



***Analyse der Strategien zur
Markteinführung von
Elektrofahrzeugen in China und
Deutschland***

**Studie im Auftrag des Zentrum für
Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
(ZSW)**



**Gefördert vom Bundesministerium für
Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
(BMVBS)**



**Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung**

Ulm, den 30.11.2011

Autoren:

*Weiterbildungszentrum Brennstoffzelle Ulm e.V. (WBZU)
Helmholtzstraße 6, 89081 Ulm*



Benjamin Schott, Dr. Thomas Aigle

*Experte im Bereich Mobilitätsforschung, Innovations- und Valorisierungsdynamik
Berlin*

Dr. Lutz Marz

*FCBAT
Badbergstr. 18, 89075 Ulm*



Prof. Dr. Jürgen Garche

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung: Problemstellung und Analyse	1
1.1	Problemstellung: Fokus und Peripherie.....	1
1.2	Analyse: Methodik und Vorgehen.....	5
2.	Die Treiber der Elektromobilität in Deutschland und China.....	9
2.1	Globale Treiber.....	9
2.2	Landesspezifische Treiber.....	16
2.2.1	Deutschland.....	16
2.2.1.1	Treiber-Charakteristik: Internationaler Klimaschutz und die Wachstumsmärkte Automobil.....	16
2.2.1.2	Deutsches Treiber-Ensemble	20
2.2.2	China	22
2.2.2.1	Treiber-Spezifik: Wachstumsdynamik und Wachstumstypen	22
2.2.2.2	Treiber-Struktur: Die sieben Revolutionen und die BEV.....	37
2.2.2.2.1	Ökologie-Revolution und BEV	38
2.2.2.2.2	Wohlstands-Revolution und BEV	41
2.2.2.2.3	Demographie-Revolution und BEV.....	44
2.2.2.2.4	Konsum-Revolution und BEV	47
2.2.2.2.5	Energie-Revolution und BEV	49
2.2.2.2.6	Wissens-Revolution und BEV.....	52
2.2.2.2.7	Technik-Revolution und BEV.....	54
2.2.2.3	Treiber-Ensemble: BEV und Treiber-Revolutionen.....	57
2.3	Treiber-Vergleich Deutschland und China.....	61
3.	Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China.....	64
3.1	Deutschland.....	70
3.1.1	Marktbedingungen.....	70
3.1.2	Industrielle Bedingungen	73
3.1.2.1	Die Veränderung der industriellen Wertschöpfungskette.....	75
3.1.2.2	Die fehlende Schlüsselindustrie: Batterie	79
3.1.2.3	Bestehende Kompetenzfelder: Fahrzeugbau, Elektromotor und Elektronik	83
3.1.2.4	Die Position und die Strategien der deutschen Industrie: Fokus Automobilhersteller und Zulieferer.....	86
3.1.2.5	Die Bedeutung des Maschinen- und Anlagenbaus.....	91
3.1.3	Infrastrukturelle Bedingungen.....	93
3.2	Wirtschaftliche Bedingungen in China.....	97

Inhaltsverzeichnis

3.2.1	Leapfrog-Analyse	97
3.2.1.1	Rohstoffe.....	97
3.2.1.2	Infrastruktur.....	102
3.2.1.3	Know-how	106
3.2.1.4	Firmen.....	114
3.2.1.5	Nutzer	124
3.2.1.6	Markt.....	129
3.3	Vergleich der wirtschaftlichen Bedingungen in Deutschland und China.....	136
4.	Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China	138
4.1	Internationales Umfeld.....	139
4.2	Das politische Umfeld in Deutschland	153
4.2.1	Elektromobilität im Wandel der klimapolitischen Verkehrsstrategie	153
4.2.2	Politikprogramme und die dazugehörigen Politikfelder.....	157
4.2.2.1	Schlüsselthemen für Forschung und Entwicklung	158
4.2.2.2	Instrumente für die Marktentwicklung	160
4.2.2.3	Rahmenbedingungen.....	165
4.2.3	Fördermittel für Elektromobilität.....	167
4.3	China	177
4.3.1	Politische Strukturen: Institutionen und Programme.....	178
4.3.1.1	Institutionen.....	178
4.3.1.2	Programme	182
4.3.2	Politische Prozesse: BEV-Initiativen - Überblicke und Einblicke	186
4.4	Gegenüberstellung des politischen Umfelds in Deutschland und China	192
5.	Markteinführung der BEV als fundamentale systemische Innovation	194
5.1	Innovationen: Begriff, Typen und Systematik	194
5.2	China: BEV-Markteinführung als systemisches Innovationsmanagement	198
5.3	Deutschland: BEV zwischen Stagnovation, Standby- und Turbo-Innovation	209
5.4	Vergleich China/Deutschland: Unterschiede, Stärken und Defizite.....	215
5.5	Kurzzusammenfassung Innovationsverhalten.....	219
6.	Handelsbarrieren bei der Markteinführung von Elektrofahrzeugen	221
6.1	Kurzzusammenfassung Handelsbarrieren Deutschland/China	230
7.	Zusammenfassung und Analysebedarf: Markteinführungsstrategien in Deutschland und China	231
	Experteninterviews	236
	Literaturverzeichnis	237

1. Einleitung: Problemstellung und Analyse

1.1 Problemstellung: Fokus und Peripherie

Das Batterie-Elektroauto hat eine sehr wechselvolle Geschichte. Das erste praxisreife Fahrzeug wurde 1881 von Gustave Trouve vorgestellt - fünf Jahre vor der legendären Daimler-„Motorkutsche“, die gemeinhin als Geburtsstunde des Automobils gilt. Das Elektroauto machte in den folgenden drei Jahrzehnten eine steile Karriere. So waren beispielsweise um 1900 in den USA 40% der Autos Dampfwagen, 38% Elektrofahrzeuge und nur 22% Benzinautos (Möser 2002; 52). Und 1912, auf dem Höhepunkt der Elektroautomobilisierung, bauten 20 Hersteller mehr als 33.800 Elektroautos (ebd.).

In der Folgezeit wurde das Batterie-Elektroauto nahezu vollständig von verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen verdrängt und führte nur noch ein Nischendasein für Spezialanwendungen. Die Gründe für diesen Prozess sind vielfältig und werden sehr kontrovers diskutiert (Shayerson 1996; Kirsch 2000). Seit den letzten 40 Jahren gab es immer wieder Versuche, das Batterie-Elektroauto in technisch modernisierter Form zur Marktreife zu bringen und einer breiten gesellschaftlichen Nutzung zuzuführen. So beispielsweise in Frankreich (Callon 1983), in der Schweiz (Knie et al. 1999), in den USA (Pain 2006) oder in Deutschland bei dem großen Rügen-Test des BMBF (Voy et al. 1996). Alle diese Versuche scheiterten jedoch insbesondere aufgrund nicht ausgereifter Batterien. Eine Markteinführung gelang bisher nicht.

Ein Türöffner für die Elektromobilität stellte die Entwicklung von Hybridfahrzeugen dar, die erstmalig für diese Zwecke näherungsweise bezahlbare und weitgehend ausgereifte Batterien auf den Markt brachte.

Seit drei Jahren entwickelt sich nun ein neuer Batterieauto-Hype, der diesmal einen Durchbruch zu versprechen scheint. In Deutschland hat die Nationale Plattform Elektromobilität mit ihrem ersten und zweiten Bericht (NPE 2010; NPE 2011) konkrete und ehrgeizige Aufgaben für die Einführung von Elektrofahrzeugen formuliert, in China ist die Entwicklung des Elektroautos zu einem der Hauptziele des neuen Fünfjahresplans avanciert (APCO 2010; Lewis 2011) und in Frankreich wird die Elektromobilität in den verschiedensten Formen massiv vom Staat gefördert (Premier Ministre 2009; Présidence de la République 2009). Und überall bildet die Markteinführung von Elektroautos eine, wenn nicht gar die zentrale Frage, auf die all diese Initiativen fokussiert sind.

Fokus

Der Fokus der vorliegenden Studie ist auf die Markteinführung von Elektroautos in Deutschland und China gerichtet. Damit ist zunächst in zweifacher Hinsicht ein neuralgischer Punkt thematisiert.

Zum einen sind in den letzten Jahrzehnten nicht nur alle Versuche der Markteinführung von Elektroautos gescheitert, sondern es gibt auch eine ganze Reihe ernst zu nehmender Stimmen aus der Wirtschaft, der Wissenschaft von Verbänden und Organisationen, die den vorliegenden Plänen zu einer solchen Markteinführung kritisch (Breitinger 2011) oder skeptisch (Chakravorty 2010; Heymann 2010) gegenüber stehen. Zum anderen wollen sowohl Deutschland als auch China in den nächsten 10 Jahren die Marktführerschaft beim Verkauf und der Produktion von Elektroautos erreichen (NPE 2011; 5, 9; Dohr 2010; Milani 2011). Dies führt strategisch zu einer wirtschaftspolitischen Konkurrenzsituation, die wiederum Rückwirkungen auf die geplanten Markteinführungen in beiden Ländern hat, aber gleichwohl Kooperationen nicht ausschließt, sondern im Gegenteil impliziert, wie die German-Chinese Sustainable Fuel Partnership (GCSFP) (GCFSP 2011), die verschiedenen deutsch-chinesischen Kooperationen auf ministerieller Ebene (BMVBS 2011; BReg 2011c) oder die Zusammenarbeit Technischer Universitäten auf dem Gebiet der Elektromobilität (idw 2010) anschaulich deutlich machen. Was noch höher zählt: Die „Deutsch-Chinesische Plattform für Alternative Antriebe“ (BReg 2010c), die im Juli 2010 von der deutschen und der chinesischen Regierung initiiert wurde und die Fokussierung in der „Deutsch-Chinesische Gemeinsame Erklärung zur Errichtung einer strategischen Partnerschaft für Elektromobilität“ (BMW 2011b).

Sowohl die Fragilität als auch die inhaltliche Breite des Themas machen es notwendig, den Fokus der vorliegenden Studie zu präzisieren, um möglichen Missverständnissen und/oder falschen Erwartungshaltungen vorzubeugen. Dabei sind insbesondere folgende drei Präzisierungen im Blick zu behalten:

- Wenn im Folgenden von der Markteinführung von Elektrofahrzeugen gesprochen wird, so geht es, soweit nicht ausdrücklich anders erwähnt, um Batterie-Elektrofahrzeuge, also um Battery Electric Vehicles, kurz BEV. Andere Elektrofahrzeuge, wie beispielsweise Brennstoffzellenautos, Hybridfahrzeuge, Plug-In-Hybride oder Oberleitungsbusse werden nur insoweit betrachtet, wie sie die Markteinführung von BEV beeinflussen oder so weit eine scharfe Trennung nicht möglich ist.
- Die Untersuchung der Markteinführung von Batterie-Elektrofahrzeugen in China konzentriert sich ausschließlich auf die Volksrepublik China und berücksichtigt nicht Entwicklungen in Taiwan.
- Die Studie ist darauf ausgerichtet, die globalen und landesspezifischen Treiber, die wirtschaftlichen Bedingungen und das politische Umfeld für die Markteinführungen von BEV in Deutschland und China zu erfassen und dabei die jeweilige Eigenlogik dieses Markteinführungsgefüges herauszuarbeiten. Dies bedeutet in Hinblick auf China mit seiner besonderen Mixed Economy (Robins 2010; Yueh 2010), dass die

Methodik klassischer Markteinführungsanalysen dafür nur sehr begrenzt anwendbar ist.

Durch diese Fokussierung der Studie werden zwangsläufig eine ganze Reihe möglicher beziehungsweise denkbarer Faktoren, die die Markteinführung von Batterie-Elektrofahrzeugen sowohl in China als auch in Deutschland künftig beeinflussen können nur am Rande oder gar nicht betrachtet.

Peripherie

Zu diesen Faktoren, die in der vorliegenden Studie nur am Rande oder gar nicht betrachtet werden, gehören unter anderem

- Ökonomische Trendbruchereignisse wie eine globale Finanzmarktkrise mit lang anhaltender Depression, der Zusammenbruch der Eurozone, ein „Überhitzen“ oder eine „harte Landung“ der chinesischen Wirtschaft und ähnliche Entwicklungen (siehe beispielsweise Chang 2001; Roubini, Mihm 2010; White 2011)
- Quantensprünge in der Batterietechnologie, insbesondere bei der Entwicklung und Markteinführung von so genannten Post-Lithium-Ionen-Technologien, die die bisherigen Batterietechnologien in einer ganzen Reihe von mobilitätsrelevanten Parametern, wie etwa Energiedichte, Aufladezeit, Ladezyklen usw., weit bessere Werte versprechen als die bisherigen Batterietechnologien (siehe beispielsweise Technology Review 2011; Oekomotive 2011)
- Technische Entwicklungen, die der Verbreitung anderer alternativer Antriebe einen deutlichen Schub verleihen würden, wie dies beispielsweise im Hinblick auf den Carbazol-Einsatz (Art 2011) bei Brennstoffzellen- und Wasserstoffmotorfahrzeugen der Fall wäre
- Irreversible Klimaveränderungen und Naturkatastrophen, die im öffentlichen Bewusstsein mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht werden (dazu siehe beispielsweise IPCC 2007: 43-54) und einen starken und dauerhaften gesellschaftlichen Druck zur Reduzierung der Treibhausgase und der Einführung nachhaltiger Elektromobilität erzeugen

Dass diese und ähnliche Faktoren in der Studie weitgehend ausgeblendet werden, bedeutet nicht, dass sie höchst unwahrscheinlich oder völlig unmöglich sind. Globale Finanzmarktkrisen mit mehr oder weniger gravierenden nationalen und regionalen Wachstumseinbrüchen sind beispielsweise in Anbetracht der Entwicklungen in den letzten 20 Jahren zukünftig eher wahrscheinlich. Das Ausblenden solcher Faktoren hat ganz pragmatische Gründe. Um über ihre Wirkungen nicht nur zu spekulieren, sondern ernsthaft zu untersuchen, ob und wie sie die Markteinführung von BEV erschweren oder begünstigen, bedarf es gesonderter Szenario-Analysen, die hier nicht entwickelt werden können, ohne den Rahmen der vorliegenden Studie und ihre thematische Fokussierung zu sprengen. Es wäre

zu prüfen, inwieweit es sinnvoll ist solche speziellen Szenarioanalysen für bestimmte Faktoren gezielt zu erarbeiten.

Etwas schematisch zusammengefasst, lassen sich der analytische Fokus und die analytische Peripherie der vorliegenden Studie wie folgt darstellen:

Analytischer Fokus und analytische Peripherie der Studie



Abbildung 1: Eigene Darstellung.

1.2 Analyse: Methodik und Vorgehen

Aus der zuvor skizzierten Problemfokussierung ergeben sich die Methodik und das Vorgehen der Studie, die im Folgenden kurz umrissen werden.

Methodik

Der methodologische Ausgangspunkt, um die jeweilige Eigenlogik der deutschen und chinesischen Markteinführungsgefüge von Batterie-Elektrofahrzeugen zu erfassen und vergleichend miteinander in Beziehung zu setzen, ist die Triangulation. Dieser Begriff wird in unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen verwandt, wie etwa der Geodäsie, der Ingenieurtechnik, den Sozialwissenschaften oder der Mathematik. In der methodologischen Debatte lehnt er sich an den Sprachgebrauch der Nautik an und soll darauf hinweisen, einen Untersuchungsgegenstand systematisch aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten, um ihn präzise zu bestimmen.

Zur Methoden-Triangulation wurde eine Methodik verwandt, deren Geburt auf das Jahr 1959 zurückgeht, die jedoch erst seit den 90er Jahren in breitem und ständig wachsenden Umfang angewandt wird, und zwar die so genannten „Mixed Methods“ (Tashakkori, Teddlie 2003). Im Unterschied zu solchen Namen wie „Integrating Methods“, „Synthesis Methods“ oder „Multimethodology“, mit denen diese Methodik auch bezeichnet wird (siehe etwa Mingers 1997; Gil-Garcia, Pardo 2006), die sich aber nicht haben durchsetzen können, ist der Terminus „Mixed Methods“ etwas unglücklich. Dieser Begriff legt nämlich sehr leicht die Vorstellung nahe, es handle sich hier um ein eklektisches Menü oder einen „methodischen Eintopf“. Das genaue Gegenteil ist jedoch der Fall.

