandenen Ladestationen oder Batteriewechselstationen auf den vorgeschlagenen Routen mit in die Routenberechnung einfließen. Weiterhin kann nach der Routenauswahl, je nach Notwendigkeit, eine Ladestation reserviert und der Zeitpunkt der Ladung ausgewählt werden.<sup>377</sup>

Eine weitere Technologieentwicklung im Umfeld des Elektroautos ist das Smart Grid, bei dem es sich um ein intelligentes und interaktives Stromnetzwerk handelt. Durch dieses intelligente Stromnetzwerk werden verschiedene neue Möglichkeiten eröffnet. So ist neben der Einspeisung von Strom, der beispielsweise durch den Solar-Carport erzeugt wird, auch die Einbindung der Lithium-Ionen-Batterien der Elektroautos in das öffentliche Stromnetz angedacht. Die Batterien dienen dann je nach Netzauslastung in Zeiten von Überkapazitäten als zusätzlicher Speicher und in Zeiten von Ressourcenknappheit kann zusätzlich Strom von den Batterien in das Netzwerk eingespeist werden. In Verbindung mit einem Smart Meter, einem intelligenten Stromzähler, der durch Signale aus dem Netzwerk gesteuert wird, kann dann eine Aufladung der Fahrzeugbatterien zu Zeiten mit günstigen Strompreisen erfolgen.

Einen weiteren Punkt stellt die Qualifizierung der Fachkräfte dar. Hier sind bei allen an der Wertschöpfungskette des Elektroautos beteiligten Personengruppen Ergänzungen in der Ausbildung notwendig. Diese reichen vom Ingenieur der Fahrzeugentwicklung bis hin zum Werkstattmonteur, der die Wartung am Elektroauto durchführt. Zusätzlich tritt ein Qualifizierungsbedarf bei Rettungskräften auf, die im Schadensfall mit dem Elektroauto in Kontakt kommen.

Zusammengefasst bietet die Entwicklung der Elektroautos ein großes Potenzial für die Automobilindustrie, aber auch für andere Branchen wie etwa die Stromanbieter oder Batteriehersteller. Es ist aber auch zu erwähnen, dass es noch ungeklärte Probleme und Fragen gibt, deren Lösung voraussichtlich einige Zeit in Anspruch nehmen und vor allem kostenintensiv sein wird, wie beispielsweise die derzeit verminderte Reichweite, Höchstgeschwindigkeit, Batteriegewicht und vor allem die Sicherheit von Fahrzeug und Technik.

Ein weiterer Aspekt der Elektromobilität ist der Klimaschutz. In der Gesamtenergiebilanz „well to wheel“ ist ein Elektroauto bei Einsatz und Verwendung von erneuerbaren Energien deutlich effizienter im Vergleich zu Verbrennungsmotoren.<sup>378</sup> Dies geht einher mit der Verringerung lokaler Emissionen. Durch die ZEV wird die Schadstoffbelas-

---

<sup>377</sup> Vgl. Schmidt, E. (2009), S. 10.

<sup>378</sup> Bundesregierung (2009), S. 8.

tung in Ballungszentren abnehmen. Zusätzlich sichert die Weiterentwicklung von Elektroautos durch eine verminderte Abhängigkeit von Ölimporten die Energieversorgung und den Technologie- und Industriestandort Deutschland.<sup>379</sup> Durch die Einbindung der Fahrzeugbatterien in das öffentliche Stromnetz (Smart Grid) lassen sich Angebot und Nachfrage effizienter steuern und somit die Gesamtperformance der Stromnetze steigern und Verluste oder Überkapazitäten minimieren.<sup>380</sup>

Zur Absatzförderung von Elektroautos wurden multiple Möglichkeiten identifiziert. Dazu gehört im Wesentlichen, potenzielle Kunden zu informieren und dadurch die Bereitschaft zu erhöhen, ein Elektroauto zu kaufen. Neben einmaligen oder regelmäßigen Veröffentlichungen von Informationen in Alltagsmedien, Publikationen von Fachverbänden oder Internetauftritten können Verbraucher über Elektroautos auch mit Hilfe der optischen oder haptischen Wahrnehmung informiert werden. Die Gelegenheit dazu wird bei sogenannten Road Shows, Testfahrten, medienwirksamen Forschungsaufträgen, Automobilmessen oder durch die Vorreiterrolle des Staates bei der Nutzung von Elektroautos gegeben. Hier können sich Interessierte von der Alltagstauglichkeit von Elektroautos überzeugen.

Eine weitere Möglichkeit, die Einführung und Marktdurchdringung von Elektroautos zu fördern, stellen finanzielle Anreize dar. Hierbei wurde unterschieden zwischen direkten Kaufzuschüssen, Steuererleichterungen beim Kauf oder während des Betriebens von Elektroautos, vom Staat vergünstigten Darlehen sowie verbesserten Abschreibungsmöglichkeiten, Garantien der Hersteller für Batterien und vergünstigten oder kostenlosen Stromkontingenten von Stromanbietern.

Als dritte Gruppe der Förderinstrumente wurden Privilegien erläutert. Dazu zählen die Einfahrerlaubnis in gekennzeichnete Zonen mit Umweltplaketten oder separaten Kennzeichen, das Recht, Sonderspuren für Busse oder Taxis mit Elektroautos befahren zu dürfen sowie die Befreiung von einer Maut in Innenstädten. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, in den dichtbesiedelten Innenstadtbereichen kostenlose Parkplätze für Elektroautos bereitzustellen, die optional mit einer Schnellladestation kombiniert sind.

Um die Betrachtung des Ist-Zustandes zu untermauern und die bisherige Betrachtung der Angebotsseite um Erkenntnisse über die Nachfrageseite zu erweitern, wurden empirische Untersuchungen im Kontext Elektroauto analysiert. Dabei sollten elf Forschungsthemen, abgeleitet aus der bisherigen Betrachtung, verifiziert oder falsifiziert werden. Den Schwerpunkt der analysierten empirischen Untersuchungen bildete die FOM-E-Mob 2010, eine Umfrage unter Studenten der FOM, BA und VWA, deren Er-

---

<sup>379</sup> Bundesregierung (2009), S. 8.

<sup>380</sup> Bundesregierung (2009), S. 9.

gebnisse ergänzend mit Studien des ADAC, der TÜV Süd Auto Service GmbH sowie Erfahrungen aus dem Projekt E-Mini in Berlin verglichen wurden.

Die anschließende Gegenüberstellung der Umfrage-Ergebnisse und der aufgestellten Thesen sowie des Ist-Zustandes des Elektroautos in Deutschland führte zunächst zu der grundlegenden Erkenntnis, dass momentan die Bereitschaft zum Kauf eines Elektroautos gering ist. Weiterhin ergab der Vergleich der aktuellen technischen Möglichkeiten von Elektroautos mit den Erwartungen der Verbraucher, dass zwar nahezu 90 % der Befragten regelmäßig nicht mehr als 100 km täglich mit dem Auto zurücklegen und dieses Mobilitätsverhalten bereits mit heutigen Elektroautos dargestellt werden kann. Zudem wäre es bereits bei einer Reichweite von 200 km mit einer Batterieladung möglich, für mehr als die Hälfte der Umfrageteilnehmer alle anfallenden Autofahrten mit einem Elektroauto zu absolvieren. Jedoch orientieren sich die Erwartungen der Verbraucher hinsichtlich der Reichweite an herkömmlichen Fahrzeugen und fallen deutlich höher aus, weshalb heutige Elektroautos die Kundenerwartungen an die Reichweite nicht erfüllen. Gleichzeitig akzeptiert die überwiegende Anzahl der Befragten bei Elektroautos kein verringertes Platzangebot im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen aufgrund einer voluminösen Batterie und hat ebenso Erwartungen hinsichtlich der Ladezeiten von Batterien, welche die derzeitigen technischen Möglichkeiten übersteigen.

Beim Vergleich der für die nähere Zukunft prognostizierten Kosten von Elektroautos und der Zahlungsbereitschaft potenzieller Käufer wurde ein Delta erkannt. Während die Anschaffungspreise für Elektroautos während der Markteinführung voraussichtlich zwischen 10.000 Euro und 15.000 Euro über den Anschaffungspreisen für herkömmliche Fahrzeuge liegen werden, liegt die Zahlungsbereitschaft der Umfrageteilnehmer mit circa 75 % im Schwerpunkt bei maximal 2.000 Euro Aufpreis. Gleichzeitig ist die Finanzierung der durch die Batterie verursachten Mehrkosten über ein Leasingmodell für etwa 74 % der Befragten zwar vorstellbar, jedoch liegen die Vorstellungen der Automobilhersteller bezüglich der monatlichen Leasingrate bei dem Doppelten dessen, was die Verbraucher akzeptieren würden.

Hingegen werden alternative Kostenkonzepte wie das Geschäftsmodell des Unternehmens Better Place von einer Mehrzahl der Befragten akzeptiert. Auch wenn in Deutschland noch keine Preistableaus für die Mobilitätsdienstleistungen von Better Place veröffentlicht wurden und das Verhältnis von Angebot und Nachfrage daher zunächst nicht abschließend eruiert werden konnte, so ließen die Umfrageergebnisse dennoch Schätzungen über das akzeptierte Preisniveau aus Sicht der Nachfrage zu: für einen Kompakt- oder Mittelklassewagen mit einer jährlichen Laufleistung von circa

20.000 km sind monatliche Kosten in Höhe von 300 Euro für die Mehrzahl der FOM-E-Mob 2010-Teilnehmer akzeptabel.

Eine Überprüfung der Wirkung der vorgestellten Förderinstrumente auf die Kaufbereitschaft potenzieller Käufer führte zu dem Ergebnis, dass die Versorgung der Marktteilnehmer mit Informationen über Elektroautos ein grundlegendes Element zur Erzeugung einer Kaufbereitschaft ist. Bei den monetären Förderansätzen haben sich direkte Zuschüsse beim Kauf eines Elektroautos als effektivste Maßnahme herausgestellt, sowohl qualitativ hinsichtlich der Akzeptanz bei potenziellen Käufern als auch quantitativ in Bezug auf finanzielle Größenordnung. Dennoch plant die deutsche Regierung, im Gegensatz zu anderen Staaten, bislang keine entsprechende Förderprämie. Weitere monetäre Förderinstrumente sind die Befreiung von der Kfz-Steuer oder zinsvergünstigte Darlehen. Diese Instrumente weisen ein umgekehrtes Verhältnis von Effektivität und Akzeptanz auf. Während nur 46 % der FOM-E-Mob 2010-Teilnehmer ein zinsgünstiges Darlehen, ähnlich den Förderdarlehen der KfW für energieeffiziente Baumaßnahmen, aufnehmen würden, kann solch ein Darlehen im Vergleich zu einer marktüblichen Autofinanzierung mit finanziellen Vorteilen von bis zu 4.600 Euro verbunden sein. Gleichzeitig würden 74 % der Umfrageteilnehmer eine Befreiung der Elektroautos von der Kfz-Steuer begrüßen. Dies macht in Deutschland jedoch jährlich lediglich etwa 120 Euro aus. Somit bleibt festzuhalten, dass monetäre Förderinstrumente eine effektive Möglichkeit zur Förderung von Elektroautos darstellen. Allerdings müssen diese Maßnahmen hinsichtlich ihrer Größenordnung unterschieden und die Besonderheit, dass nicht jeder Verbraucher eine Verschuldung für den Kauf eines Elektroautos in Kauf nehmen will, berücksichtigt werden. Zu den nicht-monetären Förderinstrumenten zählen Stromkontingente, Mautbefreiung, kostenfreie Parkplätze und die Benutzung von Sonderspuren. Kostenlose oder vergünstigte Stromkontingente für Elektroautobesitzer erzielten die höchste Zustimmungquote, während eine Befreiung von Mautgebühren, die Verfügbarkeit kostenloser Parkplätze oder das Recht zur Benutzung von Busspuren für Elektroautobesitzer auf geringere Akzeptanz stießen. Dies wurde darauf zurückgeführt, dass die Mehrzahl der Umfrageteilnehmer kein Parkplatzproblem hat, die Verkehrsdichte in deutschen Städten – der Großteil der Umfrageteilnehmer lebt oder arbeitet in Städten – eine kritische Größenordnung noch nicht erreicht hat und in Deutschland bislang keine Mautgebühren für PKW auf Autobahnen oder in Innenstadtbereichen eingeführt wurden, sodass für diese Maßnahmen noch kein Bedarf besteht.

Für eine Prognose über den Markt der Zukunft wurden durch Elektroautos ausgelöste makroökonomische Veränderungen in der Wertschöpfungskette aufgezeigt, drei quan-

titative Szenarien aufgestellt sowie Handlungsempfehlungen an die Marktteilnehmer - Politik, Angebots- und Nachfrageseite - ausgesprochen.

Die Weiterentwicklung von Elektroautos wird langfristig zu veränderten Anteilen der Automobilhersteller und der Automobilzulieferer an der Wertschöpfung führen. Insgesamt wird ein weltweites Marktpotenzial für Elektroautos von 470 Mrd. Euro prognostiziert. Bislang im Automobilmarkt kaum vertretene Zulieferunternehmen und Wirtschaftsunternehmen wie Stromproduzenten werden ihren Anteil an der Wertschöpfung eines Elektroautos ausbauen. Dies ist auf die Batterien, den Strombedarf sowie die Anbieter neuer Mobilitätskonzepte zurückzuführen. Gleichzeitig ist global mit etwa 200.000 neuen Vollzeit Arbeitsplätzen innerhalb der Automobil- und Automobilzulieferbetriebe zu rechnen.

Ein Minimal-Szenario für den Automobilmarkt ab dem Jahr 2020 sieht das von der deutschen Regierung angestrebte Ziel von 1 Mio. Elektroautos bis 2020 als knapp erreichbar an. Elektroautos würden hierbei kaum über das bisherige Maß hinaus gefördert und hauptsächlich im urbanen Umfeld und als Zweitwagen genutzt werden. In einem Maximal-Szenario hingegen würden Elektroautos durch staatliche Fördermaßnahmen und von Seiten der Automobil- und Stromwirtschaft gefördert werden, sodass eine höhere Marktdurchdringung erreicht würden und bis zum Jahr 2020 bis zu 8,4 Mio. Elektroautos in Deutschland zugelassen werden könnten. Das Trend-Szenario auf Basis der Daten des Jahres 2010 ermöglicht die Prognose, dass der Bestand an Elektroautos bis zum Jahr 2020 die Grenze von 1 Mio. Fahrzeugen ohne weitere Fördermaßnahmen nicht überschreiten und somit das politisch gesetzte Ziel von 1 Mio. Elektroautos verfehlen wird. Unter der Voraussetzung, dass die deutsche Regierung und die Automobil- und Energiebranche die effektivsten Förderinstrumente zur Senkung der Anschaffungskosten und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Elektroautos einsetzen, erscheint eine Menge von 1,6 Mio. bis zu 2,3 Mio. Elektroautos bis zum Jahr 2020 erreichbar.

Um Elektroautos weiterentwickeln und deren Markteinführung erfolgreich umsetzen zu können, ist der deutschen Regierung zu empfehlen, die Rahmenbedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien innerhalb des deutschen Energiemixes zu verbessern, damit die umweltschonenden Eigenschaften von Elektroautos besser zur Geltung kommen und potenziellen Käufern als Kaufargument genannt werden können. Weiterhin sind Regelungen für einen ökologischen Abbau von Rohstoffen wie Lithium sowie das Recycling der Batterien einzuführen. Zusätzlich sollten in Deutschland finanzielle Förderinstrumente aufgesetzt werden, um Verbraucher beim Kauf eines Elektroautos zu unterstützen. Wesentlich sind hier direkte Kaufzuschüsse, vergleichbar der Umweltprämie des Jahres 2009, und zinsvergünstigte Darlehen der KfW.

Unternehmen, die Produkte oder Dienstleistungen im Zusammenhang mit Elektromobilität anbieten ist zu empfehlen, ihre Kunden über die Produktdetails zu informieren, da dies die grundsätzliche Kaufbereitschaft deutlich erhöht. Weiterhin müssen technische Verbesserungen erreicht und neue Fahrzeugmodelle entwickelt werden, um einerseits die Fahrzeugreichweite, auch in Verbindung mit einem effizienten Thermomanagement, auf eine kritische Größe von über 200 km zu erhöhen und andererseits das Raumangebot durch ein schlüssiges Designkonzept gegenüber konventionellen Fahrzeugen aufgrund einer großvolumigen Batterie nicht einzuschränken. Zusätzlich erwartet ein signifikanter Teil der potenziellen Käufer von Elektroautos eine Erweiterung der aktuellen Produktpalette von Klein- und Kompaktwagen durch Mittelklassewagen, sodass auch in diesem Bereich noch Entwicklungsbedarf bei den Automobilherstellern besteht. Zudem gilt es, die Aufladezeiten und Produktionskosten von Batterien zu verringern. Abschließend ist den Beteiligten der Wertschöpfungskette in der Automobilindustrie zu empfehlen, für eine langfristige und unabhängige Marktpositionierung den Zugang zu den Rohstoffen, die zur Herstellung von Batterien erforderlich sind, zu sichern und ihre Mitarbeiter frühzeitig für die Entwicklung und den Umgang mit Elektroautos zu qualifizieren.