Der Kerngedanke der „Mixed Methods“ richtet sich gegen einen methodologischen Grundsatz, der in weiten Teilen des akademischen Wissenschaftsbetriebes nach wie vor Gesetzeskraft hat, nämlich die Vorstellung, eine Untersuchung müsse sich entweder rein quantitativer oder rein qualitativer Methoden bedienen, wenn sie wissenschaftliche Exaktheit beanspruchen will. Demgegenüber geht der „Mixed Methods“-Ansatz davon aus, dass zwischen qualitativen und quantitativen Methoden kein Ausschließungs-, sondern ein wissenschaftliches Ergänzungsverhältnis besteht und beide folglich in einer Analyse kombiniert und integriert werden müssen.

Im Unterschied zu den klassischen „Mixed Methods“ werden in der vorliegenden Studie nicht nur quantitative und qualitative Methoden einer Fachdisziplin, sondern unterschiedlicher Disziplinen und Forschungsrichtungen miteinander kombiniert und integriert. Die klassischen Gütekriterien wissenschaftlicher Forschung, wie etwa Intersubjektivität, Generalisierbarkeit, Reproduzierbarkeit oder Methoden-Invarianz werden sowohl beim „Mixed Methods“-Ansatz als auch bei der hier entwickelten interdisziplinären Methodenintegration weniger durch permanente Methodenverfeinerung, sondern vor allem durch innovative Methodenkombination erreicht.

Methodik der Analyse

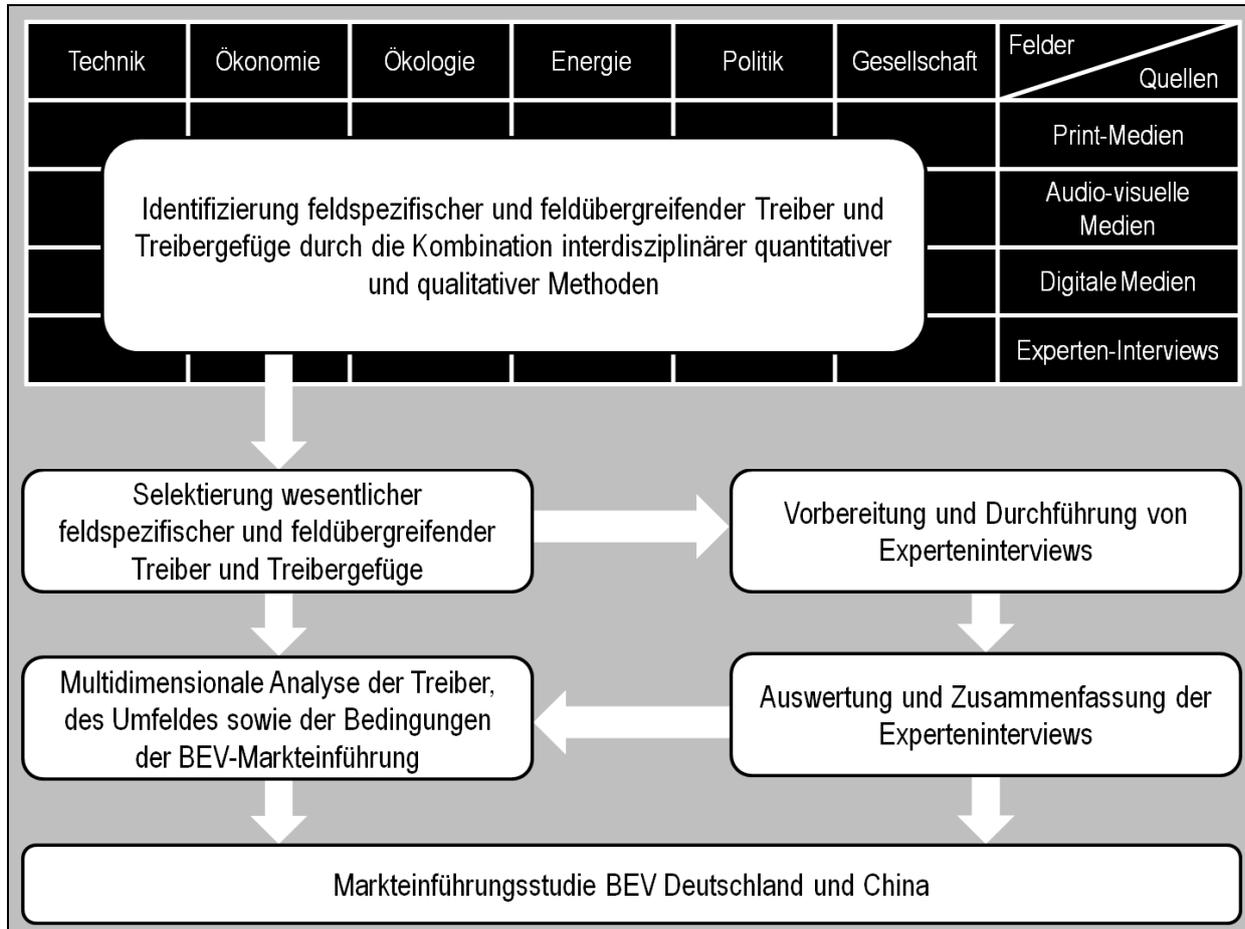


Abbildung 2: Eigene Darstellung.

Ausgehend von diesem roten methodologischen Faden wurden zunächst sechs Untersuchungsfelder identifiziert, in denen wesentlich entschieden wird, ob und wie eine Markteinführung von BEV in Deutschland und China gelingt, und zwar die Felder Technik, Ökonomie, Ökologie, Energie, Politik und Gesellschaft. Der Zugang zu diesen Untersuchungsfeldern erfolgte durch Auswertung von Printmedien (Bücher, Zeitungen, Zeitschriften, Konferenzdokumentationen, Vorträge usw.), audio-visuellen Medien (TV, Radio, Filme etc.) und digitalen Medien (Internet, CD's und DVD's, Datenbanken usw.) sowie durch Interviews mit deutschen und chinesischen Experten unterschiedlicher Fachrichtungen. Auf dieser Grundlage wurden dann feldspezifische und feldübergreifende Treiber beziehungsweise Treiberkonfigurationen für die Markteinführung von BEV identifiziert. Stichwortartig zusammengefasst lässt sich die Methodik der vorliegenden Studie wie in Abbildung 2 dargestellt skizzieren.

Vorgehen

Ausgehend von der Fokussierung der Studie und der Methodik der Analyse erfolgt die Darstellung der Ergebnisse in folgender Schrittfolge:

In einem ersten Schritt (Kapitel 2) werden die wichtigsten Treiber und die Treibergefüge für die Markteinführung von BEV in Deutschland und China herausgearbeitet. Dabei werden zunächst die globalen Treiber (Kapitel 2.1) skizziert. Ausgehend davon erfolgt dann die Beschreibung der landesspezifischen (Kapitel 2.2) deutschen (Kapitel 2.2.1) und chinesischen (2.2.2) Treiber, wobei zusammenfassend das jeweilige landesspezifische Treiber-Ensemble in seiner Gesamtheit und seinem Zusammenspiel umrissen wird (Kapitel 2.2.1.5 und Kapitel 2.2.3). Abschließend werden die deutschen und chinesischen Treiber-Ensembles vergleichend miteinander in Beziehung gesetzt (Kapitel 2.3).

In einem zweiten Schritt werden die wichtigsten Bedingungen für die Markteinführung von BEV in Deutschland und China herausgearbeitet (Kapitel 3). Im Mittelpunkt stehen dabei der Markt sowie die industriellen und infrastrukturellen Bedingungen in Deutschland (Kapitel 3.1) und China (Kapitel 3.2), die zusammenfassend miteinander verglichen werden.

Der dritte Schritt baut auf den Ergebnissen der beiden vorherigen Schritte auf und konzentriert sich darauf, vor dem Hintergrund der landesspezifischen Treiber und der wirtschaftlichen Voraussetzungen, das politische Umfeld für die Markteinführung von BEV zu beschreiben (Kapitel 4). Dabei werden sowohl das internationale Umfeld (Kapitel 4.1) als auch das Umfeld in Deutschland (Kapitel 4.2) und China (Kapitel 4.3) untersucht. Ausgehend davon werden die beiden politischen Umfelder miteinander verglichen, um Gemeinsamkeiten und Unterschied herauszuarbeiten (Kapitel 4.4)

Im vierten Schritt werden zwei Probleme gesondert analysiert, die sowohl für die deutsche als auch für die chinesische Markteinführung der BEV von Bedeutung sind, und zwar zum einen die BEV-Einführung als systemische Innovation (Kapitel 5) und zum anderen die Handels- und Kooperationsbarrieren, die sich bei der Markteinführung von Batterie-Elektrofahrzeugen ergeben (Kapitel 6).

Im fünften und letzten Schritt wird abschließend das Fazit der Studie zusammengefasst (Kapitel 7), wobei sowohl eine Bilanz gezogen (Kapitel 7.1) als auch eine Forschungsagenda für weitergehende Untersuchungen entwickelt wird (Kapitel 7.2).

2. Die Treiber der Elektromobilität in Deutschland und China

2.1 Globale Treiber



Abbildung 3: Eigene Darstellung.

Steigende Mobilitätsnachfrage und Urbanisierung als Ausgangspunkt

Ein zentraler wesentlicher Ausgangspunkt für die Entwicklungen der zukünftigen Mobilität stellt das prognostizierte starke Wirtschaftswachstum in aufstrebenden Nationen wie China, Indien und anderen Ländern dar. Gerade die beiden erstgenannten Länder sind zum einen mit Abstand die bevölkerungsreichsten Länder der Erde, gleichzeitig haben diese bisher jedoch noch eine relativ niedrige, zukünftig aber eine steigende, Pro-Kopf-Wirtschaftskraft (WDB 2011f). Das zukünftige Bevölkerungswachstum, Prognosen gehen in den nächsten 15 Jahren von einem Anstieg um mehr als 1 Mrd. auf 8 Mrd. Menschen aus (DSW 2010), wird

zusätzlich vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern entstehen. Der Pro-Kopf-Anteil an Pkws liegt dort deutlich unter dem Durchschnitt der Industrieländer (WDB 2011f; Holleis et al. 2010), was eine großes Nachfragepotenzial bedeuten kann.

Diese demographischen und ökonomischen Faktoren beeinflussen ganz wesentlich die steigende Nachfrage nach Mobilität und Individualverkehr. Bis 2020 wird davon ausgegangen, dass der Automobilmarkt auf mehr als 100 Millionen verkauften Einheiten pro Jahr anwächst (Schlick et al. 2011). Vor diesem Hintergrund ist zu sehen, dass der Absatzmarkt gerade in den BRIC-Staaten (Brasilien, Russland, Indien und China) für Fahrzeuge deutlich stärker wächst als in den etablierten Märkten. China hat die USA bereits 2009 als größten Automobilabsatzmarkt überholt (Bongardt 2011; VONTOBEL 2011; Handelsblatt 2009). Insbesondere China und Indien könnten laut den Vorhersagen dreimal so stark wachsen wie europäische Länder, die USA oder Japan (Zielke et al. 2011) und bieten, auch durch die jeweiligen politischen Bestrebungen, ein sehr großes Potenzial als Absatzmarkt auch für Elektrofahrzeuge (Zielke et al. 2011; Lache et al. 2009; Valentine-Urbschat, Bernhart 2009). Auf der einen Seite versuchen die Regierungen die steigende Mobilitätsnachfrage aus einem nationalen Blickwinkel zu bedienen. Dies geschieht mit Techniken und Mobilitätskonzepten, die zum einen die lokale Wertschöpfung stärken sollen und gleichzeitig die landesspezifischen technischen, ökonomischen und ökologischen Herausforderungen lösen können. Gründe die in vielen Entwicklungsländern für die verstärkte Einführung von Elektrofahrzeugen sprechen. Auf der anderen Seite haben die westlichen Automobilhersteller und damit auch deren Wirtschaftsnationen ein sehr großes Interesse an den Absatzpotenzialen dieser „neuen“ Märkte zu partizipieren. Gerade die führenden Automobilländer haben hinsichtlich der konventionellen Technologie eine technologische und marktbezogene Führungsposition, die mit einer hohen Wirtschaftsleistung und Arbeitsplätzen verbunden ist und im Hinblick auf die sich verändernde Wertschöpfungskette dort erhalten bleiben sollen. Diese Veränderung bedeutet zwar eine große Herausforderung für die weltweiten Automobilhersteller und Zulieferer, bedeutet aber auch neues Umsatzpotenzial und auch potentiell neue Arbeitsplätze (McKinsey 2010; Zielke et al. 2011; McKinsey 2011a). Während die westliche Automobilindustrie am Wachstum dieser Märkte partizipieren möchte und im Wettbewerb und auch in Kooperation mit den lokalen Automobilherstellern und den Zielen der Regierungen spezifische Lösungen, zu denen im Wesentlichen auch die Elektromobilität zählt, für die Anforderungen vor Ort zu entwickeln, sehen die aufstrebenden Nationen wie China und Indien in der Entwicklung von Elektrofahrzeugen zum einen die Chance den Technologierückschritt gegenüber den westlichen Ländern aufzuholen und zum anderen die Mobilitätsbedürfnisse der Bevölkerung mit den klimapolitischen Rahmenbedingungen zu vereinen. Aus diesen Gründen muss man zwar die genannten demographischen und ökonomischen Faktoren als globale Treiber für Elektromobilität sehen, die Auswirkungen sind jedoch landesspezifisch zu betrachten (Kapitel 2.2).

Ein zweiter wichtiger Faktor in diesem Zusammenhang ist die zunehmende Urbanisierung und Ausbreitung von Megastädten. Heute bereits leben mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten, die mehr als 75% der globalen CO₂-Emissionen verursachen. 20 Städte weltweit hatten mehr als 10 Millionen Einwohner und zählen damit zu den

Megacities, 2025 sollen es bereits 26 sein und mehr als 60% der Weltbevölkerung in urbanen Zentren leben (UN HABITAT 2008; BMBF 2011d). Nach einer Studie von McKinsey (2010b) werden vor allem große Städte und Ballungszentren wie New York, Shanghai und Paris die ersten Zentren für Elektromobilität darstellen. Dort kann die Technologie ihre besonderen Vorteile entfalten und eine realistische Alternative zu den konventionellen Fahrzeugen darstellen. Bis 2015 werden Marktanteile von bis zu 16% prognostiziert. Auch wenn die „realen“ Emissionen von Elektrofahrzeugen vom „getankten“ regionalen Strommix abhängen, können diese in jedem Fall wesentlich zur Reduktion lokaler Schadstoffemissionen und der Lärmbelastung beitragen. Dies wirkt sich besonders vorteilhaft in den großen verkehrsbelasteten Städten aus. Einen wesentlichen Treiber spielt dieser Faktor also gerade für solche Länder, die einen zunehmenden Trend zur Urbanisierung und der Bildung von sogenannten Megacities verzeichnen. Dazu zählen vor allem Länder wie China, Indien, USA und einige afrikanische und südamerikanische Länder (UN HABITAT 2008; BMBF 2011d). Dies gilt aber auch für „kleinere“ Städte oder Reguione z.B. in vielen europäischen Ländern.

Verfügbarkeit von Rohstoffen und Versorgungssicherheit

Die beschriebene weltweite Zunahme des Individualverkehrs bietet jedoch nicht nur Wachstumspotenziale, sondern stellt die Nationen weltweit vor weitläufige Herausforderungen und Probleme. Ein ganz wesentlicher Urheber dafür ist die Tatsache, dass der Energiebedarf des Transportsektors bisher zu mehr als 95% durch fossile und damit endliche Rohstoffe gedeckt wird (OECD/ITF 2008). Diese Situation führt zu einer zunehmend instabileren Versorgungssicherheit mit Energierohstoffen und einer stärkeren Abhängigkeit von Rohstoffimporten und volatilen Rohstoffpreisen. Als Beispiel: Die maximale Ölförderkapazität wurde bereits erreicht bzw. wird in den nächsten Jahren erreicht (WEO 2010; ZTB 2010; EWG 2008) Dies führt vor dem Hintergrund einer immer größer werdenden Nachfrage zu einer steigenden Bedarfslücke und zwangsläufig zu Versorgungsengpässen sowie steigenden Öl- /Kraftstoffpreisen. Die Umstellung des Verkehrssektors auf alternative, vor allem erneuerbare und nachhaltige, Energiequellen ist daher bereits aus rein ökonomischen Gesichtspunkten zwingend erforderlich. Die Endlichkeit der Rohstoffquellen macht die Situation für fossile Treibstoffe jedoch unumkehrbar. Einen möglichen Lösungsweg, neben dem Einsatz von Biokraftstoffen, erneuerbarem Erdgassubstitut oder Wasserstoff, stellt daher insbesondere die batterieelektrische Mobilität dar, die direkt mit kostengünstigem Strom aus lokaler Produktion versorgt werden kann. Gegenüber konventionellen Fahrzeugen bieten Elektrofahrzeuge heute bereits den Vorteil deutlich niedriger Betriebskosten und können damit langfristig zum volkswirtschaftlichen Gesamtwohlstand beitragen. Wie der Bericht von Sir Nicholas Stern bereits vor fünf Jahren (Stern 2006) gezeigt hat, wird die zeitnahe Vermeidung von externen Umwelteffekten, z.B. durch Emissionen des Verkehrs, langfristig gesehen volkswirtschaftlich deutlich ökonomischer sein, als die nachträgliche Beseitigung der dadurch verursachten Umweltschäden. Die volkswirtschaftlichen Kosten könnten so bei Umsetzung verschiedener Maßnahmen in den nächsten 10-20 Jahren auf 1% des BIP begrenzt werden.

Elektrofahrzeuge als potentielle Nullemissionsfahrzeuge können ganz wesentlich die externen Umwelteffekte des Verkehrssektors verringern. Auch wenn dafür kurzfristig große Investitionen notwendig sind, bieten diese das Potenzial langfristige Kosten für die Volkswirtschaften zu vermeiden, die Versorgungssicherheit zu erhöhen sowie die Importabhängigkeit und Preisschwankungen zu reduzieren.

Klimaschutz

Der ökonomische Ansatz von Stern zur Vermeidung von negativen externen Umwelteffekten entstand vor dem Hintergrund der weltweiten klimapolitischen Aktivitäten und der Ergebnisse der UN-Klimakonferenzen. Bereits 1992 wurde innerhalb der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen zur Vermeidung von Störungen des Klimasystems vereinbart (UNFCCC 1992). Erste verbindliche Ziele zur Absenkung der globalen CO₂-Emissionen wurden 1998 durch die Ratifizierung des Kyoto-Protokolls festgesetzt (UNFCCC 1998). Demnach sollten die CO₂-Emissionen der industrialisierten Länder bis 2012 um 5% gegenüber 1990 abgesenkt werden. Die Europäische Union erhöhte ihr Ziel auf 8%. Der vierte Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) bestätigte die Dringlichkeit der Begrenzung der Treibhausgasemissionen (IPCC 2007). Demnach müssen die CO₂-Emissionen weltweit um 50-85% gegenüber dem Jahr 2000 bzw. bis 2050 um 80-95% gegenüber 1990 abgesenkt werden und damit verbunden die Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre auf maximal 440 ppm begrenzt werden, um einen Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur um mehr als 3°C und irreversible klimatische Auswirkungen zu verhindern. Das noch strengere so genannte Zwei-Grad-Ziel wurde unter anderem auf Grund dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse formuliert und auf der letzten UN-Klimakonferenz in Cancun (UNFCCC 2010) von 140 Staaten der Welt in den „Cancun Agreements“ anerkannt und gilt als globaler Konsens. Zwar verabschiedeten nicht alle Länder verbindliche Minderungsziele, fest steht jedoch, dass die Pro-Kopf-CO₂-Emissionen der großen Volkswirtschaften und insbesondere der Industrienationen deutlich höher liegen als die der Entwicklungsländer und deshalb sind diese besonders in der Pflicht ihre Emissionen zu reduzieren. Trotzdem stehen Länder wie China und Indien mit niedrigen Pro-Kopf-Emissionen mit an der Spitze der Top10 der emittierenden Länder (IEA 2010). Aus diesem Grund sind globale Anstrengungen und regionalspezifische klimapolitische Aktivitäten die Voraussetzung, um das Zwei-Grad-Ziel zu erreichen. Des Weiteren bestehen in vielen Ländern spezifische lokale Gegebenheiten (vgl. Kapitel 2.2), die ein Umdenken der umweltpolitischen Strategie erforderlich machen.

Einen ganz wichtigen Faktor dabei spielt der Transportsektor. Dieser verursacht ungefähr ein Viertel der energiebedingten CO₂-Emissionen weltweit und ist damit nach der Energieerzeugung der zweitgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen (THG). Drei Viertel davon trägt alleine der Straßenverkehr bei. Insgesamt wurde weltweit ein Anstieg der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen um 45% von 1990 bis 2007 beobachtet und Prognosen gehen davon aus, dass diese bei Fortsetzung des „business as usual“ bis 2030 um weitere

40% ansteigen werden (OECD/ITF 2008; OECD/ITF 2010). Daher muss dieser Sektor bei der Erreichung der Klimaschutzziele einen erheblichen Beitrag leisten. Die Anteile des Verkehrs an den Emissionen sind regional unterschiedlich während sie in Deutschland und auch den meisten Industrieländern ca. 22%, mit einem Anteil des Personenverkehrs von 69%, ausmachen, sind es in China auf Grund der höheren Emissionen bei der Stromproduktion und der geringeren Fahrzeugdichte, bei einem Anteil des Personenverkehrs von knapp 30%, nur 8% (ebd.). Dies führt zu einem unterschiedlich hohen klimapolitischen Druck und beeinflusst die individuellen Strategien der Länder. Bis 2050 wären laut (McKinsey 2010) z.B. alleine in Deutschland 68 – 93% an elektrisch angetriebenen Fahrzeugen notwendig, um die anvisierte Reduktion der Treibhausgasemissionen erreichen zu können. Auch in den anderen Ländern werden die Ziele ohne Elektrofahrzeuge nur schwer erreicht.

Eine bedeutende Säule der Klimapolitik für eine ökologisch nachhaltige und ganzheitliche Verkehrsstrategie stellen Elektrofahrzeuge mit ihren spezifischen Vorteilen dar. Der Einsatz von Elektrofahrzeugen führt einerseits zu einer Minderung bzw. Vermeidung der lokalen Lärmbelastung und Schadstoffemissionen, verschiebt aber andererseits die Emissionen bei vollständigem Einsatz von erneuerbarem Strom nicht einfach an den Ort der Stromerzeugung. In Kopplung mit der Nutzung erneuerbarer Energien sind quasi Nullemissionsfahrzeuge über die gesamte Kraftstoffkette von der Quelle bis zum Fahrzeug (Well-to-Wheel) möglich (Vliet et al. 2011). Des Weiteren wird durch den elektrischen Antrieb eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz im Fahrzeug ermöglicht. Nutzen konventionelle Fahrzeuge nur ca. 20-25% der im Benzin gespeicherten Energie, kann die durch den Einsatz von elektrischen Antrieben eine bestmögliche Effizienz von 80-90% erreicht werden. Zusätzlich bietet die Elektromobilität wesentliche Vorteile gegenüber den bisher favorisierten Biokraftstoffen. Die begrenzte Verfügbarkeit, das eingeschränkte Potenzial, die umstrittene Nachhaltigkeit, der hohe Flächenbedarf und die Tank-Teller-Thematik sind nur einige Beispiele der kontroversen Diskussionen rund um das Thema Biokraftstoffe.

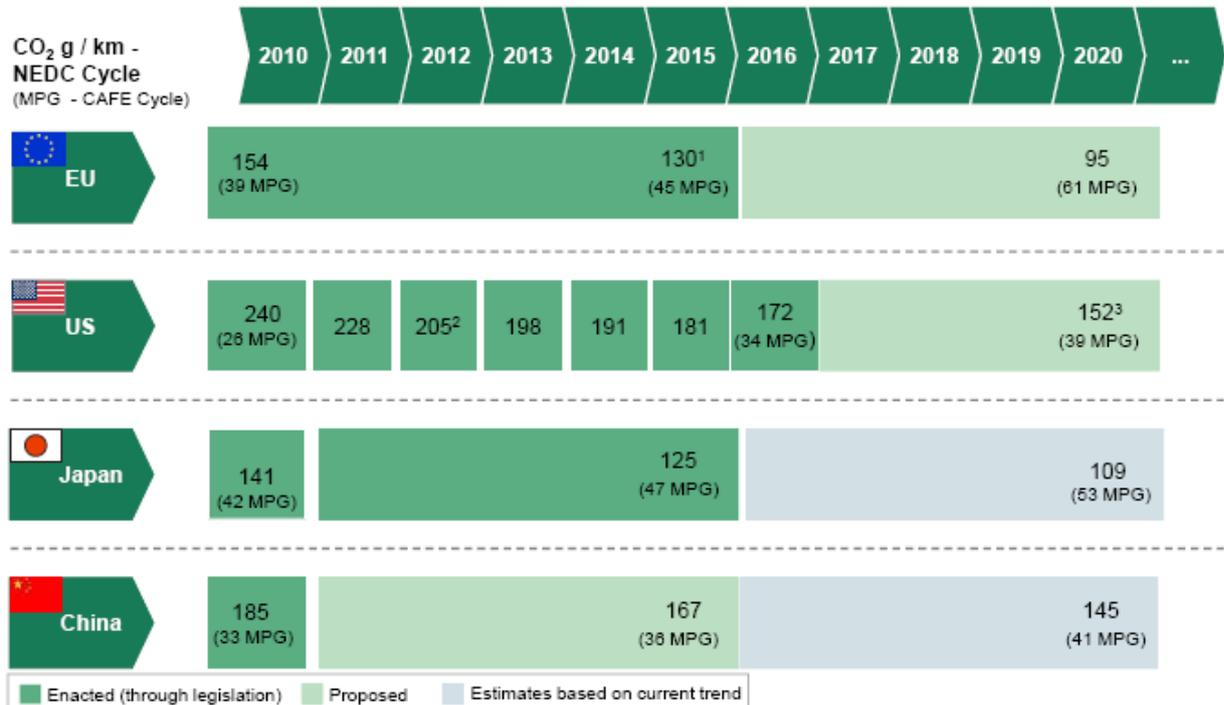
Aus den hier genannten Gründen sind die globalen klimapolitischen Bestrebungen als einer der Haupttreiber für die Elektromobilität einzuschätzen. Die dadurch bedingten verschiedenen landesspezifischen Initiativen müssen dagegen vor dem Hintergrund der jeweiligen unterschiedlichen Beiträge des Verkehrssektors und der regionalen ökonomischen und ökologischen Gegebenheiten gesehen werden.

Gesetzgebung

Vor dem Hintergrund der internationalen Beschlüsse die weltweiten Treibhausgasemissionen auf ein Mindestmaß zu begrenzen (2°C-Ziel) und dem hohen Anteil des Transportsektors an den energiebedingten CO₂-Emissionen, haben viele Länder regionalspezifische Gesetzgebungsmaßnahmen ergriffen, um diesen Beitrag wesentlich zu reduzieren. Diese haben wie auch schon am Beispiel der kalifornischen ZEV-Regelung gezeigt, globalen Einfluss auf die Automobilindustrie und damit auf die globalen Märkte. Naturgemäß haben

diejenigen Länder/Regionen mit etablierter produzierender Automobilindustrie und/oder mit sich stark entwickelndem Verkehrssektor die Vorreiterrolle dabei inne.

Flottenemissions-Ziele/Fuel Economy Standards verschiedener Länder in g CO₂/km bzw. MPG



1. From motor vehicle technology only. EU plans to reduce emissions by another 10 CO₂ g/km from other improvements (e.g. air conditioning technology) and biofuels
 2. For 2012-2016, California agreed to conform to the Federal Standards, before California had enacted stricter legislation
 3. Based on released scenarios of a 47-62 mpg target for 2025 – 47 mpg expected to be the more likely
 Note: All targets are expected to be phased in
 Source: ICCT, EPA, The Motor Industry of Japan 2010, Asahi Shimbun press search

Abbildung 4: (BCG 2011). Sofern die Vorgaben in anderen Einheiten festgesetzt sind, wurden diese bereits entsprechend umgerechnet. Siehe auch (Valentine-Urbschat, Bernhart 2009).

Erstere haben so genannte Flottenemissionsziele (g CO₂ pro km) oder Fuel Economy Standards (Liter Kraftstoff(äquivalent) pro km bzw. Miles per Gallon (MPG)) eingeführt. Diese Vorgaben an die Automobilhersteller sind von Land zu Land unterschiedlich ausgestaltet und mit entsprechenden Rahmenbedingungen gekoppelt. Abbildung 4 zeigt diese für die EU, die USA, Japan und China einheitlich in g CO₂/km bzw. in Klammern als MPG.

Aus verschiedenen Studien geht hervor, dass diese ambitionierten Ziele mit der Verbesserung des Verbrennungsmotors und der Hybridisierung der Fahrzeuge alleine nicht erreicht werden können. Unter technisch-ökonomischen Gesichtspunkten ist eine Optimierung der Effizienz konventioneller Fahrzeuge um 30-40% auf durchschnittlich 110 g CO₂/km bis 2020 in der EU möglich (Lache et al. 2009; Valentine-Urbschat, Bernhart 2009; BCG 2011). Da reine batterieelektrische Fahrzeuge als Nullemissionsfahrzeuge in vielen oben genannten Regelungen teilweise sogar mehrfach angerechnet werden dürfen, haben

oder werden alle Automobilhersteller entsprechende Modelle in ihre Flotte aufnehmen müssen. Dies betrifft Automobilhersteller mit hohem Anteil großer Fahrzeuge, wie z.B. in Deutschland, jedoch deutlich härter, als solche mit kleinem Fahrzeugsegment, wie z.B. in Frankreich.

Technologischer Fortschritt (Batterie) als Beschleuniger

Zu einer zusätzlichen Beschleunigung der Dynamik der globalen ökonomischen und ökologischen Treiber führt der technische Fortschritt der wesentlichen Schlüsselkomponenten des elektrischen Antriebs. Während Elektromotoren in vielen Anwendungen bereits Stand der Technik sind und „nur“ auf die neuen Herausforderungen angepasst werden müssen, hat sich die Batterie als kritischste Komponente des elektrischen Antriebs stark weiterentwickelt. Wurden die Elektrofahrzeuge der früheren Generationen noch mit schweren Blei-Batterien mit limitierter Lebensdauer betrieben, gilt als stärkster technischer Treiber für die Elektromobilität nun die Entwicklung der Lithium-Ionen-Batterie im Bereich der Konsumerelektronik. Die theoretisch hohen Energie- und Leistungsdichten, eine tendenziell hohe kalendarische und zyklische Lebensdauer sowie die großen Entwicklungspotenziale durch die Materialvielfalt eröffnen der Entwicklung von elektrischen Antrieben entscheidende neue Möglichkeiten. Allerdings wird auch mit sehr weit entwickelten Lithium-Ionen-Batterien, die die Herausforderungen hinsichtlich Batteriekosten und -sicherheit gelöst haben, die Reichweite (>500 km) und damit das Anwendungsprofil konventioneller Fahrzeuge nicht erreicht. Die anderen Komponenten wie der Elektromotor oder die Leistungselektronik sind technisch reifere Produkte und können kurz- bis mittelfristig auf die Anforderungen im Elektrofahrzeug angepasst werden. Die heute teilweise noch hohen Produktionskosten können durch Skaleneffekte in der Fertigung, Optimierung der Prozesse und Materialentwicklungen erheblich gesenkt werden. Insgesamt hat zwar ein Wettlauf um die Technologieführerschaft bei der Elektromobilität begonnen, die technischen Aspekte stellen jedoch nur einen zusätzlichen Verstärkungseffekt dar.

2.2 Landesspezifische Treiber

Die bisher genannten Treiber für Elektromobilität sind zwar vorwiegend unter globalen Gesichtspunkten zu sehen und beeinflussen die viele Länder auf ähnliche Weise. Trotzdem spielen diese nicht in allen Ländern die entscheidende bzw. eine abweichende Rolle und werden landesspezifisch jeweils anders gewichtet. Während z.B. in vielen westlichen Ländern größtenteils externe Marktentwicklungen und nicht die Eigendynamik die treibenden Kräfte darstellen, sehen Entwicklungs- und Schwellenländer zum Beispiel technologische Chancen und die Lösung regionalspezifischer Probleme als Hauptaugenmerk. Dies stellt natürlich eine pauschale Aussage dar, die bei genauerem Hinsehen nicht standhält. Eine differenzierte Betrachtung der landesspezifischen Treiber ist notwendig. Im Folgenden werden daher die Treiber für Deutschland und China detaillierter analysiert.