Den Kunden schließlich ist zu empfehlen, ihre Präferenzen hinsichtlich der Reichweite der Elektroautos mit einer vollaufgeladenen Batterie, die Ladezeiten der Batterien und vorhandenes Raumangebot im Elektroauto mit dem tatsächlichen Bedarf abzugleichen und die aktuellen technischen Möglichkeiten von Elektroautos auf die individuelle Alltagstauglichkeit hin zu überprüfen.

Das durch die SWOT-Analyse gezeichnete Gesamtbild der Elektromobilität gibt einen Überblick über die Gewichtung der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken. So bietet das Gesamtprojekt „Elektroauto“ vielfältige Chancen und verfügt über zahlreiche Potenziale. Anhand der Gewichtung der vier Kategorien ist feststellbar, dass die Stärken noch nicht sehr ausgeprägt sind.

Elektroautos bieten die Chance, ganze Staaten und letztendlich damit auch die einzelnen Verbraucher von Ölimporten unabhängiger zu machen, sowie Klimaschutzziele durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien zu erreichen. Schwindende Rohölvorkommen führen langfristig zu steigenden Ölpreisen. Bei gleichzeitig relativ konstanten Strompreisen kann die individuelle Mobilität mit Elektroautos effizient und mit stabilen oder sogar sinkenden Kosten gestaltet werden. Gleichwohl steht das Elektroauto, trotz einer langen Historie, noch am Beginn seiner modernen Entwicklung und Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor werden im kommenden Jahrzehnt den Automobilmarkt weiterhin dominieren. Dies ist den zurzeit noch höheren Anschaffungskosten für Elektroautos und ihrer geringeren Reichweite aufgrund der aktuellen Batterie-

technologie geschuldet, während die Effizienz von Verbrennungsmotoren laufend erhöht wird und diese so wettbewerbsfähig bleiben.

Die Entwicklung von Elektroautos wird zu Verschiebungen entlang der Wertschöpfungskette führen. Hier müssen insbesondere deutsche Automobilhersteller und Zulieferer sicherstellen, dass sie ihre bisherige Technologieführerschaft erhalten und ausbauen können, indem sie den neuen Markt der Elektromobilität durch Forschungsinvestitionen, Kooperationen und Qualifikation ihrer Mitarbeiter erschließen und ihre Marktposition festigen.

Trotz der öffentlichen Begeisterung für die Elektromobilität und des Potenzials, welches das Elektroauto aufweist, muss auch die Nachfrageseite berücksichtigt werden. Eine Produktentwicklung vorbei an den Kundenbedürfnissen wäre eine Vergeudung bereits in erheblichem Maße aufgewendeter finanzieller Mittel. Zurzeit erfüllen Elektroautos die Erwartungen der meisten Autofahrer in Bezug auf Anschaffungskosten, Reichweite, und Raumangebot, sowie die Vorstellungen über die ökologischen Eigenschaften nicht. Hier besteht Bedarf, den Verbraucher über das Elektroauto besser zu informieren, sodass sich Kunden mit dem Produkt auseinandersetzen können. Uninformierte oder skeptische Verbraucher können die Nachfrage nach Elektroautos nicht signifikant steigern. Gleichzeitig müssen die verschiedenen staatlichen Institutionen und auch die Unternehmen, insbesondere in Deutschland, weitere finanzielle Impulse zur Förderung der Elektromobilität geben. Der präzisen und wohlüberlegten Allokation von Fördermitteln kommt während der Markteinführungsphase eine entscheidende Bedeutung zu, wenn Elektroautos eine Erfolgsstory und kein Milliardengrab für die Investitionen von staatlicher Seite und durch Unternehmen werden sollen. Nur durch das Investieren von erheblichen Fördermitteln in Forschung und Marktanreizprogramme sind die Preisunterschiede zwischen Elektroautos und herkömmlichen Fahrzeugen und die Diskrepanzen zwischen von Kunden gewünschter und zurzeit möglicher Reichweite zu überwinden.

Insgesamt sind bei der aktuellen Betrachtung von Elektroautos mehr Schwächen als Stärken zu verzeichnen. Es existieren aber auch mehr Chancen als Risiken. Hier ist den beteiligten Marktteilnehmern in Verbindung mit den aufgeführten Handlungsempfehlungen anzuraten, die Schwächen zu minimieren und die Chancen in Stärken umzuwandeln und auszubauen.

## Literaturverzeichnis

### a) Monografien und Fachbeiträge

- Abay & Meier (2001): Begleituntersuchungen Grossversuch mit Leicht-Elektromobilen (LEM) in Mendrisio – Detailbericht: Beurteilung der Fördermassnahmen, Zürich/Bern.
- Abele, R. (2010): Ein Netz von Überwachungssystemen, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 135/24 D3, S. T5.
- Acatech (2010): Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann – Status Quo – Herausforderungen – Offenen Fragen in: Acatech bezieht Position, o. Jg., Nr. 6, Heidelberg.
- ADAC (2009): ADAC-Umfrage Kaufbereitschaft Elektroauto von: ADAC Test und Technik, Technikzentrum, Landsberg am Lech.
- Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes (2009): Hybrid- und Elektroantriebe: Handbuch zur Schulung von Elektrofachkräften für Hochvolt- Systeme in Kraftfahrzeugen, Würzburg.
- Albers, H. (2010): Windenergie und Elektromobilität - zwei natürliche Partner, Köln.
- Auracher, H. (2010): E-Mobilität – Chancen für das E-Handwerk – Infrastruktur für die Versorgung von E-Fahrzeugen, o. O.
- Autohaus (2010): E-Mobilität boomt zuerst in Megastädten, in: Autohaus, o. Jg., Nr. 03, S. 61.
- Batteriegesetz (2009): Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Batterien und Akkumulatoren.
- Battlogg, E. (2009): Zukunft Elektroauto, Norderstedt.
- Berlakovich, N., Hochhauser, A. M. (2010): 10 Punkte Aktionsprogramm zur Einführung von Elektromobilität mit erneuerbaren Energien in Österreich, Wien.
- Blank, T. (2007): Elektrostraßenfahrzeuge - Elektrizitätswirtschaftliche Einbindung von Elektrostraßenfahrzeugen, in: Endbericht der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., München.
- Brasse, C. (2009): Stand der Speichertechnologie für Elektromobilität: 2. Kompetenztreffen Elektromobilität, Köln.
- Brennecke, P. (1980): Die Erzeugung von Wasserstoff aus Wasser im großen Maßstab, in: Bockris, J. O`M., Justi, E. W. (Hrsg.), Wasserstoff die Energie für alle Zeiten, München, S. 241–266.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2007): Forschung für Elektromobilität, Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010c):
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010d): Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009, Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2009): Auszug aus dem Bericht an den Haushaltsausschuss Konjunkturpaket II, Ziffer 9 Fokus "Elektromobilität", o. O.
- Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung, Berlin.

- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2008): Positionspapier zur Elektromobilität, Berlin.
- Bündnis 90/Die Grünen (2008): Nachhaltige Mobilität ist möglich. Ökologisch, sozial gerecht und ökonomisch zukunftsfähig!, Berlin.
- Burgmer, M. (2009): Hybride Fahrzeugantriebe – Übergangslösung oder Zukunft? Einteilung und Funktionsstrukturen von Hybridantrieben, Vortragstagung SSM, Sursee.
- CDU, CSU (2009): Regierungsprogramm 2009-2013, Wir haben die Kraft – Gemeinsam für unser Land, Berlin.
- CDU, CSU, FDP (2009): Wachstum. Bildung. Zusammenhalt. Der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP, Berlin.
- Collie, M. J. (1979): Electric and Hybrid Vehicles, New Jersey, USA.
- CSU (2010): Elektromobilität – Alternative Antriebstechnologien marktreif machen, Beschluss der XXXIV. Klausurtagung der CSU-Landesgruppe im Deutschen Bundestag vom 06. – 08. Januar 2010 in Wildbad Kreuth, Wildbad Kreuth.
- Department for Business, Innovation and Skills (2009): Government Response to the New Automotive Innovation & Growth Team Report, London, UK.
- Department for Transport, Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform, Department for Innovation, Universities and Skills (2008): Ultra-Low Carbon Vehicles in UK, London, UK.
- Deutscher Bundestag (2009a): Umfassende Förderstrategie für Elektromobilität mit grünem Strom entwickeln, Antrag der Abgeordneten Winfried Hermann, Hans-Josef Fell, Dr. Anton Hofreiter, Peter Hettlich, Bettina Herlitzius, Cornelia Behm, Bärbel Höhn, Ulrike Höfken, Sylvia Kottling-Uhl, Undine Kurth (Quedlinburg), Nicole Maisch und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen, Drucksache 16/11915, Berlin.
- Deutscher Bundestag (2009b): Schriftliche Fragen mit den in der Woche vom 31. August 2009 eingegangenen Antworten der Bundesregierung, Drucksache 16/13981, Berlin.
- Doctor, A., Konrad, G., Wüchner, E., Bonhoff, K., Pieper, A. (2006): Mobile Anwendungen: PEM - Brennstoffzellen – Technologie im Fahrzeug, in: Heinzl, A., Mahlendorf, F., Roes, J. (Hrsg.), Brennstoffzellen – Entwicklung, Technologie, Anwendung, 3. Auflage, Heidelberg, S. 121-139.
- Dunlap, T. (2010): Vacaville Solar-Car-Port, in: EMobile plus Solar, o. Jg., Nr. 78, S. 60.
- European Automobile Manufacturers' Association (2010): European Automobile Manufacturers Association Newsletter 03 February 2010, automobile-industry.eu, Brüssel.
- Fabeck, D., Noll, K. (2010): Internes Dokument, KfW Bankengruppe, Frankfurt am Main.
- Feth, G. G. (2010): E-Mobile als Stromspeicher, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 129/23 D3, S. T4.
- Fischedick, M. (2010): Klimapolitische Bewertung der Elektromobilität und infrastrukturelle Voraussetzungen, Köln.
- Fischer, H. (2010): Von der Batterie zur Software – Der Innovationsbeitrag des Mittelstands, während: 2. Kompetenztreffen Elektromobilität, Köln.
- Freitag, M. (2010): Kurzschluss, in: Managermagazin, 40. Jg., Nr. 3|10, S. 18.

- Friedrich, A., Petersen, R. (2009): Der Beitrag des Elektroautos zum Klimaschutz – Wunsch und Realität: Im Auftrag der Delegation DIE LINKE im Europäischen Parlament, o. O.
- German, J. M. (2005): Hybrid Gasoline-Electric Vehicle Development, Warrendale USA.
- Glöckner, T. (2010): Verbissener Wettlauf, in: Steckdose statt Zapfsäule – E-Autos nehmen Fahrt auf, o. Jg., S. 30-31.
- Großmann, J. (2008a): Eröffnung E-Mobilität Pressekonferenz, Berlin.
- Großmann, J. (2008b): Bei Wind billig tanken, in: ADAC Motorwelt, o. Jg., Nr. 4, S. 52.
- Grünewald, B. (2010): Mobilitätsszenarien der Zukunft – Entwicklungsschritte und Anforderungen an Elektromobilität, Berlin.
- Günther, F. (1968): Elektrische Antriebe von Raumfahrzeugen, Karlsruhe.
- Gusbeth, S. (2010): Chemieindustrie – Positives Spannungsverhältnis, in: Euro am Sonntag, o. Jg., Nr. 3, S. 38-41.
- Hanke, W., Rother, F., Stölzel, T. (2010): Stromlinie, in: WirtschaftsWoche, o. Jg., Nr. 10, S. 8.
- Haschek, B. (2010): E-Volution, in: Auto Motor Sport, o. Jg., Nr. 8, S. 136-138.
- Helmers, E. (2009): Bitte wenden Sie jetzt: Das Auto der Zukunft, Weinheim.
- Hess, W. (2010): „In 2 Stunden brauche ich Dich“, in: bild der Wissenschaft, o. Jg., Nr. 2, S. 100-102.
- Hofer, K. (2006): Elektrotraktion: Elektrische Antriebe in Fahrzeugen, Berlin.
- Höpfner, U., Merten, F. (2007): Elektromobilität und erneuerbaren Energien, Arbeitspapier Nr.5-2007, des Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Heidelberg, Wuppertal.
- International Energy Agency (1993): Electric Vehicles: Technology, Performance and Potential, Paris.
- Jossen, A. (2010): Höhere Energiedichten – Der Lithium-Schwefel-Akku kommt in zehn Jahren mit einer vierfach höheren spezifischen Energie, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 147/26 D3, S. T2.
- Kahlenberg, W. (2010): Internes Dokument, Westfälische Provinzial Versicherung Aktiengesellschaft, Münster.
- KfW Bankengruppe (2010a): Merkblatt ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm, Programmnummern 237, 247, 238, 248, Stand 02/2010, Frankfurt am Main.
- KfW Bankengruppe (2010b): Konditionenübersicht für Endkreditnehmer, In den Förderprogrammen der KfW Bankengruppe (Stand 01.04.2010), Frankfurt am Main.
- Kleffel, A. (2009): Kraftwagen - Vision und Realität des E-Mobils, in: Solarmobil, Ausgabe 73, Weilersbach, S. 39-40.
- Klima: aktiv mobil (2010): Elektromobilität mit erneuerbaren Energien – Klimafreundlich elektrisch unterwegs – Leitfaden für betriebliche und kommunale Fuhrparkbetreiber, Linz.
- Klinkenberg, P. (2010): Mit 400 Volt zum TÜV: Noch keine Normen für E-Autos, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 124/22 D3, S. T5.
- Klobasa, M., Ragwitz, M. (2005): Gutachten zur CO<sub>2</sub>-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien, Karlsruhe.
- Kloss, A. (1996): Elektrofahrzeuge – vom Windwagen zum Elektromobil, Berlin.

- Knie, A., Otto, B., Harms, S., Truffer, B. (1999): Die Neuerfindung urbaner Automobilität, Berlin.
- Kolling, J. (2010): Zukunft der Elektromobilität, BMW Group. Fachtagung: Elektromobilität – eine Perspektive für das Handwerk, München.
- KompetenzCentrum für Statistik und Empirie der FOM (2010): Ergebnisbericht – FOM Umfrage Elektromobilität, KCS KompetenzCentrum für Statistik und Empirie der FOM Hochschule für Oekonomie & Management, Essen.
- Kreft, W., Märtens, H., Almkermann, J. A. (2003): Brennstoffzellentechnologie im Fahrzeug – Antrieb für Innovationen, in: VDI Berichte 1808 (Hrsg.), Kraftstoffe und Antriebe der Zukunft, Düsseldorf, S. 379-389.
- Kröher, M. O. R. (2010): Clever & Smart – Das Stromnetz der Zukunft muss Elektrizität speichern können. Eine technische Revolution, in: Managermagazin, 40. Jg., Nr. 8|10, S. 100-101.
- Küffner, G. (2010a): Lithium wird nicht nur für die Produktion von Akkumulatoren benötigt – Ausreichende Mengen des Leichtmetalls stehen zur Verfügung, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 147/26 D3, S. T1.
- Küffner, G. (2010b): Das Problem mit den Energiespeichern: Auf der Suche nach dem Akku der Superlative, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 147/26 D3, S. T1-T2.
- Kuhn, F. (2009): Einführung in das Thema, in: Bündnis 90/Die Grünen (Hrsg.), Führt das Auto der Zukunft elektrisch? Dokumentation der Konferenz vom 28. April 2008, Berlin, S. 5-7.
- Lahl, U. (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität – Zentrale Handlungsfelder der Bundesregierung, o. O.
- Lang, T. (2007): Hybrid: Zukunft, die heute schon fährt, Königswinter.
- Ledjeff-Hey, K., Mahlendorf, F., Roes, J. (2001): Brennstoffzellen – Entwicklung, Technologie, Anwendung, 2. Auflage, Heidelberg.
- Ludwig, T., Stratmann, K. (2010): Alarmstufe Rot bei Zink und Nickel, in: Handelsblatt, o. Jg., Nr. 85, S. 12.
- Markel, T., Simson, A. (2006): Plug-in Hybrid Electric Vehicle Energy Storage System Design, Conference Paper, Baltimore, Maryland.
- Matz, M., Elsässer, A. (2009): Alternative Antriebe im Kraftfahrzeug, Aachen.
- Mayer, H. W. (2010): Das Rundum-Sorglos-Paket – Eurotax-Schwacke: Restwertrisiko bremst Elektroautos, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 177/31 D3, S. T4.
- McKinsey & Company (2009): Elektroautos sparen Milliardeninvestitionen in herkömmliche Verbrennungsmotoren, Pressemitteilung vom 01. September, Düsseldorf.
- Meyer, P. (2010): Ohne Kunden kein Geschäft, Köln.
- Ministry of Economy, Trade and Industry (2008): Cool Earth-Innovative Energy Technology Program, Tokyo.
- Morawietz, E (2010): Rettungskräfte haben ein Problem mit den Strom-Autos, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 147/26 D3, S. T4.
- Motor-Informationen-Dienst (2010a): Nissan erhält in USA hohe Fördersumme für Elektroauto-Produktion, in: Motor-Informationen-Dienst vom 30.01.2010, o. Jg., o. Nr.