2.2.1 Deutschland

Die landesspezifischen Treiber und die historische Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland lassen erkennen, dass die aktuelle Unterstützung der Technologie durch Politik und Wirtschaft in Deutschland im Wesentlichen aus dem Druck externer Entwicklungen und Einflüsse resultiert. Sie entstand nicht aus der Eigendynamik der deutschen Industrie und Politik im Sinne einer Vorreiterrolle für Elektromobilität Ansatzes für die Technologieentwicklung oder des „Lead Market“ (Beise und Rennings 2003). Wie im Folgenden dargestellt zählen zu den wesentlichen Einflussfaktoren einerseits die Notwendigkeit der Reduktion der Treibhausgase im Verkehrssektor innerhalb der internationalen Beschlüsse zum Klimaschutz und aus den damit zusammenhängenden Vorgaben der eingeführten Gesetzgebungen. Andererseits spielen aber die sich international abzeichnenden Bestrebungen zur Unterstützung der Elektromobilität und die Potenziale der Wachstumsmärkte für Elektrofahrzeuge, vor allem in China, und die damit verbundene Zukunftsfähigkeit der deutschen Automobilwirtschaft eine entscheidende Rolle. Im Vergleich dazu erscheint das Potenzial des deutschen „Leitmarkts“ eher als geringer Treiber.

2.2.1.1 *Treiber-Charakteristik: Internationaler Klimaschutz und die Wachstumsmärkte Automobil*

Vor dem Hintergrund der globalen Vereinbarungen hat sich Deutschland frühzeitig als einer der Vorreiter bei der Umsetzung einer nachhaltigen Klimaschutzpolitik positioniert. Bereits

1990 hat man sich auf erste Minderungsziele (Absenkung des CO₂-Ausstoßes bis 2005 um 25%) festgelegt (Scharfhausen 2004). In einem Nationalen Klimaschutzprogramm wurden Anfang des 20. Jahrhunderts diese Ziele und die Vorgaben aus dem Kyoto-Protokoll für 2012 bekräftigt. Zur Fortsetzung des Nationalen Klimaschutzprogramms wurde anschließend im Jahr 2005 ein mittelfristiges Ziel für 2020 (40% Absenkung der CO₂-Emissionen gegenüber 1990) gesetzt. Die klimapolitischen Programme enthielten zwar verbindliche Ziele für den Verkehrssektor, die Strategie im Verkehrssektor zielte jedoch vorwiegend auf Effizienzmaßnahmen bei konventionellen Fahrzeugen und alternative Kraftstoffe, wie Erdgas, Methanol oder Wasserstoff ab (IMA 2000 und IMA 2005). Dies spiegelt sich sowohl in der 1998 vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) sowie Vorständen der Unternehmen ARAL, BMW, Daimler, MAN, RWE, Shell und VW gegründeten Verkehrswirtschaftlichen Strategie (VES 2000) als auch in der Kraftstoffstrategie von 2004 wieder (BMVBS 2004).

Obwohl es bereits in den 90er Jahren erste Feldversuche, z.B. auf der Insel Rügen, und Ziele für die Einführung von batterieelektrischen Fahrzeugen gegeben hat, wurde diese Form der Elektromobilität in der Folge der VES und der Kraftstoffstrategie damals nicht weiter berücksichtigt. Es dauerte bis zum Jahr 2007 bis die Elektromobilität explizit als ein Baustein in das Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP) der deutschen Bundesregierung aufgenommen wurde (BMU 2007). Die Gründe dafür lagen unter anderem in den wenig vielversprechenden Ergebnissen des Feldversuchs auf Rügen hinsichtlich der negativ bewerteten Ökobilanz und der mangelnden technischen Reife der Elektrofahrzeug insbesondere auch der Batterie [Voy et al. 1996]. Aus politischer Sicht waren damals batterieelektrische Fahrzeuge damit ungeeignet, einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der verkehrsbedingten Emissionen zu erreichen, weswegen die Projekte und auch Fördermittel nicht fortgesetzt wurden. Die Unternehmen schätzten die Chancen für batterieelektrische Fahrzeuge auf Grund der mangelnden Technologiereife und mit Verweis auf den fehlenden Markt als schlecht ein und stellten ihre Entwicklungsaktivitäten ohne die entsprechende politische Förderung ebenfalls ein (Spiegel Online (2010)). Wie man unter anderem dem Nationalen Klimaschutzprogramm und der späteren Kraftstoffstrategie entnehmen kann, hatte sowohl die Politik als auch die Industrie die zukünftigen Entwicklungsschwerpunkte für den Verkehr auf andere Technologien, vor allem die Optimierung des Verbrennungsmotors und Dieselfahrzeuge gestützt.

Mit den im IEKP formulierten Maßnahmen hat die politische Unterstützung der Elektromobilität seit dem Jahr 2007 wieder stark zugenommen. Nach der ersten Nationalen Strategiekonferenz 2008 wurde im Jahr 2009 ein Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität (NEP) verabschiedet. Zur Fortführung der Aktivitäten wurde Mitte 2011 der NEP durch ein Regierungsprogramm Elektromobilität fortgeführt. Die treibenden Kräfte lassen sich auf zwei Hauptrichtungen eingrenzen: Einerseits die Aktivitäten zum internationalen und nationalen Klimaschutz mit ihren Vorgaben aus den jeweiligen Beschlüssen und Gesetzgebungen. Andererseits die Entwicklungen zur Elektromobilität in anderen Staaten hinsichtlich Technologieförderung und Marktpotenzialen, die die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie langfristig beeinflussen könnten, aber auch große Chancen bieten.

Klimapolitische Treiber

Nachdem die freiwillige Verpflichtung der europäischen Automobilindustrie zur Reduktion der spezifischen CO₂-Emissionen von Neufahrzeugen nicht erfolversprechend war (EU 2008), kündigte die EU im Jahr 2007 verbindliche Vorgaben für die Automobilhersteller an. Dies wurde 2009 als Verordnung EG 443/2009 umgesetzt (siehe auch Kapitel 2.2.). Gerade die deutschen Automobilhersteller weisen im europäischen Vergleich (Transport and Environment 2011), mit einer Produktpalette vorwiegend im Premiumsegment, deutlich höhere durchschnittliche Flottenemissionen auf, als viele Wettbewerber und haben daher einen stärkeren Druck als Wettbewerber.

Zusätzlich einigte sich die Europäische Kommission im Jahr 2007 auf verbindliche Klimaschutzziele für Europa, die eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 20%, eine Erhöhung der Energieeffizienz um 20% und einen Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch von 20%, mit einem Richtwert von 10% für den Verkehrsbereich, vorgeben. Diese und landesspezifische Ziele wurden in der Richtlinie 2009/28/EC festgesetzt.

Für die Erreichung der EU-Zielvorgaben bis 2020 im Verkehr wurden bisher vorwiegend Biokraftstoffe eingerechnet. Wie bereits im Rahmen der globalen Treiber angedeutet, existieren in der Diskussion um Biokraftstoffe jedoch sehr kontroverse Meinungen hinsichtlich des Beitrags zum Klimaschutz, der Verfügbarkeit und des Potenzials sowie der Tank- und Teller-Diskussion, die eine Markteinführung erschweren und die Zielerreichung mit Biokraftstoffen unrealistisch erscheinen lassen. Die Problematik wurde deutlich bei der kürzlich problematischen Einführung des Kraftstoffes E10, mit einem Anteil von 10% Bioethanol. Um die Zielvorgaben der EU für den Verkehrsbereich zu erfüllen müssen also alternative Optionen berücksichtigt werden. Neben erneuerbaren Kraftstoffen, wie z.B. Biomethan, Erneuerbarem Methan nach dem „Power-to-Gas“-Konzept (Specht et al. 2010) oder Wasserstoff, können mittel- und langfristige auch Elektrofahrzeuge einen wesentlichen Beitrag zur CO₂-Emissionsreduktion im Verkehr leisten. Wesentliche Vorteile bietet die Technologie einerseits durch die hohe Energieeffizienz, die Nullemissionen bei Kopplung mit erneuerbarem Strom und die Minimierung lokaler negativer Umwelteffekte.

Zusätzlich kann die Elektromobilität dazu beitragen, die für Deutschland von der EU vorgegebenen Anteile der erneuerbaren Energien von 18% am Endenergieverbrauch auch für den Stromsektor zu erreichen. Das Ziel der Bundesregierung für die Stromerzeugung wurde dafür im Energiekonzept auf 35% bis 2020 festgelegt. Zum Einen unterstützt die Elektromobilität indirekt den Ausbau der erneuerbaren Energien durch die Generierung eines zusätzlichen Bedarfs an regenerativ erzeugtem Strom, da ein positiver ökologischer Effekt nur bei Kopplung mit diesen erfolgt. Ein Effekt für den Ausbau der erneuerbaren Energien stellt sich jedoch nur ein, wenn der zukünftige Bedarf der Elektrofahrzeuge durch die Installation zusätzlicher Anlagen gedeckt werden kann. Ein weiterer, damit verbundener, Treiber, der sowohl technisch, ökonomisch als auch ökologisch als nennenswert in Deutschland zu sehen ist, ist die Möglichkeit des Vehicle-to-Grid-Konzepts (V2G). Die Idee

dahinter ist, die Batterien der am Stromnetz angeschlossenen Elektrofahrzeuge als Kurzzeit- oder Leistungsspeicher zu verwenden. Dieser „virtuellen mobilen Batteriespeicher“ soll zur Netzstabilisierung beitragen und damit einen Großteil der Regelleistung abdecken können. Vor dem Hintergrund des starken Ausbaus der erneuerbaren Energien und der Herausforderung der Netzintegration fluktuierender Stromproduktion in Deutschland werden diese Aspekte immer wichtiger. Volkswirtschaftlich gesehen, kann dadurch zum einen der Einsatz und damit die Investition in benötigte stationäre Speicher und nötigen Netzausbau vermieden werden. Zum Anderen ist die Beschaffung von Regelleistung kostenintensiv und könnte durch die bereits vorhandenen mobilen Speicher abgedeckt werden.

Ökonomische Treiber

Neben den klimapolitischen Gründen sind die Aktivitäten der internationalen Staaten und die Entwicklungen der Märkte für die Elektromobilität als ganz essentieller Treiber mit entscheidendem Einfluss auf die politischen und wirtschaftlichen Initiativen in Deutschland zu sehen. Bei einem weltweiten Absatz der deutschen Automobilhersteller von 317 Mrd. Euro, wovon knapp 37% im Inland generiert wurden, ist nicht nur der potentielle inländische Absatzmarkt mit 5 Mio. verkauften Fahrzeugen pro Jahr wichtig, sondern vor allem der Export und Absatz im Ausland für die Automobilwirtschaft (VDA 2011a). Die internationalen Entwicklungen der Elektromobilität in den USA, China und anderen Ländern bedeuten auf der einen Seite ein sehr großes Absatzpotenzial, bedingen aber auf der anderen Seite durch die dort bereits früher gestarteten politischen Programme und technologischen Entwicklungen erheblichen Druck auf die deutsche Automobilindustrie und Politik.

Auf Grund der besonderen Bedeutung der Automobilindustrie für den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Deutschland, haben sowohl die Unternehmen als auch die Politik erhebliches Interesse an dessen Zukunftsfähigkeit und weiterem Wachstum. Deutschland ist nicht nur der größte Absatzmarkt Europas, sondern auch der größte Produktionsstandort für Automobile (GTAI 2011). Zudem nimmt man weltweit bei der Forschung und Entwicklung sowie auch der Produktion von Fahrzeugen, insbesondere des Verbrennungsmotors, mit technologischen - nicht volumenbasierten - Vorsprung vor den aufstrebenden Nationen, wie z.B. China oder Indien – eine führende Rolle ein. Nur wenige Länder weltweit geben mehr, bezogen auf die Gesamtausgaben, für Forschung und Entwicklung, im Bereich Automobil aus. Gemessen daran hat die Automobilindustrie nur in Schweden einen höheren Stellenwert (Holleis et al. 2010). Des Weiteren hat der deutsche Automobilsektor im internationalen Vergleich mit knapp 15% den größten Anteil am Bruttoinlandsprodukt (Holleis et al. 2010). Für den Wirtschaftsstandort Deutschland ist es entscheidend, zum einen die Arbeitsplätze in der Branche zu erhalten und zum anderen die Absatzanteile auf den deutschen und auch internationalen Märkten nachhaltig zu sichern. 2010 waren in Deutschland immerhin mehr als 700.000 Arbeitskräfte und damit 1,5 % der Beschäftigten in Deutschland direkt in der Automobilbranche tätig (VDA 2011a). Weiterhin geht man von knapp 5 Mrd. indirekt Beschäftigten aus (NPE 2010).

Um eine international führende Position beizubehalten und vor allem weltweit konkurrenzfähig zu bleiben, muss sich die deutsche Automobilwirtschaft für die globalen Trends hin zur Elektrifizierung des Antriebsstrangs rechtzeitig positionieren. Die damit verbundene Veränderung der Wertschöpfungskette des Automobils stellt insbesondere die deutschen Hersteller und Zulieferer vor neue Herausforderungen. Der Innovationsdruck nimmt in den letzten Jahren mit dem Wettlauf um die Führerschaft um die neue Technologie der Elektrofahrzeuge und insbesondere der dazugehörigen Komponenten Batterie und Elektromotor erheblich zu. Der Wegfall wichtiger Komponenten, wie z.B. Verbrennungsmotor und Getriebe, und die Schlüsselrolle neuer Technologien, wie der Elektromotor oder die Batterie, stellen die deutschen Hersteller und Zulieferer vor große Herausforderungen hinsichtlich Fahrzeugkonzeption, -entwicklung aber auch bei der Abbildung einer kompletten Zuliefererkette und den Aufbau von entsprechenden Produktionskapazitäten. Während man sich bei Elektromotoren und Leistungselektronik gut gerüstet sieht und das Basis-Know-how bei den Zulieferern vorhanden ist, müssen auf allen Ebenen große Entwicklungsanstrengungen betrieben werden (Schlick et al. 2011). Der globale Treiber, die starke Verbesserung der Batterietechnologien, bedeutet für Deutschland aber gerade bei der Batterie als Schlüsseltechnologie den Rückstand gegenüber asiatischen Firmen aufzuholen und den Anschluss an die führenden Nationen und Unternehmen nicht zu verpassen.

Soziale Treiber

Die bisher genannten ökologischen und ökonomischen Faktoren beeinflussen die Entscheidungen der Politik und Wirtschaft sicherlich am stärksten. Sozialen Treiber dagegen, kann man in Deutschland wahrscheinlich eher eine untergeordnete Rolle zuordnen. Von den deutschen Unternehmen wird zwar im Zuge der Diskussionen rund um die Elektromobilität immer wieder das in den letzten Jahren stattfindende Umdenken der Bürger in Richtung Klimaschutz, Nachhaltigkeit und Ökologie in den Vordergrund gestellt und als einer der Gründe für die Wiederaufnahme der Entwicklungsanstrengungen genannt. Der generelle Trend der Kunden geht zu Produkten für nachhaltige und vernetzte Mobilität, wie z.B. spritsparende oder emissionsfreie Fahrzeuge, Car-Sharing oder intermodale Mobilitätskonzepte (Neue Energie 2011, PwC 2010, Fraunhofer IAO 2010), Diese haben Einfluss auf die Markteinführung in Deutschland und die Ausbildung eines Leitmarktes. Vor dem Hintergrund der oben genannten Faktoren kann das deutsche Marktpotenzial für Elektrofahrzeuge nicht als wesentlicher Faktor angeführt werden. Der Einfluss der Wachstumsmärkte in China und Indien ist deutlich höher zu bewerten.

2.2.1.2 Deutsches Treiber-Ensemble

Auch wenn im vorangegangenen nur die landesspezifischen Treiber analysiert wurden, besteht das Treiber-Ensemble für Deutschland aus einem Mix vorwiegend globaler und teilweise

regionaler Aspekte. Obwohl alle genannten globalen Treiber Einfluss auf die Entwicklungen in Deutschland haben, lässt sich eine gewisse Gewichtung hin zu einer Kernstruktur vornehmen. Im Fokus stehen vorwiegend externe ökonomische und ökologische Faktoren. Technischen oder sozialen Treiber muss man eine untergeordnete Rolle zukommen lassen. Der „innere“ Druck, z.B. aus der Gesellschaft, ist eher als „weich“ zu bezeichnen.

Für die deutsche Wirtschaftspolitik spielen vor allem die Versorgungssicherheit mit Energierohstoffen, die Reduktion der Importabhängigkeiten und der Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie, insbesondere des Automobilbaus, die wesentliche Rolle. Die starken Förderprogramme internationaler Staaten und die großen Potenziale der sich entwickelnden Automobilmärkte z.B. in Asien, üben einen großen Druck auf die Zukunftsfähigkeit deutschen Autobauer aus. Die Sicherung von Arbeitsplätzen, die Wahrung der Technologieführerschaft, die Exportfähigkeit und nicht zuletzt das Wachstum der Branche stehen dabei im Vordergrund. Aus klimapolitischen Gesichtspunkten stehen zum einen die internationalen und EU-Beschlüsse zur Reduktion der Treibhausgase mit dem notwendigen Beitrag des Transportsektors und der Ausbaupfad der erneuerbaren Energien im Vordergrund. Größter Einflussfaktor dabei sind im Wesentlichen die verbindlichen Zielvorgaben der EU für den Verkehr und Energiesektor. Wie man erkennen kann, wurde und wird die Markteinführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland im Wesentlichen durch externe Einflüsse getrieben. Die Initiativen der Politik (Kapitel 4) und der Industrie (Kapitel 3) für die Elektromobilität lassen sich vor diesem Hintergrund daher nur schwer mit dem Ansatz einer Vorreiterrolle im Sinne des „Lead Markets“ erklären.

2.2.2 China

Auf den ersten Blick scheint es verlockend, das Treibergefüge für die Markteinführung der BEV in China zu erfassen, indem man die zuvor skizzierten globalen und regionalen Treiber chinaspezifisch konkretisiert und um besondere lokale Treiber ergänzt. Ein solches Herangehen wäre indes nicht nur irreführend, sondern falsch, weil es das tatsächlich in China wirkende Treibergefüge auf den Kopf stellt und dessen Eigenlogik verzeichnet oder gar völlig verfehlt. Das chinesische Treibergefüge ist keine mehr oder weniger diffuse Mixtur von Makro-, Meso- und Mikrotreibern, die auf landestypische Art und Weise zusammenwirken.

Das chinaspezifische Treibergefüge für die Markteinführung der BEV ist ein System rigider Handlungszwänge, das aus dem mehr als dreißigjährigen Transformationsprozess der chinesischen Gesellschaft erwächst und dessen unerbittliche Eigenlogik von den Ergebnissen und Zielen dieses Transformationsprozesses diktiert wird. Zugespielt formuliert hat dieser Transformationsprozess ein einmaliges und chinaeigenes Treibersystem hervorgebracht, das die Markteinführung der BEV zu einer notwendigen, wenn auch nicht hinreichenden Bedingung für die Weiterführung dieses Prozesses und damit für die Stabilität des ganzen Landes macht. Dieses besondere chinaeigene Treibersystem weist zwar einige tatsächliche oder vermeintliche Ähnlichkeiten mit den Treibergefügen anderer Länder, wie etwa der USA oder Deutschlands auf, doch sind die Treiber und ihr Zusammenspiel anders konfiguriert. Die Markteinführung der BEV in China wird primär von diesem endogenen, sinozentristischen Treibersystem bestimmt. Exogene, globale oder regionale Treiber finden tendenziell nur in zweierlei Hinsicht Beachtung: Zum einen, insofern und insoweit sie sich in dieses Treibersystem integrieren lassen, zum anderen insofern und insoweit sie nicht einfach ignoriert werden können, ohne dem Transformationsprozess und der Markteinführung der BEV zu schaden.

Thesenartig zusammengefasst: Das chinaspezifische Treibersystem ist einmalig, endogen und sinozentristisch. Es entfaltet starke und teilweise existenzielle Handlungszwänge, die die Markteinführung der BEV in China zu einer Frage von Leben oder Tod werden lassen. Dies mag überspitzt und etwas theatralisch klingen, ist es aber angesichts der Transformationsprobleme nicht. Um das chinaspezifische Treibersystem zu verstehen, ist es notwendig, sich die Spezifik (Kapitel 2.2.2.1), die Struktur (Kapitel 2.2.2.2) und das Gesamtensemble (Kapitel 2.2.2.3) dieses Treibersystems vor Augen zu führen. Dies soll im Folgenden geschehen.

2.2.2.1 Treiber-Spezifik: Wachstumsdynamik und Wachstumstypen

Die Spezifik des chinesischen Treibersystems zur Markteinführung der BEV ergibt sich aus der volkswirtschaftlichen Wachstumsdynamik der letzten 30 Jahre und den Wachstumstypen, auf denen diese Dynamik basiert.

Wachstumsdynamik

Im Dezember 1978 wurde unter maßgeblichem Einfluss Deng Xiaopings eine wirtschaftliche Reformpolitik eingeleitet, die seit Anfang der 80er Jahre schrittweise zu greifen begann und in den folgenden Jahren systematisch präzisiert und Schritt für Schritt ausgebaut wurde.

Bruttoinlandsprodukt (US \$, laufende Preise)

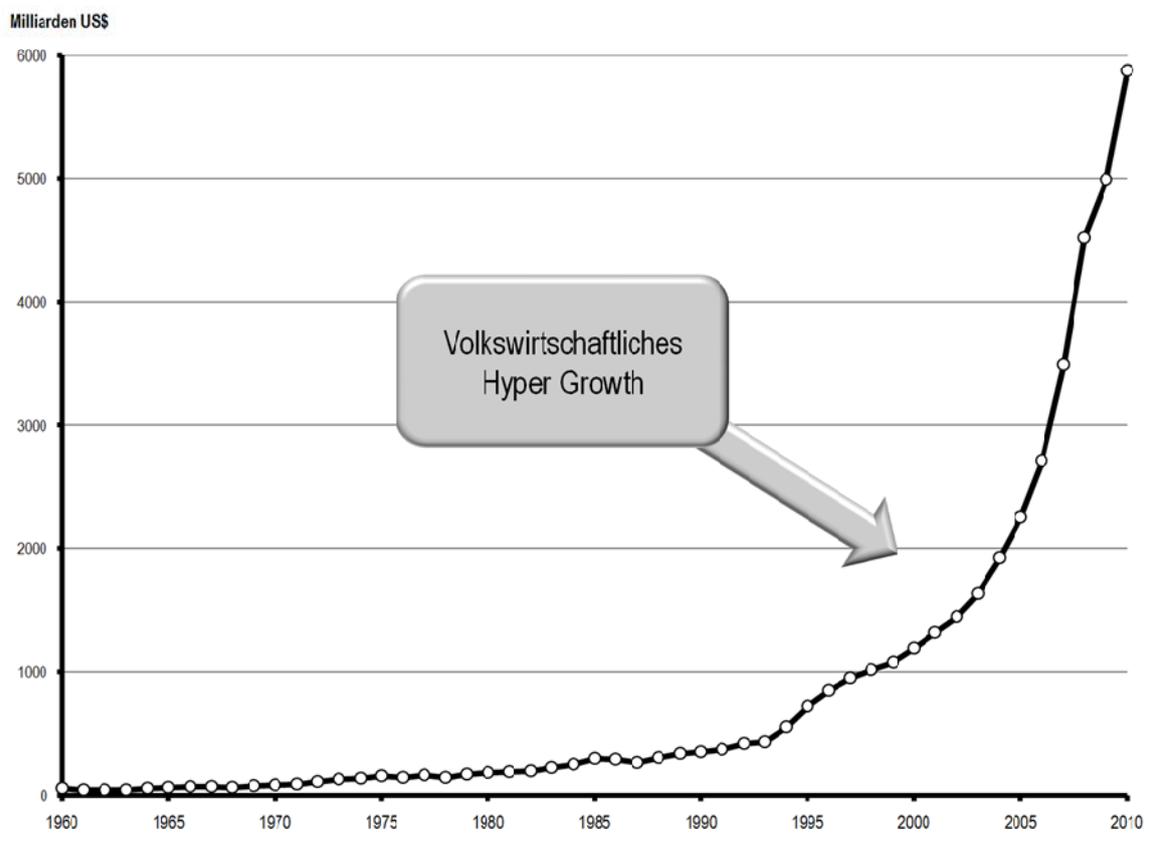


Abbildung 5: Eigene Darstellung, (WBD 2011a).

Sie schuf die Bedingungen für ein bis heute anhaltendes stürmisches und geradezu spektakuläres Wirtschaftswachstum (OECD 2010: 19), das kurz gefasst als Hyper Growth bezeichnet werden kann (Gore 1999; Canzler et al. 2008: 27; Siluch, Hill 2011: 1). Betrachtet man dieses Hyperwachstum anhand der Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes, dann ergibt sich das in Abbildung 5 gezeigte Bild.

Setzt man diese Entwicklung mit dem entsprechenden Wirtschaftswachstum von Deutschland, Japan und den USA in Beziehung, dann werden die Dynamik und die Größe des Hyper Growth sehr anschaulich deutlich (Abbildung 6).

Jährliches Wachstum des Bruttoinlandsproduktes

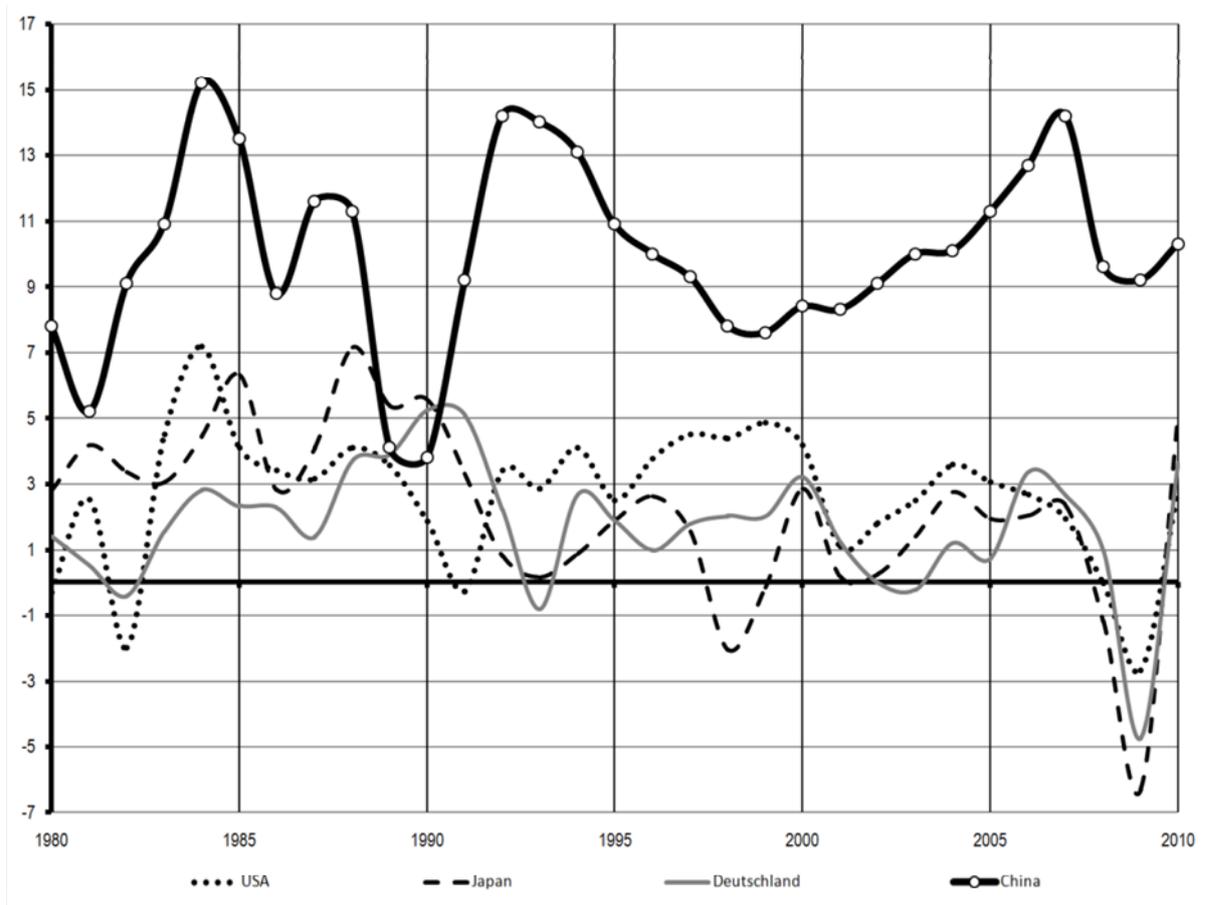


Abbildung 6: Eigene Darstellung, (WBD 2011b).

In diesem Wachstumsverlauf sind vier Besonderheiten erkennbar:

- Mit Ausnahme der Jahre 1989 und 1990 liegt das chinesische Hyperwachstum immer deutlich über dem Wirtschaftswachstum der USA, Japans und Deutschlands.
- Im Unterschied zu diesen drei Ländern wies das chinesische Wirtschaftswachstum in den letzten dreißig Jahren nicht ein einziges Mal negative Werte auf.
- Mit Beginn der 90er Jahre kommt es zu einer Konsolidierung des Wachstums auf hohem Niveau und zu einer Verminderung der Schwankungen.
- Seit Anfang der 90er Jahre deutet sich eine gewisse Entkopplung von der Wachstumszyklizität der USA, Japans und Deutschlands an.

Die Treiber der Elektromobilität in Deutschland und China

Diese Wachstumsdynamik wurde wesentlich von der Industrieproduktion getragen (Heymann 2011) und zeigt sich auch bei anderen wichtigen volkswirtschaftlichen Kennziffern wie beispielsweise dem Export, den Investitionen oder dem Einkommen (Canzler et al. 2008: 29-31; WBD 2011c)

Das chinesische Hyper Growth war bislang jedoch nicht nur hoch und langandauernd, sondern in den letzten 20 Jahren auch außerordentlich robust (OECD 2010: 20; Deutsche Bank Research 2011: 1). Dies macht auch folgende Grafik deutlich:

Jährliches Wachstum des Bruttoinlandsproduktes (in %)

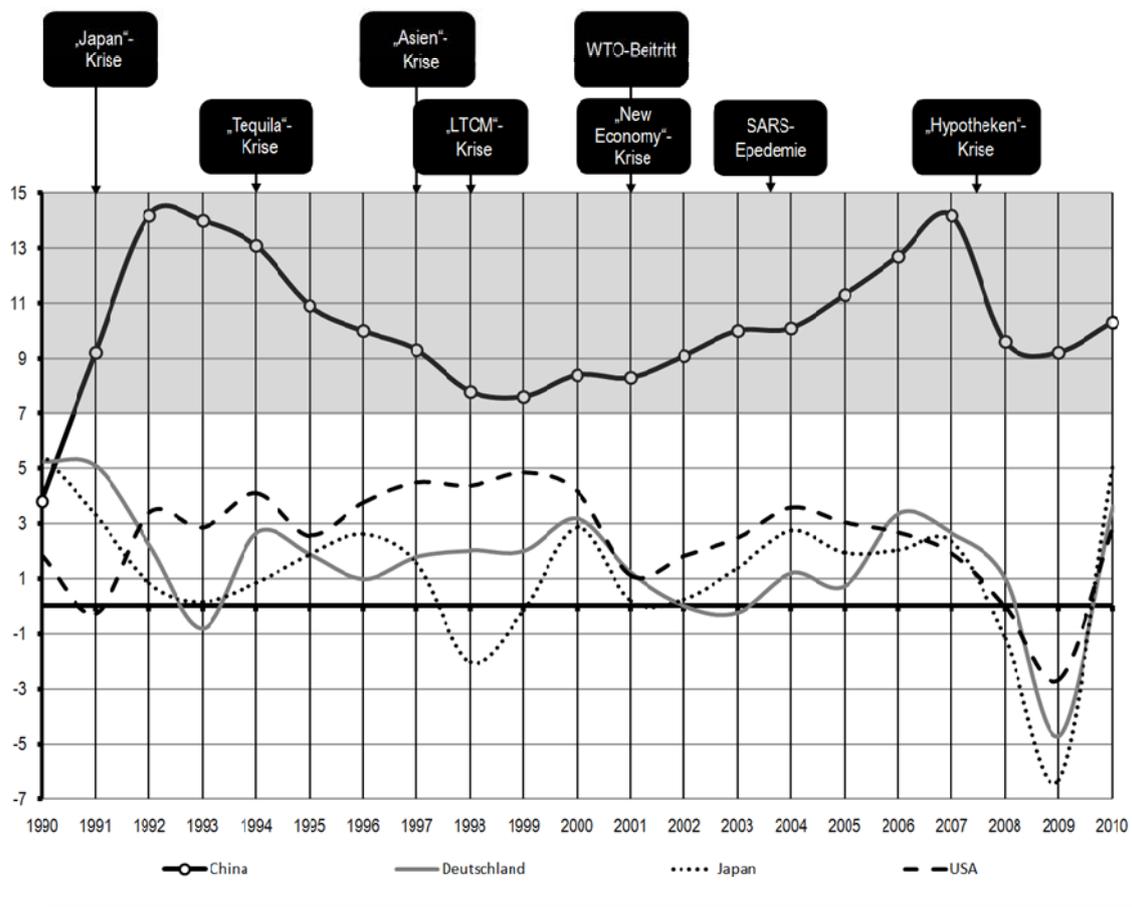


Abbildung 7: Eigene Darstellung, (WBD 2011b).