- Motor-Informations-Dienst (2010b): Verkehrsminister erwägt Wechselkennzeichen, in: Motor-Informations-Dienst vom 02.02.2010, o. Jg., o. Nr.
- Naunin, D. (1994): Elektrische Straßenfahrzeuge - Technik, Entwicklungsstand und Einsatzgebiete, 2. Auflage, Renningen – Malmsheim.
- Naunin, D. (2004): Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellenelektrofahrzeuge, 3. Auflage, Renningen.
- Nickel, M. (2009): Sitzung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen am 17. Dezember, Hamburg.
- Niesing, B. (2009a): Strom aus der Konserve, in: Fraunhofer Magazin, o. Jg., Nr. 1.2009, S. 8-12.
- Niesing, B. (2009b): Mit dem Strom fahren, in: weiter.vorn, o. Jg., Nr. 4.09, S. 8-13.
- Opitz, O. (2010): Deutsche Elektro-Mobilmachung, in: Focus, o. Jg., Nr. 18/2010, S. 58-59.
- Ostmann, B. (2010): Die Stromproduktion muss sauberer werden, in: Auto Motor Sport, o. Jg., Nr. 7, S. 144-145.
- Palm, B. (2010): Elektroauto – Was ist das eigentlich?, in: Motor-Informations-Dienst vom 15.02.2010, o. Jg., o. Nr.
- Paluska, J. (2009): Das Projekt Better Place, in: Bündnis 90/Die Grünen (Hrsg.), Führt das Auto der Zukunft elektrisch? Dokumentation der Konferenz vom 28. April 2008, Berlin, S. 8-11.
- Pätzold, J. (2009): Elektromobilität – Bericht des Arbeitskreises „Verkehrsträgerübergreifende und EU-Angelegenheiten“ der GKVSt für die Verkehrsministerkonferenz am 19./20. November, o. O.
- Pautzke, F. (2010): Batterie- und Fahrzeugtechnik, Megatrend Elektromobilität. Mit „Spannung“ in die Zukunft – Politik, Wissenschaft und Industrie diskutieren Perspektiven. Deutsche Bank AG Köln, Köln.
- Peters, W. (2010): Der schwere Weg zur E-Mobilität, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 118/21 D3, S. T5.
- Peters, W., Schmidt, B. (2010): Die Zukunft kommt auf leisen Sohlen und Pfeilschnell, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 124/22 D3, S. T5.
- PriceWaterhouseCoopers (2009): Zukunft in Bewegung, Hannover.
- Puls, T. (2006): Alternative Antriebe und Kraftstoffe, Köln.
- Quaschnig, V. (2008): Erneuerbare Energien und Klimaschutz, München.
- Raggam, A., Faißner, K. (2008): Zukunft ohne Öl: Lösungen für Verkehr, Wärme und Strom, Graz.
- Reichert, C. (2009): Die RWE-Autostrom Roadshow – Impressionen, Essen.
- Reichert, F. (2009): Next Generation Energy – Erfolgversprechende Geschäftsmodelle, Bensberg.
- Rudschies, W, Kroher, T. (2009): Zukunft des Automobils: Krieg der Welten, in: ADAC Motorwelt Dezember, München 2009, S. 25-34.
- Rudschies, W. (2010a): Operation Strom, in: ADAC Motorwelt Februar, München 2010, S. 46-48.
- Rudschies, W. (2010b): Der Anfang ist gemacht, in: ADAC Motorwelt Januar, München, S. 99-100.

- Ruhkamp, C., Roßbach, H. (2010): Merkel fordert Partnerschaft für Elektroautos, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 102/18 D3, S. 10.
- Ruschmeyer, T. (2010): VDC-Treffen zu E-Mobilität 17.02.2009 im VDC-Büro Berlin, in: Solarmobil, o. Jg., Nr. 73, S. 37-38.
- Ruschmeyer, T., Werckmeister, G. (2008): Wie entstand die „Berliner Erklärung“ des bsm, in: Solarmobil, o. Jg., Nr. 70, S. 2.
- Schmidt, B. (2010): Ja, was kosten die denn?, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, o. Jg., Nr. 113/20 D3, S. T4.
- Schmidt, E. (2009): Mobil mit Strom, in: Autofachmann, o. Jg., Nr. 5, S. 8-11.
- Schmidt, M. (2002): Regenerative Energien in der Praxis, Berlin.
- Schulze, T. (2009): Elektromobilität - Rettungsanker für den Individualverkehr oder Imagepflege für Energie- und Automobilindustrie?, Berlin.
- Seltmann, T. (2005): Fotovoltaik: Strom ohne Ende – Netzgekoppelte Solarstromanlagen optimal bauen und nutzen, 2. Auflage, Berlin.
- Sloman, J. (2000): Mikroökonomie, 3. Auflage, München.
- Sporckmann, B. (1999): Die Infrastruktur für das Elektroauto, in: Dienel, H.-L., Flämig, D., Hanitsch, R., Sanne, A. (Hg.), Erdgas- und Elektrofahrzeuge in Berlin, Berlin, S. 112-122.
- Stan, C. (2008): Alternative Antriebe für Automobile – Hybridsysteme, Brennstoffzellen, alternative Energieträger, 2. Auflage, Berlin.
- Technomar (2010): Wie gut sind Autohandel und Werkstätten auf E-Mobilität vorbereitet? Umfrage unter Autohäusern und Werkstätten in Deutschland zur AMIO 2010, München.
- Vahs, D., Schäfer-Kunz, J. (2005): Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Stuttgart.
- Valentine-Urbschat, M., Bernhart, W. (2009): Powertrain 2020 - The Future Drives Electric, München
- Verband der Automobilindustrie (2004): Materialien zur Automobilindustrie, Ausgabe 32, Future Automotive Industry Structure, FAST 2015 – die neue Arbeitsteilung in der Automobilindustrie, Frankfurt am Main
- Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (2010): VDE Studie Elektrofahrzeuge Bedeutung, Stand der Technik, Handlungsbedarf, Frankfurt am Main.
- Vieweg, C. (2010): E Autos – So fahren wir in die Zukunft, Bielefeld.
- Wallentowitz, H., Bady, R. (1998): Chancen durch das Elektroauto, in: VDI Berichte 1378 (Hrsg.), Batterie-, Brennstoffzellen- und Hybridfahrzeuge, Düsseldorf, S. 41-54,
- Wallentowitz, H., Biermann, J. W., Bady, R., Renner, C. (1999): Strukturvarianten von Hybridantrieben, in: VDI Berichte 1459 (Hrsg.), Hybridantriebe, Düsseldorf, S. 49-71.
- Wallentowitz, H., Freialdenhoven, A., Olschewski, I. (2009): Strategien in der Automobilindustrie, Technologietrends und Marktentwicklungen, Wiesbaden.
- Wallentowitz, H., Freialdenhoven, A., Olschewski, I. (2010): Strategien zur Elektrifizierung des Antriebstranges, Wiesbaden.

- Wältermann, P. (2000): Der serielle Hybridantrieb – Vom rechnergestützten Entwurf bis zur Hardware-in-the-Loop-Realisierung, in: Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12, Nr. 447, Düsseldorf.
- Warlimont, G. (2010): Tanz um das E-Auto, in: Financial Times Deutschland, o. Jg., Nr. C50937 84/18, S. 25.
- Werckmeister, G. (2009): Umschaltprämie: 32 Milliarden für Elektrofahrzeuge, in: Solarmobil, o. Jg., Nr. 73, S. 5.
- Wirtschaftsministerium Baden – Württemberg, Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH, Fraunhofer – Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IOA) (2010): Strukturstudie BW<sup>e</sup> mobil, Baden - Württemberg auf dem Weg in die Elektromobilität, Stuttgart.
- Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (2010): ZVEI-Jahresbericht 2009/2010, Frankfurt am Main.

b) Internetquellen

ADAC (2010): Auto, Motorrad & Oldtimer, URL:

[http://www1.adac.de/Auto\\_Motorrad/tanken/zahlen\\_fakten/entwicklung\\_der\\_zahl\\_der\\_tankstellen\\_und\\_markenverteilung/default.asp?quer=auto\\_motorrad](http://www1.adac.de/Auto_Motorrad/tanken/zahlen_fakten/entwicklung_der_zahl_der_tankstellen_und_markenverteilung/default.asp?quer=auto_motorrad) [Stand: 04.08.2010].

all-electronics.de (2009): Aktuell, URL: <http://www.all-electronics.de/news/33659> [Stand: 10.07.2010].

APCOA (2010): Parken bei APCOA, URL: <http://www.apcoa.de/de/parking/e-fahrzeuge-laden.html> [Stand: 11.07.2010].

Audi (2010): Erlebniswelt, URL:

[http://www.audi.de/de/brand/de/erlebniswelt/design\\_\\_\\_technologie/audi\\_e-tron/detroit\\_showcar\\_audi.html#source=http://www.audi.de/de/brand/de/erlebniswelt/design\\_\\_\\_technologie/audi\\_e-tron/detroit\\_showcar\\_audi.tab\\_0005.html&container=tabAjax](http://www.audi.de/de/brand/de/erlebniswelt/design___technologie/audi_e-tron/detroit_showcar_audi.html#source=http://www.audi.de/de/brand/de/erlebniswelt/design___technologie/audi_e-tron/detroit_showcar_audi.tab_0005.html&container=tabAjax) [Stand: 11.07.2010].

Auto Motor Sport (2010): Eco Drive, URL:

<http://www.auto-motor-und-sport.de/eco/byd-auf-der-detroit-motor-show-2009-939146.html> [Stand: 11.07.2010].

Autoflotte online (2010): Nachrichten, URL:

<http://www.n2day.com/do/detail/artikel/12200110?URL=http%3A//www.autoflotte.de/bayern-will-steuerfreiheit-fuer-elektroautos-927488.html&LIST> [Stand: 01.07.2010].

Baumann, U. (2009): Opel Ampera – Der Chevrolet Volt im Opelkleid, in: auto motor und sport, o. Jg. o. S., URL:

<http://www.auto-motor-und-sport.de/eco/opel-ampera-der-volt-im-opel-kleid-952916.html> [Stand: 10.07.2010].

Better Place (2010): the solution, URL: <http://www.betterplace.com/the-solution-switch-stations> [Stand: 11.07.2010].

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2009): Wirtschaftsförderung, URL:

<http://www.bafa.de/bafa/de/wirtschaftsfoerderung/umweltpraemie/dokumente/index.html> [Stand: 04.08.2010].

Bundesministerium der Finanzen (2009): Wirtschaft und Verwaltung, URL:

[http://www.bundesfinanzministerium.de/nn\\_82808/DE/BMF\\_\\_\\_Startseite/Aktuelles/Monatsbericht\\_des\\_BMF/2009/07/analysen-und-berichte/b02-steuereinnahmen-bund-laender/steuereinnahmen-bund-laender.html#Ausgangslage](http://www.bundesfinanzministerium.de/nn_82808/DE/BMF___Startseite/Aktuelles/Monatsbericht_des_BMF/2009/07/analysen-und-berichte/b02-steuereinnahmen-bund-laender/steuereinnahmen-bund-laender.html#Ausgangslage) [Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010): Forschung, URL:

<http://www.bmbf.de/de/11828.php> [Stand 10.07.2010].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002): Klima Energie, URL:

[http://www.bmu.de/klimaschutz/internationale\\_klimapolitik/kyoto\\_protokoll/doc/5802.php](http://www.bmu.de/klimaschutz/internationale_klimapolitik/kyoto_protokoll/doc/5802.php) [Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010a): Energiemix, URL: <http://www.bmu.de/energieeffizienz/doc/43006.php>, [Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010b): Klima Energie, URL:

[http://www.bmu.de/klimaschutz/internationale\\_klimapolitik/kyoto\\_protokoll/doc/20226.php](http://www.bmu.de/klimaschutz/internationale_klimapolitik/kyoto_protokoll/doc/20226.php) [Stand: 10.07.2010].

Presse, URL:

[http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle\\_pressemitteilungen/pm/45222.php](http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/45222.php)  
[Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010e): Presse, URL:

[http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle\\_pressemitteilungen/pm/45583.php](http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/45583.php)  
[Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010f): Erneuerbare Energien, URL: <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/44741/>  
[Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010g): Klima Energie, URL: [http://www.bmu.de/dossier\\_Fotovoltaik/doc/45709.php](http://www.bmu.de/dossier_Fotovoltaik/doc/45709.php)  
[Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010): Verkehr, URL: <http://www.bmvbs.de/Verkehr-,1405.1092406/Modellregionen-Elektromobilita.htm>  
[Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010a): Energie, URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/energie,did=329290.html> [Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010b): Energie, URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken,did=180914.html>  
[Stand: 10.07.2010].

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010c): Energie, URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken,did=180928.html>  
[Stand: 10.07.2010].

Bundesregierung (2007): Die Automobilindustrie: eine Schlüsselindustrie unseres Landes, in: e.conomy, das wirtschafts-magazin, Nr. 051, 10/2007, URL: <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Magazine/emags/economy/051/sp-2-die-automobilindustrie-eine-schluesselindustrie-unseres-landes.html>  
[Stand: 10.07.2010].

Chevrolet (2010): Experience Chevy, URL: <http://www.chevrolet.com/pages/open/default/fuel/electric.do?article=2>  
[Stand: 11.07.2010].

Department for Business, Innovation and Skills (2010): Automotive, URL: <http://www.berr.gov.uk/Policies/business-sectors/automotive/new-automotive-innovation-and-growth-team> [Stand: 10.07.2010].

DiePresse.com (2009): Leben, URL: <http://diepresse.com/home/leben/motor/457483/index.do> [Stand: 10.07.2010].

Die Rheinpfalz (2010): Nachrichten, URL: [http://www.rheinpfalz.de/cgi-bin/cms2/cms.pl?cmd=showMsg&tpl=rhpMsg\\_thickbox.html&path=/rhp/ratg/moto&id=6502548](http://www.rheinpfalz.de/cgi-bin/cms2/cms.pl?cmd=showMsg&tpl=rhpMsg_thickbox.html&path=/rhp/ratg/moto&id=6502548) [Stand: 04.08.2010].

Elektroauto-Hybridauto.de (2010): Elektroautos, URL: <http://www.elektroauto-hybridauto.de/elektroauto/vorteile-nachteile-beim-elektroauto-die-vorteile-und-nachteile-beim-elektromotor-und-dem-akku/> [Stand: 10.07.2010].

Elektroautos.co.at (2010): Vor- und Nachteile von Elektroautos, URL: <http://www.elektroautos.co.at/vorteile-nachteile-elektroautos-81>  
[Stand: 10.07.2010].