Trotz diverser externer und interner Wachstumsschocks hat sich das Bruttoinlandsprodukt Chinas seit 1991 in einem Wachstumskorridor zwischen +7% und +15% bewegt. Dies ist keine Selbstverständlichkeit, wenn man im Vergleich dazu die entsprechenden Wachstumskurven Deutschlands, Japans und der USA betrachtet.

Die Robustheit des chinesischen Hyperwachstums ist umso bemerkenswerter, als sich insbesondere in den letzten 20 Jahren zwei grundlegende strukturelle

Transformationsprozesse in der chinesischen Volkswirtschaft vollzogen haben, und zwar eine Veränderung der sektoralen Struktur und eine Veränderung der Eigentumsstrukturen. Die Grundrichtungen dieser beiden Transformationen zeigt Abbildung 8.

Die Sektor- und die Eigentumsstrukturtransformation

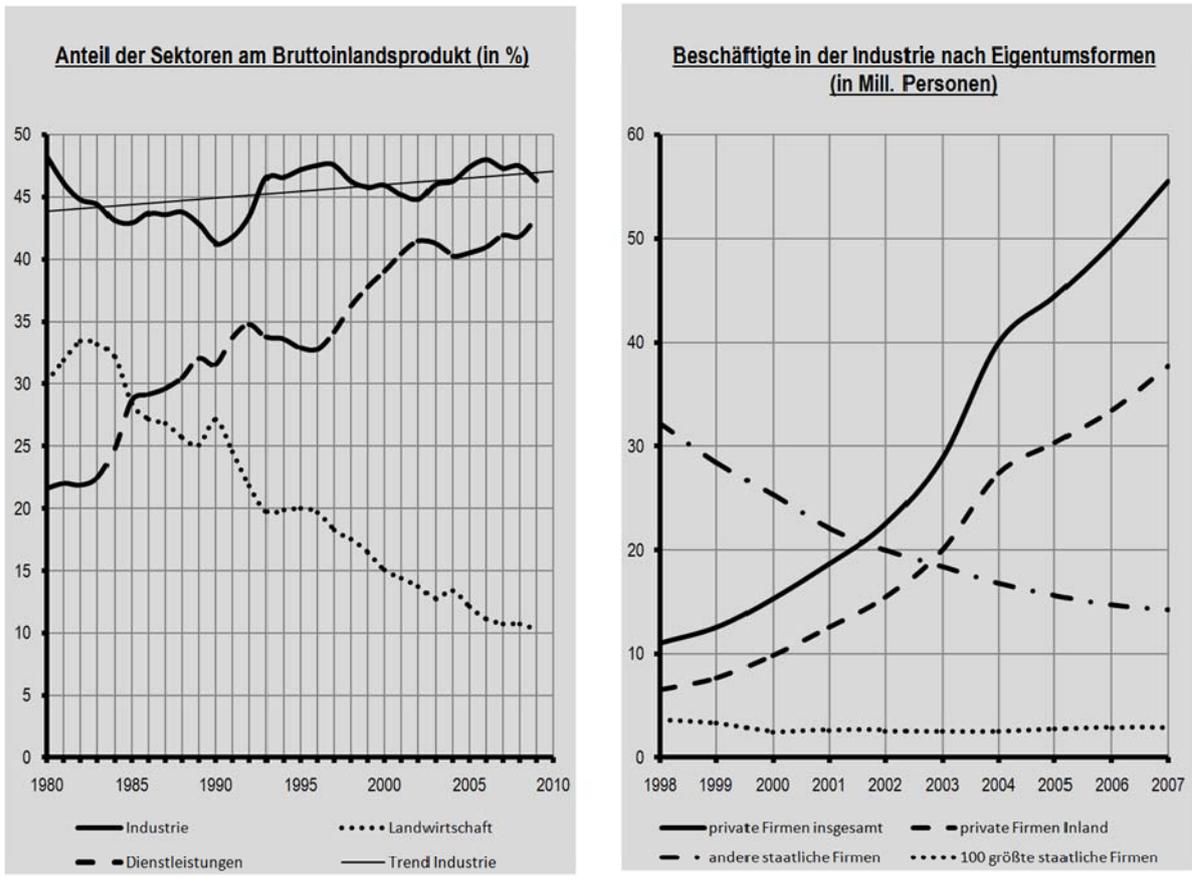


Abbildung 8: Eigene Darstellung, (WBD 2011e; OECD 2010: 27).

Bei der Sektortransformation nahm der Anteil des primären Sektors (Landwirtschaft) am BIP deutlich ab, während der des tertiären Sektors (Dienstleistungen) wuchs und der sekundäre Sektor (Industrie) mit über 45% das volkswirtschaftliche Rückgrat der 30jährigen Wirtschaftsreform bildete. Und betrachtet man die Transformation der Eigentumsformen in diesem Sektor, dann zeigt sich, dass insbesondere in der letzten Dekade die Bedeutung der privaten gegenüber den staatlichen Unternehmen stark zunahm.

Zieht man eine Bilanz des dreißigjährigen chinesischen Hyperwachstums, dann ergibt sich ein zwiespältiges Bild. Auf der einen Seite hat dieses Wachstum zu außerordentlichen Erfolgen geführt, die noch vor zehn Jahren kaum jemand für möglich gehalten hätte. Hierzu zählen beispielsweise folgende Ergebnisse:

- Gemessen am Bruttoinlandsprodukt ist China nach den USA und vor Japan die zweitgrößte Wirtschaft der Welt (Degen 2009: 5; CIA 2011).
- China hat seit 2009 Deutschland als Exportweltmeister überholt (Spiegel Online 2011).
- China gehört zu den Treibern der Weltwirtschaft. Sein Beitrag zum globalen Wachstum stieg von 5% 1980 über 12% im Jahr 2000 auf 30% 2010 (Herd 2011: 6). Von 2007 bis 2011 trug China genauso viel zum globalen Wirtschaftswachstum bei wie die führenden G7-Staaten zusammengenommen (Walker 2011).
- Nach unterschiedlichen nationalen und internationalen Schätzungen gelang China zwischen 1978 und 2009 eine drastische Senkung der Armut (Hao 2011). Von 1981 bis 2004 sank der Anteil der Bevölkerung, die unterhalb der Weltbank „Poverty line“ leben mussten von 65 % auf 10% (World Bank 2009:iii).
- China ist der größte Automarkt der Welt. 2006 überholte es Japan und 2009 die USA. (VONTOBEL 2011: 5; Handelsblatt 2009).
- Im Jahre 2010 überholte China die USA als Land mit den meisten installierten Windkraftanlagen (GWEC 2011: 30). Im gleichen Jahr wurde jede zweite Windkraftanlage in China installiert (Sonnenseite 2011).
- Von 2004 bis 2010 wurden in China über 100 Millionen elektrische Zweiradfahrzeuge verkauft. Gegenwärtig werden pro Jahr mehr als 20 Millionen solcher Fahrzeuge vertrieben (Cherry 2010: 17).
- China hat die USA und die EU beim Export von Hochtechnologie überholt und ist heute weltgrößter HighTech-Exporteur (RAGSC 2010: 7). Und dies betrifft nicht nur den Export, sondern auch die Entwicklung bestimmter Hochtechnologien. Nach Aussagen des Nobelpreisträgers und Energieministers der USA, Steven Chu, übertrifft China die USA unter anderem bei solchen Technologien wie „High Voltage Transmission“, „High Speed Rail“, „Advanced Coal Technologies“, „Nuclear Power“, „Renewable Energy“ oder „Supercomputing“ (EBdaily 2010).
- Im Hinblick auf Forschungsartikel, die weltweit in wissenschaftlichen und technischen Journalen publiziert wurden, kletterte China vom 14. Platz 1994 auf Platz 2 im Jahre 2010 und liegt nun unmittelbar hinter den USA (Pomfret 2010).
- Ende 2010 besaß China Devisenreserven in Höhe von 2,85 Billionen US Dollar (SME Times 2011) und ist der größte Gläubiger der USA-Staatsschulden (Hornby 2009).

Auf der anderen Seite haben sich durch das Hyper Growth gravierende Ungleichgewichte herausgebildet, die erhebliche soziale Sprengkraft besitzen und ausbalanciert werden müssen, um das weitere Wirtschaftswachstum und die Existenz der chinesischen Gesellschaft nicht zu gefährden.

Zwei Beispiele lassen das Ausmaß der Ungleichgewichte erahnen. Ya-Qin Zhang, der Direktor von „Microsoft Research Asia“ meinte 2003, dass die softwaretechnologische Lücke zwischen den High-Tech-Zonen Chinas und der USA höchstens 5 bis 6 Jahre betrage, während die Lücke zwischen den ländlichen Inlandsgebieten Chinas und diesen Zonen

größer als 500 Jahre sei (Saxenien 2003; 1). Daran hat sich nichts Grundlegendes geändert. Der Abstand zwischen den High-Tech-Zonen und den USA ist geschmolzen, der zu den Inlandsgebieten eher größer geworden. Das zweite Beispiel betrifft den Gini-Koeffizienten, der die gesellschaftliche Einkommensverteilung auf einer Skala zwischen 0 (Gleichverteilung) und 1 (vollständige Einkommenskonzentration) misst und damit ein Maß für die soziale Ungleichheit darstellt. Während er 1952 lediglich 0,22 betrug und bis 1978 auf 0,29 stieg, erhöhte er sich im Jahr 2000 auf über 0,37 und dürfte heute nach unterschiedlichen Experteneinschätzungen und Berechnungsverfahren zwischen 0,43 und 0,5 liegen (Chen et al. 2010; Hao 2011). Aus Sicht der chinesischen Führung stellt bereits ein Gini-Koeffizient von 0,4 eine sehr ernst zu nehmende Gefahrenschwelle für die soziale Stabilität der Gesellschaft dar (Daily China 2010). In Deutschland beträgt der Gini-Koeffizient nach Eurostat-Berechnungen ungefähr 0,29 und in der EU insgesamt circa 0,30 (Eurostat 2011).

Diese beiden Beispiele stehen für ein ganzes Spektrum von Ungleichgewichten, die hier nur mit ein paar Stichworten und Fakten angedeutet und nicht detailliert beschrieben werden können. Dazu gehören beispielsweise Ungleichgewichte in folgenden Bereichen:

- **Energie.** Dies betrifft insbesondere die Energiequellen und die Energieeffizienz. China ist der weltgrößte Energieverbraucher (Swartz/Oster 2010). Doch die Wirtschaft hat eine hohe Energieintensität und ist sehr ineffizient. Das Land verbraucht für viele industrielle Prozesse 20-100 Prozent mehr als die OECD-Länder (Worldbank 2011). Auf Erdöl entfällt rund 20 % des gesamten Energieverbrauchs (Worldwatch 2010: 9). Damit liegt China mit 10% auf Platz 2 des Weltölverbrauchs (BGR 2010: 42). Seit 1993 ist das Land Nettoimporteur von Öl und deckt über 50% seines Verbrauchs mit diesen Importen (Wang 2009: 2). Mit Blick auf das Wirtschaftswachstum, den Oil-Peak, die geopolitischen Unwägbarkeiten der Ölversorgung sowie der Volatilität der Ölpreise ergibt sich daraus eine zunehmende Abhängigkeit der Volkswirtschaft von den Ölimporten. Ähnliches zeichnet sich für Kohle ab. Im Jahre 2009 war China mit 48,8% der größte Hartkohleförderer der Welt (BGR 2010: 28). Dennoch entwickelte sich das Land im gleichen Jahr zum Nettoimporteur von Kohle und war nach Japan weltweit der zweitgrößte Importeur von Kohle (ebd. 6).
- **Konsum.** Chinas Wirtschaftswachstum ist bislang vorwiegend export- und investitionsgetrieben (Canzler et al. 2008: 42/43). Demgegenüber hat der Anteil des privaten Verbrauchs am Bruttoinlandsprodukt eine rückläufige Tendenz. Er sank von 47 % im Jahre 2000 auf 35 % im Jahre 2009 (WBD 2011d). Damit ergibt sich eine starke Exportabhängigkeit, wodurch die chinesische Wirtschaft sehr eng an die Weltwirtschaft und deren Zyklichkeit gekoppelt ist und die Anfälligkeit gegenüber externen Handelsschocks wächst. Dies zeigte sich sehr deutlich in der Weltwirtschaftskrise 2008 (siehe Abbildung 6 und Wu, Hongbo 2011: 1). Für diese Entwicklung des privaten Verbrauchs zeichnen unter anderem zwei Ursachen verantwortlich. Zum einen gibt es (Stichwort Gini-Koeffizient und Armut) große Gruppen der chinesischen Bevölkerung, die kaum am Wirtschaftswachstum partizipieren und nicht über genügend Geld verfügen, um ihren Konsum zu steigern.

Zum anderen ist die Sparquote in China sehr hoch. Sie wuchs von 38% im Jahre 2000 auf über 52% im Jahre 2009 (Ma, Yi 2010: 3). Neben soziokulturellen Gründen liegt dies vor allem auch daran, dass die Menschen auf Grund fehlender beziehungsweise schlechter staatlicher Gesundheits- und Sozialsysteme auf entsprechende persönliche Rücklagenbildungen angewiesen sind (Deutsche Bank Research 2010). Eine Erhöhung des privaten Konsums erfordert sowohl eine Erhöhung der Ausgabenmöglichkeiten als auch der Ausgabenanreize (Hansakul 2010).

- **Ökologie.** Dies betrifft vor allem die THG-, insbesondere die CO₂-Senkung und den Umweltschutz. 2007 überholte China die USA sowohl bei den THG- als auch bei den CO₂-Emissionen (Kejun 2011: 2). Bei den Klimafolgen des Ausstoßes von CO₂ und anderen Treibhausgasen handelt es sich für China um keine abstrakten raumzeitlichen Fernwirkungen, die das Reich der Mitte irgendwann und irgendwo zu spüren bekommt, sie sind jetzt schon alltägliche Realität: Der Norden kämpft mit Wassermangel, der Süden mit Unwettern (chinaklima 2010). Die Verbrennung von Kohle erzeugt nicht nur Treibhausgase, sondern auch Smog und sauren Regen (Baum 2009: 25). Circa 400.000 Menschen sterben pro Jahr aufgrund der Luftverschmutzung, andere Schätzungen sprechen sogar von 700.000 (Spiegel Online 2007: 2). Ungefähr 700 Millionen Chinesen trinken kontaminiertes Wasser (ebd.). Zwei chinesische Städte gehören zu den „Top Ten“ der „Dirty Thirty“, sie belegen Platz 2 und 3 (Blacksmith 2007: 6). Nach anderen Schätzungen liegen 12 der 20 schmutzigsten Städte der Welt in China (Vennemo et al. 2009: 4) Die wirtschaftlichen Schäden der Umweltverschmutzung sind immens (World Bank 2007), sie sollen zwischen 200 und 400 Milliarden Dollar pro Jahr betragen (Welt Online 2007).
- **Demographie.** Hier sind es insbesondere zwei Probleme, die China in den nächsten Jahren und Jahrzehnten bewältigen muss, und zwar die Überalterung und die Urbanisierung. Aufgrund der zur Eindämmung des Bevölkerungswachstums entwickelten 1-Kind-Politik kommt es zu dem so genannten „4-2-1-Problem“ (Andesner 2011), das zukünftig immer gravierender wird. „4-2-1“ bedeutet, dass 1 Kind für seine 2 Eltern und seine 4 Großeltern sorgen muss. Ohne einen massiven Ausbau des staatlichen Sozial-, Renten- und Gesundheitssystems ist dies nicht möglich, da sonst die ohnehin schon große Sparquote noch weiter in die Höhe getrieben und somit die Binnennachfrage permanent gedrosselt wird. Experten gehen davon aus, dass der Anteil der über 60-Jährigen 2020 circa 248 Millionen und damit 17,2% der Gesamtbevölkerung betragen wird (Ungemach 2007: 1). Der Scheitelpunkt der Überalterung wird etwa 2051 mit ungefähr 437 Millionen über 60-Jähriger erreicht, was dann 30% der Gesamtbevölkerung entspricht (ebd.). Was die Urbanisierung betrifft, ist China unterurbanisiert (OECD 2011: 18). Trotz des immensen Wachstums der Städte in den letzten 30 Jahren beträgt die Urbanisierungsrate lediglich 47,5% (Yuan 2011: 1) Und wenn man die bäuerlichen Wanderarbeiter abzieht, nur 35% (ebd.). In den kommenden 40 Jahren soll eine Urbanisierungsrate von 80% erreicht werden, was nur gelingt, wenn jährlich zwischen

10 und 20 Millionen Menschen urbanisiert werden (Lee 2011: 2). Da die jetzigen Städte schon heute die Grenzen ihrer Aufnahmefähigkeit erreicht haben, ist geplant, dass sich die 120 chinesischen Millionenstädte bis 2025 verdoppeln und zusätzlich bis über 10 Megastädte mit 15 bis 20 Millionen Menschen entstehen (ebd.). Dies schafft ganz neue inner- und interstädtische Verkehrs- und Transportprobleme.