- Elektro-autos.info (2010): Kosten/Reichweite, URL:  
<http://www.elektro-autos.info/hybridfahrzeug-kosten.html>  
[Stand: 10.07.2010].
- EnergieAgentur.NRW (2010): Info & Service, URL:  
<http://www.energieagentur.nrw.de/infografik/grafik.asp?TopCatID=3106&CatID=3106&RubrikID=3153> [Stand: 10.07.2010].
- Fasse, M., Delhaes, D., Alich, H. (2009): Deutsche Autobauer rufen Staat um Hilfe, in: Handelsblatt, o. Jg., o. S. URL:  
<http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/elektroauto-deutsche-autobauer-rufen-staat-um-hilfe;2490520>  
[Stand: 06.08.2010].
- Focus (2010): Auto, URL:  
[http://www.focus.de/auto/neuheiten/elektro-mini-geht-wie-der-blitz\\_aid\\_341582.html](http://www.focus.de/auto/neuheiten/elektro-mini-geht-wie-der-blitz_aid_341582.html)  
[Stand: 11.07.2010].
- Fraunhofer Gesellschaft (2010): Über Fraunhofer, URL:  
<http://www.fraunhofer.de/ueber-fraunhofer/> [Stand: 10.07.2010].
- Grau, A. (2009): Pendler: Die Mehrheit nimmt weiter das Auto, in: STATmagazin 2009, o. Jg., o. S., URL:  
[http://www.destatis.de/jetspeed/portal/\\_ns:YWI3bXMtY29udGVudDo6Q29udGVudFBvcnRsZXQ6OjF8ZDF8ZWNoYW5nZVdpbmRvd1N0YXRIPTE9dHJ1ZQ\\_/cms/Si-tes/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/STATmagazin/Arbeitsmarkt/2009\\_\\_10/2009\\_\\_10Pendler,templateId=renderPrint.psm1](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/_ns:YWI3bXMtY29udGVudDo6Q29udGVudFBvcnRsZXQ6OjF8ZDF8ZWNoYW5nZVdpbmRvd1N0YXRIPTE9dHJ1ZQ_/cms/Si-tes/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/STATmagazin/Arbeitsmarkt/2009__10/2009__10Pendler,templateId=renderPrint.psm1) [Stand: 27.07.2010].
- Grünweg, T. (2010): Mercedes AMG SLS E-Cell - Das neue Wrrrommm, in: Spiegel Online, o. Jg., 2009, URL:  
<http://www.spiegel.de/auto/fahrberichte/0,1518,702775,00.html>  
[Stand: 02.08.2010].
- ING-DiBa (2010): Kredite, URL:  
<https://www.ing-diba.de/cgi-bin/newforms3/ratenkredit/form1.cgi> [Stand: 01.07.2010].
- KfW Privatkundenbank – KfW Kommunalbank (2010a): Bauen, Wohnen, Energie sparen, URL: [http://www.kfw-foerde-bank.de/DE\\_Home/BauenWohnen/Privatpersonen/152\\_Energieeffizient\\_Sanieren\\_-\\_Kredit\\_Einzelmassnahmen/Konditionen.jsp](http://www.kfw-foerde-bank.de/DE_Home/BauenWohnen/Privatpersonen/152_Energieeffizient_Sanieren_-_Kredit_Einzelmassnahmen/Konditionen.jsp) [Stand: 01.07.2010].
- KfW Privatkundenbank – KfW Kommunalbank (2010b): Bauen, Wohnen, Energie sparen, URL:  
<https://www.kfwformularsammlung.de/TilgungsrechnerINET/xhtml/tilgungsplanEnergieeffizientSanieren.do> [Stand: 01.07.2010].
- Köln (2010): Home, URL:  
[http://www.koeln.de/koeln/in\\_koeln\\_fahren\\_jetzt\\_elektroautos\\_281101.html](http://www.koeln.de/koeln/in_koeln_fahren_jetzt_elektroautos_281101.html)  
[Stand: 10.07.2010].
- Kraftfahrt-Bundesamt (2010a): Statistik, URL:  
[http://www.kba.de/cln\\_005/nn\\_269000/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/EmissionenKraftstoffe/b\\_\\_emi\\_\\_z\\_\\_teil\\_\\_1.html](http://www.kba.de/cln_005/nn_269000/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/EmissionenKraftstoffe/b__emi__z__teil__1.html) [Stand: 11.07.2010].
- Kraftfahrt-Bundesamt (2010b): Statistik, URL:  
[http://www.kba.de/cln\\_005/nn\\_125264/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/n\\_euzulassungen\\_\\_node.html?\\_\\_nnn=true#rechts](http://www.kba.de/cln_005/nn_125264/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/n_euzulassungen__node.html?__nnn=true#rechts) [Stand: 10.07.2010].

- Krafftahrt-Bundesamt (2010c): Statistik, URL:  
[http://www.kba.de/cln\\_005/nn\\_125264/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand\\_node.html?\\_\\_nnn=true](http://www.kba.de/cln_005/nn_125264/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand_node.html?__nnn=true) [Stand: 10.07.2010].
- Lahl, U. (2008): Die Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen, Herrsching 2008, URL: <http://www.bmu.de/verkehr/downloads/doc/41482.php> [Stand: 12.07.2010].
- Mennekes (2010): Service, URL:  
<http://www.mennekes.de/web/screen?ID=mennekes%2Ffive-browse-fresh%2F%5Blncontent%2C%5Bcontent%2Fpres.cnt.page-seqentry%2FmenP5ee6b022%3A124cf88e0b0%3A-3eb%2F0%2F%2Ccontent%2Fexp.def-live%2Fde%2F%5C%5D%5D>, [Stand: 11.07.2010].
- Mitsubishi (2010a): Modelle, URL: <http://www.mitsubishi-motors.de/modelle/neuheiten/imiev/2> [Stand: 11.07.2010].
- Mitsubishi (2010b): Modelle, URL: <http://www.mitsubishi-motors.de/modelle/neuheiten/imiev/3> [Stand: 11.07.2010].
- National Aeronautics and Space Administration (2010): Lunar Roving Vehicle, URL: [http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo\\_lrv.html](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo_lrv.html) [Stand: 11.07.2010].
- Opel (2010a): Vorteile, URL: <http://www.opel-ampera.com/deutsch/#/technology> [Stand: 11.07.2010].
- Opel (2010b): Fahrzeuge, URL:  
<http://www.opel.de/shop/cars/astra-ng/product/specs/content.act> [Stand: 10.07.2010].
- Opel (2010c): Fahrzeuge, URL: <http://www.opel.de/shop/cars/astra-ng/product/price/content.act> [Stand: 10.07.2010].
- Opel (2010d): Fahrzeuge, URL:  
<http://www.opel.de/shop/cars/zafiranew/product/price/content.act> [Stand: 10.07.2010].
- Opel (2010e): Vorteile, URL:  
<http://www.opel-ampera.com/deutsch/#/benefits> [Stand: 10.07.2010].
- Pitzke, M. (2009): Obama will USA zur Öko-Supermacht machen, in: Spiegel Online, o. Jg., 2009, URL: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,632300,00.html> [Stand: 11.06.2010].
- Porsche (2010): Das Unternehmen, URL:  
<http://www.porsche.com/germany/aboutporsche/porschemuseum/theexhibition/specialexhibition/> [Stand: 12.07.2010].
- Renault (2010a): Das Elektrofahrzeug, URL: <http://www.renault-ze.com/de/#/de/startseite.html> [Stand: 11.07.2010].
- Renault (2010b): Renault Modellpalette, URL:  
<http://www.renault.de/renault-modellpalette/renault-pkw/cliophase2/preise-und-technische-daten/> [Stand: 10.07.2010].
- Renault (2010c): Renault Modellpalette, URL: <http://www.renault-ze.com/de/#/de/home/zoe.html> [Stand: 10.07.2010].
- RWE (2010a): Ihr e-Paket, URL:  
<http://www.rwe-mobility.com/web/cms/de/331822/rwemobility/ihr-e-paket/e-paket/> [Stand: 04.08.2010].

- RWE (2010b): E-Mobility, RWE Ladesäule, URL:  
<http://www.rwe-mobility.com/web/cms/de/331904/rwemobility/produkte/rwe-ladesaeule/> [Stand: 04.08.2010].
- RWTH Aachen (2010): Einrichtungen, URL: <http://www.rwth-aachen.de/go/id/bayg/> [Stand: 11.07.2010].
- Schreiber, N. (2010): Alltagstest unter Strom beginnt, in: ksta.de 2010, o. Jg., o. Nr., URL: <http://www.ksta.de/html/artikel/1264185876269.shtml> [Stand: 10.07.2010].
- SolarOne Deutschland AG (2010): Fotovoltaiktools, URL:  
[http://www.solarone.de/Fotovoltaik\\_lexikon/Fotovoltaik\\_kilowattpeak\\_kwpeak\\_kilowatt\\_peak.html](http://www.solarone.de/Fotovoltaik_lexikon/Fotovoltaik_kilowattpeak_kwpeak_kilowatt_peak.html) [Stand: 04.07.2010].
- Solarworld (2010): Produkte, URL: <http://www.solarworld.de/SunCarport.4039.0.html> [Stand: 11.07.2010].
- Spiegel Online (2010): Wirtschaft, URL:  
<http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/0,1518,647787,00.html> [Stand: 10.07.2010].
- Stadtwerke Solingen (2010a): Über uns, URL:  
<http://www.sobus.net/index.php?seite=4|0> [Stand: 12.07.2010].
- Stadtwerke Solingen (2010b): Über uns, URL:  
<http://www.sobus.net/index.php?seite=4|2> [Stand: 12.07.2010].
- Statistisches Bundesamt Deutschland (2008):  
Presse, URL:  
[http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/01/PD08\\_\\_001\\_\\_13321,templateId=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/01/PD08__001__13321,templateId=renderPrint.psml) [Stand: 10.07.2010].
- Statistisches Bundesamt Deutschland (2010):  
Presse, URL:  
[http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2010/01/PD10\\_\\_028\\_\\_12411,templateId=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2010/01/PD10__028__12411,templateId=renderPrint.psml) [Stand: 10.07.2010].
- Tagesschau (2006): Nachrichten, URL:  
<http://www.tagesschau.de/meldung110550.html> [Stand: 10.07.2010].
- Tagesschau (2007): Wirtschaft, URL:  
<http://www.tagesschau.de/wirtschaft/meldung146894.html> [Stand: 10.07.2010].
- Technology Strategy Board (2010): About us, URL:  
<http://www.innovateuk.org/aboutus.ashx> [Stand: 10.07.2010].
- Teslamotors (2010): Own, URL: [https://www.teslamotors.com/own\\_](https://www.teslamotors.com/own_) [Stand: 11.07.2010].
- Toyota (2010a): Innovation, URL:  
[http://www.toyota.de/innovation/hsd/details\\_2009\\_09.aspx](http://www.toyota.de/innovation/hsd/details_2009_09.aspx) [Stand: 11.07.2010].
- Toyota (2010b): Modelle, URL: [http://www.toyota.de/cars/new\\_cars/prius/pricelist.aspx](http://www.toyota.de/cars/new_cars/prius/pricelist.aspx) [Stand: 10.07.2010].
- Toyota (2010c): Modelle, URL:  
[http://www.toyota.de/cars/new\\_cars/verso/pricelist.aspx](http://www.toyota.de/cars/new_cars/verso/pricelist.aspx) [Stand: 10.07.2010].
- Trechow, P. (2010): E-Mobilität in NRW auf dem Prüfstand, in: vdi nachrichten.com, o. Jg., o. S., URL: [http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle\\_ausgabe/akt\\_ausg\\_detail.asp?cat=1&id=45735&source=paging&cp=2&doPrint=1](http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle_ausgabe/akt_ausg_detail.asp?cat=1&id=45735&source=paging&cp=2&doPrint=1) [Stand: 12.07.2010].

Unbehend, O., Stocker, H. (2009): Weg vom Öl - Flächendeckendes Elektrotankstellennetz in Israel geplant, in: ZDF Abenteuer Wissen, URL: <http://abenteuerwissen.zdf.de/ZDFde/inhalt/7/0,1872,7509415,00.html> [Stand: 10.07.2010].

Vahle (2010): Anwendungen, URL: <http://www.vahle.de/cps-/cps-funktionsprinzip.html> [Stand: 16.06.2010].

Verband der Automobilindustrie (2010): Zahlen und Fakten, URL: <http://www.vda.de/de/zahlen/jahreszahlen/allgemeines/> [Stand: 10.07.2010].

Verheugen, G (2010): Wirtschaft, URL: <http://www.tagesschau.de/wirtschaft/ladegeraete100.html> [Stand: 11.07.2010].

## Die Publikationsreihe

Schriftenreihe Logistikforschung / Research Paper Logistics

---

In der Schriftenreihe Logistikforschung des Institutes für Logistik- & Dienstleistungsmanagement (ild) der FOM werden fortlaufend aktuelle Fragestellungen rund um die Entwicklung der Logistikbranche aufgegriffen. Sowohl aus der Perspektive der Logistikdienstleister als auch der verladenden Wirtschaft aus Industrie und Handel werden innovative Konzepte und praxisbezogene Instrumente des Logistikmanagement vorgestellt. Damit kann ein öffentlicher Austausch von Erfahrungswerten und Benchmarks in der Logistik erfolgen, was insbesondere den KMU der Branche zu Gute kommt.

The series research paper logistics within Institute for Logistics and Service Management of FOM University of Applied Sciences addresses management topics within the logistics industry. The research perspectives include logistics service providers as well as industry and commerce concerned with logistics research questions. The research documents support an open discussion about logistics concepts and benchmarks.

---

Band 1, 11/2007	Klumpp, M./Bovie, F.: Personalmanagement in der Logistikwirtschaft
Band 2, 12/2007	Jasper, A./Klumpp, M.: Handelslogistik und E-Commerce [vergriffen]
Band 3, 01/2008	Klumpp, M. (Hrsg.): Logistikanforderungen globaler Wertschöpfungsketten [vergriffen]
Band 4, 03/2008	Matheus, D./Klumpp, M.: Radio Frequency Identification (RFID) in der Logistik
Band 5, 11/2009	Bioly, S./Klumpp, M.: RFID und Dokumentenlogistik
Band 6, 12/2009	Klumpp, M.: Logistiktrends und Logistikausbildung 2020
Band 7, 12/2009	Klumpp, M./Koppers, C.: Integrated Business Development
Band 8, 04/2010	Gusik, V./Westphal, C.: GPS in Beschaffungs- und Handelslogistik
Band 9, 04/2010	Koppers, L./Klumpp, M.: Kooperationskonzepte in der Logistik

- Band 10, 05/2010 Koppers, L.: Preisdifferenzierung im Supply Chain Management
- Band 11, 06/2010 Klumpp, M.: Logistiktrends 2010
- Band 12, 10/2010 Keuschen, T./Klumpp, M.: Logistikstudienangebote und Logistiktrends
- Band 13, 10/2010 Bioly, S./Klumpp, M.: Modulare Qualifizierungskonzeption RFID in der Logistik
- Band 14, 12/2010 Klumpp, M.: Qualitätsmanagement der Hochschullehre Logistik
- Band 15, 03/2011 Klumpp, M./Krol, B.: Das Untersuchungskonzept Berufswertigkeit in der Logistikbranche
- Band 16, 04/2011 Keuschen, T./Klumpp, M.: Green Logistics Qualifikation in der Logistikpraxis
- Band 17, 05/2011 Kandel, C./Klumpp, M.: E-Learning in der Logistik
- Band 18, 06/2011 Abidi, H./Zinnert, S./Klumpp, M.: Humanitäre Logistik – Status quo und wissenschaftliche Systematisierung
-



Die 1993 von Verbänden der Wirtschaft gegründete staatlich anerkannte gemeinnützige FOM Hochschule für Oekonomie & Management verfügt über 22 Hochschulstudienzentren in Deutschland und ein weiteres in Luxemburg.

Als praxisorientierte Hochschule fördert die FOM den Wissenstransfer zwischen Hochschule und Unternehmen. Dabei sind alle wirtschaftswissenschaftlichen Studiengänge der FOM auf die Bedürfnisse von Berufstätigen zugeschnitten. Die hohe Akzeptanz der FOM zeigt sich nicht nur in der engen Zusammenarbeit mit staatlichen Hochschulen, sondern auch in zahlreichen Kooperationen mit regionalen mittelständischen Betrieben sowie mit internationalen Großkonzernen. FOM-Absolventen verfügen über solide Fachkompetenzen wie auch über herausragende soziale Kompetenzen und sind deshalb von der Wirtschaft sehr begehrt.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.fom.de](http://www.fom.de)



Das Ziel des ild Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement ist der konstruktive Austausch zwischen anwendungsorientierter Forschung und Betriebspraxis. Die Wissenschaftler des Instituts untersuchen nachhaltige und innovative Logistik- und Dienstleistungskonzepte unterschiedlicher Bereiche, initiieren fachbezogene Managementdiskurse und sorgen zudem für einen anwendungs- und wirtschaftsorientierten Transfer ihrer Forschungsergebnisse in die Unternehmen. So werden die wesentlichen Erkenntnisse der verschiedenen Projekte und Forschungen unter anderem in dieser Schriftenreihe Logistikforschung herausgegeben. Darüber hinaus erfolgen weitergehende Veröffentlichungen bei nationalen und internationalen Fachkonferenzen sowie in Fachpublikationen.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.fom-ild.de](http://www.fom-ild.de)

**ISSN 1866-0304**