- **Wissen.** Dies betrifft insbesondere die Bildung sowie die Forschung und Entwicklung. Lernbereitschaft und hohe Wertschätzung der Bildung (Canzler 2008: 19) sowie ausgeprägte Repetier- und Kopierfähigkeiten (Schmidt 2004: 193; Abele 2006) gehören zu den traditionellen Tugenden, die China zunächst auch relative Vorteile bei der Modernisierung des Landes verschaffen. So erreichte beispielsweise die Region Schanghai 2010 „absolute Pisa-Spitzenwerte“ (Focus Online 2010). Chinesische Bildungsexperten warnen jedoch davor, diese Erfolge zu überschätzen und weisen darauf hin, dass es vielen Schulen mit dem Repetierdrill und der permanenten Überlastung der Schüler nicht gelingt, diese auf eine höhere Bildung und eine wissensbasierte Wirtschaft vorzubereiten, wo es vor allem um innovatives, kritisches und selbständiges Denken geht (Xuequin 2010). Die Repetier- und Kopierfähigkeiten schlagen so leicht in gesellschaftliche Innovationsbarrieren um. Bei den Ausgaben für Forschung und Entwicklung liegt China, gemessen an den absoluten Ausgaben, 2011 auf Platz 2 hinter den USA (Clancy 2011). Im Hinblick auf die F&E-Intensität, also den prozentualen Anteil der F&E-Ausgaben am Bruttoinlandsprodukt, liegt China jedoch mit 1,5% deutlich hinter den OECD-Ländern, die im Durchschnitt bei 2,2% liegen (OECD 2010: 25). Dies gilt auch für die Unternehmen. Die F&E-Intensität chinesischer High-Tech-Unternehmen liegt deutlich unter der F&E-Intensität der Medium-Tech-Unternehmen in der OECD (ebd.: 26). Und die chinesischen Patentregistrierungen sind zwar seit Mitte der 90er Jahre rasant gestiegen, beinhalten aber eher inkrementelle als fundamentale Innovationen (Puga/Trefler 2010).
- **Wohlstand.** In diesem Bereich geht es insbesondere um die Einkommensfallen und die Wohlstandsindikatoren. Was die Einkommensfallen betrifft, so bewegt sich China auf die so genannte „middle-income trap“ (Economist 2011) zu, in der zuvor bereits Argentinien, Venezuela und die ehemalige Sowjetunion steckengeblieben sind (Magnus 2011: 1) und die in Asien künftig auch Ländern wie den Philippinen oder Malaysia droht (DCFT 2011). Diese Falle betrifft schnell wachsende Wirtschaften und besteht in folgender Zwickmühle, die die bisherige rasante Entwicklung auf einem mittleren Niveau einfriert: Einerseits sind die Einkommen schon so hoch, dass das Land mit einfachen Produkten nicht mehr gegen andere Billiglohnstaaten konkurrieren kann, andererseits ist die kapital- und wissensintensive High-Tech-Produktion noch nicht so stark, um den fortgeschrittenen Industriestaaten gewachsen zu sein (ADB 2011: 33/34). Nach Einschätzung von Barry Eichengreen und anderen Experten könnte China diese Einkommensfalle ungefähr 2015 erreichen (Eichengreen et al. 2011). China muss jedoch nicht zwangsläufig in die middle-income-trap geraten. Zum einen gibt es Länder, wie beispielsweise Südkorea, die dieser Falle erfolgreich entgangen sind (ADB 2011: 34). Zum anderen kann China die Zwickmühle mit Hilfe einer innovationsorientierten und effizienten Technologiepolitik

durchbrechen (Lina 2011; Morgan Stanley 2010: 36). Bei den Wohlstandsindikatoren, insbesondere bei komplexeren, die neben der Einkommenshöhe auch solche Parameter wie Lebenserwartung, Bildungsgrad, Gleichberechtigung der Frau, ökologische Lebensqualität usw. einbeziehen, hat China einen erheblichen Aufholbedarf. So liegt das Land beispielsweise beim WISP (Weighted Index of Social Progress) in der vorletzten Zone 4 der sozial am wenigsten entwickelten Länder (SP2 2009), beim HDI (Human Development Index) auf Platz 89 (UNDP 2010: 176) oder beim QLI (Quality-of-life-index) auf Platz 60 (Economist 2007: 4).

- **Technik.** Hier muss China einen großen technologiepolitischen Spagat bewältigen. Auf der einen Seite ist das Land gezwungen, alte Technologien konsequent zu modernisieren, auf der anderen Seite steht es vor der Aufgabe, neue Zukunftstechnologien zu entwickeln. Besonders deutlich wird dies im Bereich der Energietechnik. Rund 70% seiner Gesamtenergie bezieht China aus Kohle (Worldwatch 2010: 9). Dabei dient mehr als die Hälfte des Kohleverbrauchs der Elektrizitätsgewinnung (GermanChina 2010), wobei mehr als 75% der Elektroenergie in veralteten Kohlekraftwerken produziert wird (KFW 2011). Diese Kraftwerke stoßen pro Jahr 375 Millionen Tonnen Asche mit 25.000 Tonnen Schwermetall aus (GermanChina 2010). Die Modernisierung der Kohlekraftwerke und der Bau neuer, effizienterer Anlagen ist eine gigantische Aufgabe, an der bereits seit Jahren gearbeitet wird. So ging zum Beispiel allein 2006 alle 2 Tage ein neues Kohlekraftwerk ans Netz (FAZNet 2007). Es geht aber nicht nur darum, die Erzeugung der Elektrizität effizienter zu gestalten, sondern auch das Netzmanagement und das heißt vor allem, die Smart-Grid-Technologie zu entwickeln, genauer, die verschiedenen Technologien, die in einem Smart-Grid zusammenlaufen (Knab/Strunz/Lehmann 2010). Und dabei geht es zu einem gut Teil um Zukunftstechnologien, die auch für die entwickelten Industriestaaten noch Neuland darstellen (Hottelet 2010). Was beim Energiesektor besonders anschaulich ist, gilt vom Prinzip her auch in allen anderen technologischen Bereichen: Modernisierung und Neuentwicklung, inkrementelle und fundamentale Innovationen müssen parallel forciert werden. Dies erfordert ein jeweils anderes Technologie- und Innovationsmanagement sowie andere technologiepolitische Fördermechanismen (Scigliano 2003: 61-74).

Hält man hier mal einen Moment inne und vergegenwärtigt man sich die Ausmaße jedes dieser Ungleichgewichte sowie die vielfältigen Zusammenhänge zwischen ihnen, dann lässt sich in etwa erahnen, welchen Gordischen Problemknoten das 30jährige Hyperwachstum hervorgebracht hat. Die chinesische Führung ist sich dieser und weiterer Ungleichgewichte sowie deren potenzieller sozialer Sprengkraft voll bewusst. Hu Jintao und seine Führungsmannschaft entwickelten in den letzten zehn Jahren Zug um Zug eine Strategie, die auf eine Veränderung des Wachstumstyps der chinesischen Volkswirtschaft fokussiert ist. Durch diese Veränderung sollen die Ungleichgewichte minimiert, die bisherigen Erfolge zielgerichtet ausgebaut und das Wirtschaftswachstum auf langfristig stabile Grundlagen gestellt werden.

Wachstumstypen

Der Grundgedanke dieser Veränderungsstrategie besteht darin, die Volkswirtschaft und die gesamte Gesellschaft vom bisherigen Hyper Growth auf einen Wachstumstyp umzustellen, der sich auf einen kurzen Begriff zusammengefasst am besten als Stable Growth bezeichnen lässt. Dieses Stable Growth hat mehrere Aspekte. Es zielt auf ein „balanced“ Growth (Canzler 2008: 46-53; Kopinski/Hartnett-Devin 2011: 7), bei dem die bestehenden Ungleichgewichte ausbalanciert werden sollen, auf ein „inclusive“ Growth (APCO 2010: 1), das darauf gerichtet ist, dass alle Bürger Chinas an dem Wachstum partizipieren und auf ein „sustainable“ Growth (HSBC 2010: 1) in der doppelten Bedeutung von nachhaltig ressourcenschonend und von dauerhaft zukunftsfähig. Die wichtigsten Unterschiede zwischen dem Hyper Growth und dem Stable Growth sind in Abbildung 9 schlagwortartig zusammengefasst.

Der Übergang vom Hyper Growth zum Stable Growth soll mit Hilfe der Grand Strategy vollzogen werden. Diese Strategie basiert auf einer CNP-Analyse (Comprehensive-National-Power-Analyse), in der die Macht und Stärke eines Landes im Hinblick auf dessen Ökonomie, Militär, Wissenschaft und Technologie, Bildung und Ressourcen sowie seinem internationalen Einfluss untersucht werden (CICIR 2000; Huang 1999). Aufbauend auf dieser international vergleichenden Analyse entwickelte die chinesische Führung in der letzten Dekade ihre Grand Strategy als eine Strategie für das 21. Jahrhundert, mit deren Hilfe die Menschen reich und das Land stark gemacht werden sollen (Angang, Honghua 2005: 30). Dies schließt sechs Ziele ein, und zwar: „high growth, great national power, affluent people, national security, improvement of international competitiveness and sustainable development“ (ebd.: 30/31). Ansatzweise fand die Grand Strategy bereits in dem abgelaufenen 11. Fünf-Jahr-Plan (2006-2010) ihren Niederschlag. In vollem Umfang wurde sie nun dem neuen 12. Fünf-Jahr-Plan (2011-2015) zugrunde gelegt.

Der Übergang vom Hyper Growth zum Stable Growth

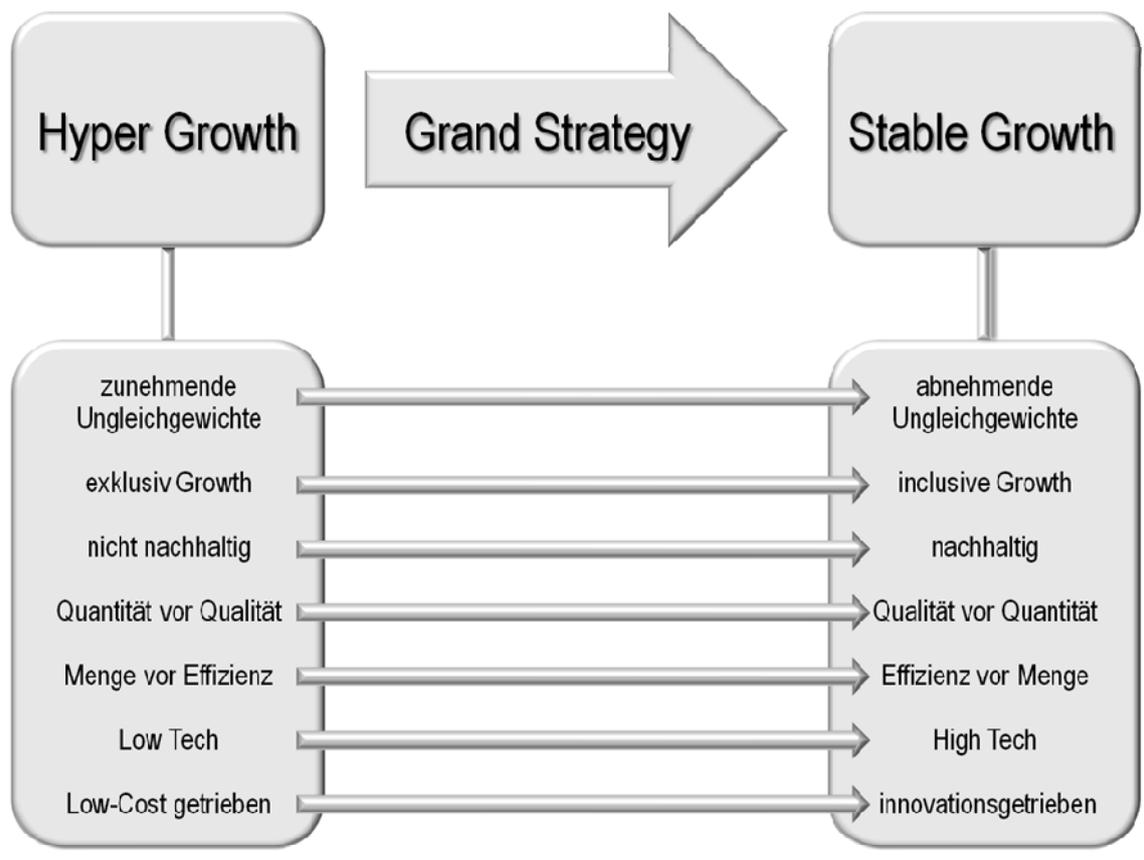


Abbildung 9: Eigene Darstellung.

Es kann gar nicht oft genug betont werden, dass es sich bei dieser Strategie nicht um eine bloße rhetorische Propagandafloskel handelt, sondern um eine Generallinie, an der die Hauptentwicklungsrichtungen des Landes, einschließlich der wissenschaftlich-technischen Programme im Allgemeinen und der BEV-Markteinführung im Besonderen ausgerichtet werden. Bevor die Experten und Entscheidungsträger irgendein wissenschaftlich-technisches Programm in die strategische, sowie die daraus abgeleitete lang- und mittelfristige Planung aufnehmen, wird auf Herz und Nieren geprüft, ob und inwieweit dieses Programm der Durchsetzung der Grand Strategy dient. Dabei ist nicht maßgebend, ob bestimmte Technologien in den entwickelten Industrieländern gerade en vogue sind oder nicht. Wichtig ist einzig und allein, welchen Beitrag diese Technologien für die Grand Strategy leisten und welche Voraussetzungen China hat, um diese Technologien zu entwickeln. Aus der Tatsache, dass bestimmte Technologien, wie etwa die BEV-Entwicklung sowohl in den westlichen Industrieländern als auch in China auf der wissenschafts- und wirtschaftspolitischen Agenda stehen, darf nicht der Schluss gezogen werden, dass dies aus gleichen Gründen der Fall ist. Dies würde nicht nur die Rolle und die Durchsetzungsmacht der Politik in China gefährlich unterschätzen, sondern auch die Spezifik und Komplexität der

BEV-Markteinführung im Reich der Mitte völlig verzeichnen. Wenn ein Projekt in die Grand-Strategy-Pläne aufgenommen wird, dann steht dahinter die gebündelte Macht des Landes und seiner über eine Milliarde Menschen. Dies ist vielleicht am ehesten noch vergleichbar mit der Entwicklung des Manhattan- oder des Apollo-Programms in den USA.

Welche zentrale Bedeutung die Grand Strategy gerade für die wissenschaftlich-technische Entwicklung hat, wird deutlich, wenn man sich einmal den Doppelcharakter dieser Strategie vor Augen führt. Einerseits zielt die Grand Strategy über eine „Catch-Up“-Strategie darauf, die westlichen Industrieländer einzuholen, andererseits sollen über eine „Leap-Frog“-Strategie Quantensprünge in der technologischen Entwicklung erreicht werden, mit deren Hilfe das Reich der Mitte zum Technologie- und Weltmarktführer bei Zukunftstechnologien wird. In bestimmten Branchen, wie etwa der Automobilindustrie, laufen beide Strategien zusammen und sind sehr eng miteinander verbunden (Marz et al. 2008). Stichwortartig zusammengefasst lässt sich der Doppelcharakter der Grand Strategy wie folgt veranschaulichen:

Der Doppelcharakter der Grand Strategy

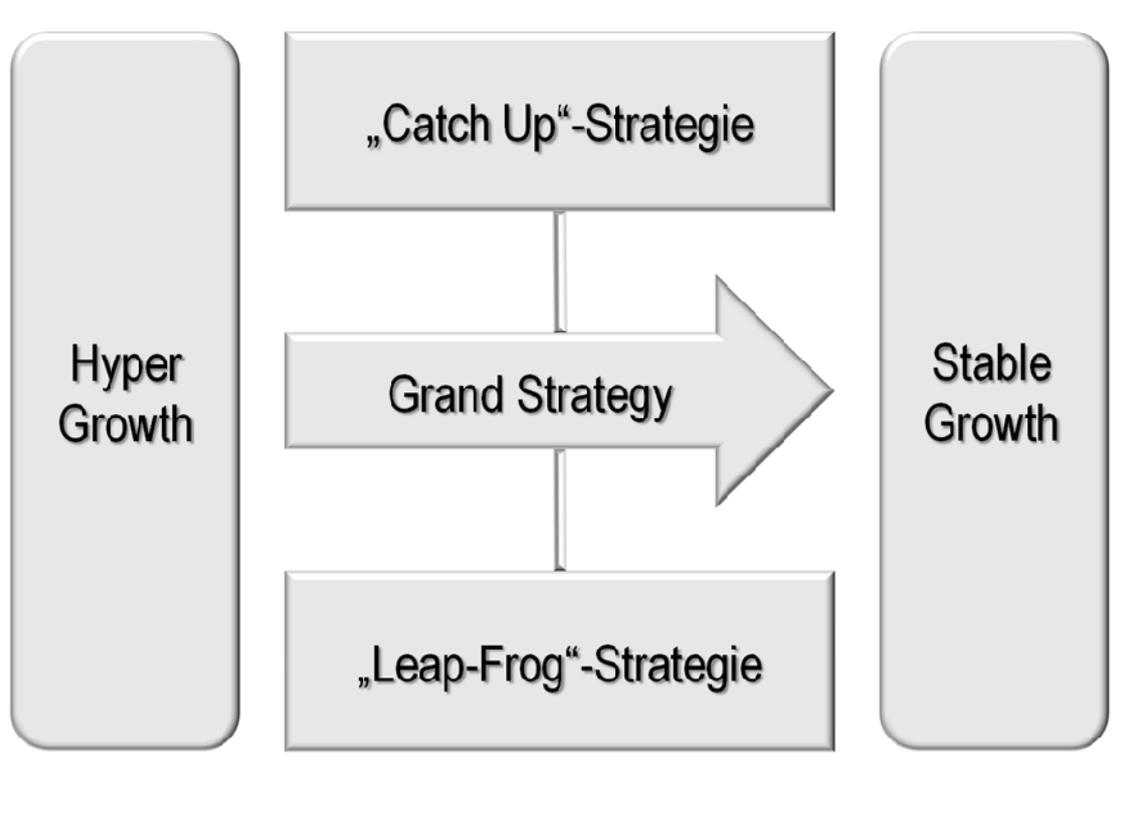


Abbildung 10: Eigene Darstellung.

Die „Catch-Up“-Strategie kann auch als einholende und die „Leap-Frog“-Strategie als überholende Modernisierung verstanden werden (Canzler et al. 2008: 13/14). Von

Quantensprung oder Leap-Frog ist deshalb die Rede, um sowohl den innovativen als auch den zeitlichen Sprungcharakter dieses Prozesses zu betonen (Weider/Marz 2005). Im Hinblick die Grand Strategy bedarf diese Unterscheidung einer Präzisierung. Wenn im Zusammenhang mit China von Quantensprung die Rede, bezieht sich das oft auf zwei unterschiedliche Referenzsysteme: Das eine ist das Reich der Mitte, das andere die Triade (Canzler et al. 2008: 14). Wenn, wie oben ausgeführt, Ya-Quin Zhang darauf verwies, dass die softwaretechnologische Lücke zwischen den Küstenstädten und den westlichen und nördlichen Regionen des Landes 500 Jahre betrage, dann ist eine Computerisierung dieser Gebiete selbstverständlich ein Quantensprung, und zwar ein Leap Frog, dessen ökonomische Bedeutung und psychosoziales Ausmaß keinesfalls zu unterschätzen sind. Aber es ist ein Leap Frog innerhalb Chinas, nicht im Hinblick auf die Triade. Wenn hier im Folgenden von Leap Frog oder Quantensprung die Rede ist, dann bezieht sich dies immer auf das zweite Referenzsystem, also auf das Verhältnis zwischen China und der Triade.

Quantensprung-Strategien sind in China populär, und zwar nicht nur was die Resonanz der Arbeiten von Gerschenkron (1965) oder Toffler (1980) betrifft. Der Versuch, das Land über wissenschaftlich-technische Quantensprünge in eine globale Führungsposition zu katapultieren, wurde in den letzten 60 Jahren dreimal unternommen (Kwan 2002): Ende der 50er Jahre mit Mao Zedongs „Great Leap Forward“, in den 70er Jahren mit Hua Guofengs „Great Leap Outward“ und schließlich Ende der 70er Jahre mit Deng Xiaopings „Independent Innovations“. In den „Independent Innovations“ wurzelt auch die Leap-Frog-Strategie der Grand Strategy, die sich als Fortsetzung und Weiterentwicklung der Reformpolitik Deng Xiaopings versteht.

Wie ernst ist diese Leap-Frog-Strategie zu nehmen? In seinem Sachverständigengutachten im Rahmen eines Hearings der U.S.-China Economic and Security Review Commission erklärte Willy C. Shih, Professor für Management Praxis an der Harvard Business School, am 15. Juni dieses Jahres:

“I want to close on a personal note about five year plans. When I was a child, I used to laugh at China’s five year plans. The “Great Leap Forward” and others were a big joke to me because of the frequency of perverse outcomes amidst poor central planning choices. But over the last two decades I have come to change my view. ... Because the Chinese have been diligent in learning from their mistakes and improving their goal setting and measurement systems. Are they perfect? Not by any means. They still often have perverse outcomes. But they work on it every day, and they try to learn from their mistakes. In this regard, I don’t fault them for what they are doing. They are focusing intently on the capabilities required to be competitive in a modern global economy. It would serve us well to do the same thing in this country.” (Shih 2011: 6)

Dies gilt auch und gerade im Hinblick auf die Markteinführung der BEV. Sie hat einen festen Platz in der Leap-Frog-Strategie und dieser ergibt sich aus den sogenannten SEI’s, den Strategic and Emerging Industries, des neuen 12. Fünf-Jahrplans. Die SEI’s sind jene Industrien, in denen wissenschaftlich-technische Quantensprünge für möglich gehalten und zielgerichtet organisiert werden. Die neuen SEI’s lösen die alten „Pillar-Industries“ ab, die

bisher als die Schwerpunktindustrien galten. Zu diesen „Pillar-Industries“ gehörten die nationale Verteidigung, die Telekommunikation, die Elektrizität, das Öl, die Kohle, das Flugwesen und die Seeschifffahrt (Lewis 2011: 3). Die Fokussierung auf diese sieben Industrien resultierte aus der Hyper-Growth-Orientierung.

Die neuen sieben SEI's hingegen sind eindeutig auf die Erreichung eines komplexen Stable Growth im oben erläuterten Sinne gerichtet. Zu ihnen gehören die Biotechnologie, neue Energien, Energieeinsparung und Umweltschutz, Clean Energy Vehicles, High-End-Ausrüstungen und High-End-Fertigung, neue Materialien und die nächste Generation der Informationstechnologie (Kopinski, Hartnett-Devlin 2011: 1; Shih 2011: 7; Lewis 2011: 3) sowie 35 Projekte für die jeweiligen „Sub-industries“, wie beispielsweise „Smart Grids“, „Smart Devices“, oder „New function materials“ (Shih 2011: 7).

Die 7 SEI's und die Markteinführung der BEV

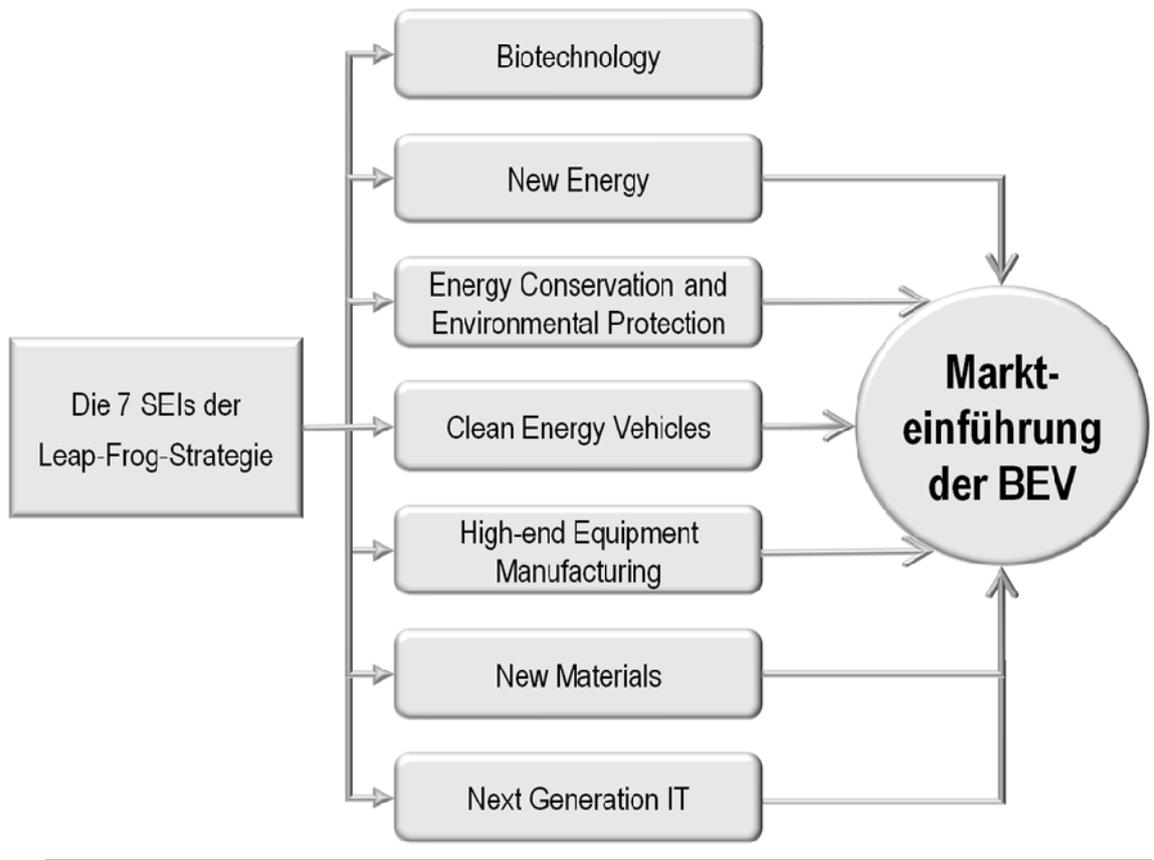


Abbildung 11: Eigene Darstellung.

Die Auswahl der SEI's erfolgte nicht zufällig und ist sorgfältig durchdacht. Dies machen nicht nur die vielfältigen Analysen in Auswertung des 11. und in Vorbereitung des 12. Fünf-Jahr-Plans deutlich. Mehr noch als diese Analysen macht dies vielleicht ein winziges Detail

deutlich, dem in den meisten westlichen Kommentaren zumeist wenig Beachtung geschenkt wird, und zwar dass es sich genau um 7 und nicht um fünf, elf oder sonst wie viel SEI's handelt. Die Zahl 7 ist im Chinesischen eine besondere Zahl: Erstens ist sie eine Glückszahl; zweitens gehört sie zu jenen wenigen Zahlen, die nicht nur in China, sondern auch in vielen westlichen Ländern eine Glückszahl ist; drittens schließlich wird die 7 auch als spiritistische und geisterhafte Zahl angesehen. Der siebente Monat im chinesischen Kalender wird auch als Geistermonat bezeichnet, in dem sich die Tore der Hölle auftun und den Geistern gestattet wird, das Reich der Lebenden aufzusuchen. Kein Wunder also, dass die 7 SEI's von China-Experten auch die „The Magic 7“ (HSBC 20110: 12) genannt werden. Eine Überinterpretation der 7 SEI's? Vielleicht, aber auch bei den „Pillar-Industries“ hatte man es mit genau 7 zu tun und westliche Firmen, wie Nokia, Palm oder Canon haben darauf geachtet, dass sie in China keine 4rer-Serien auf den Markt bringen, weil die 4 dort als ausgesprochene Unglückszahl gilt. Die Wahl von 7 SEI's signalisiert, dass alles für die Leap-Frog-Strategie mobilisiert wird, vom Wissen über den Glauben bis hin zur Magie. Innerhalb dieser SEI's spielen die Batterieelektrofahrzeuge eine besondere Rolle, wie Abbildung 11 zeigt.

Neben der Clean-Energy-Vehicle-Industrie, zu denen die BEV gehören, wird deren Entwicklung und Markteinführung direkt oder indirekt noch durch weitere fünf SEI's vorangetrieben, die wiederum auch selbst wichtige Impulse durch die geplante BEV-Markeinführung erhalten. Sowohl aus der Grand Strategy mit ihrer Orientierung auf die Ausbalancierung der in der Hyper-Growth-Phase aufgelaufenen Ungleichgewichte und dem Übergang zum Stable Growth als auch aus der Konfiguration der sieben „Strategic and Emerging Industries“ (SEI) ergibt sich eine chinaspezifische Treiberstruktur, die im Folgenden genauer betrachtet werden soll.

2.2.2.2 Treiber-Struktur: Die sieben Revolutionen und die BEV

Der Terminus „Revolution“ ist mit Bedacht und Vorsicht zu verwenden. Ein inflationärer Gebrauch dieses Begriffs, der jede Veränderung gleich zu einer Revolution hochstilisiert, verzeichnet und vernebelt Entwicklungen, anstatt sie zu analysieren und zu erklären. Im Falle der Entwicklung Chinas in den letzten 30 und in den kommenden 10 Jahren ist es allerdings gerechtfertigt, die Bezeichnung Revolution zu verwenden, und zwar auch im Plural. Dafür gibt es mindestens drei Gründe: Erstens wird der Reformprozess im chinesischen Selbstverständnis als eine Revolution verstanden. Die in einem Gespräch mit dem japanischen Politiker Susumu Nikaido 1985 von Deng Xiaopings gegebene Einschätzung „Reform is China's second revolution“ (People Daily 2011) wird in China immer noch häufig zitiert. Und Buchtitel wie „China's Information and Communications Technology Revolution“ (Zhang, Zheng 2009) bringen dieses Selbstverständnis auch zum Ausdruck. Zweitens benutzen die unterschiedlichsten ausländischen Beobachter den Begriff der Revolution, weil er aus ihrer Sicht die Breite, Tiefe und Schnelligkeit der Veränderungsprozesse am besten zum Ausdruck bringt. So wird von einer „Revolution von

oben“ (Zeit Online 2011), von „The Global Technology Revolution China“ (RAND 2009) von „China’s Green Revolution“ (McKinsey 2009a), von „China’s Management Revolution“ (Bouée 2011) oder von „China’s Energy Revolution“ (Nelder 2009) gesprochen, um hier nur einige wenige Beispiele zu nennen. Drittens schließlich rechtfertigen es sowohl die oben skizzierten Ergebnisse und Ungleichgewichte des bisherigen Hyper Growth als auch die beschriebene Leap Frog-Strategie, von revolutionären Prozessen zu sprechen.

Aus der im vorigen Kapitel beschriebenen Treiber-Spezifika ergibt sich eine Treiber-Struktur, die sich grob vereinfacht wie folgt darstellen lässt:

Die Treiber-Struktur der BEV

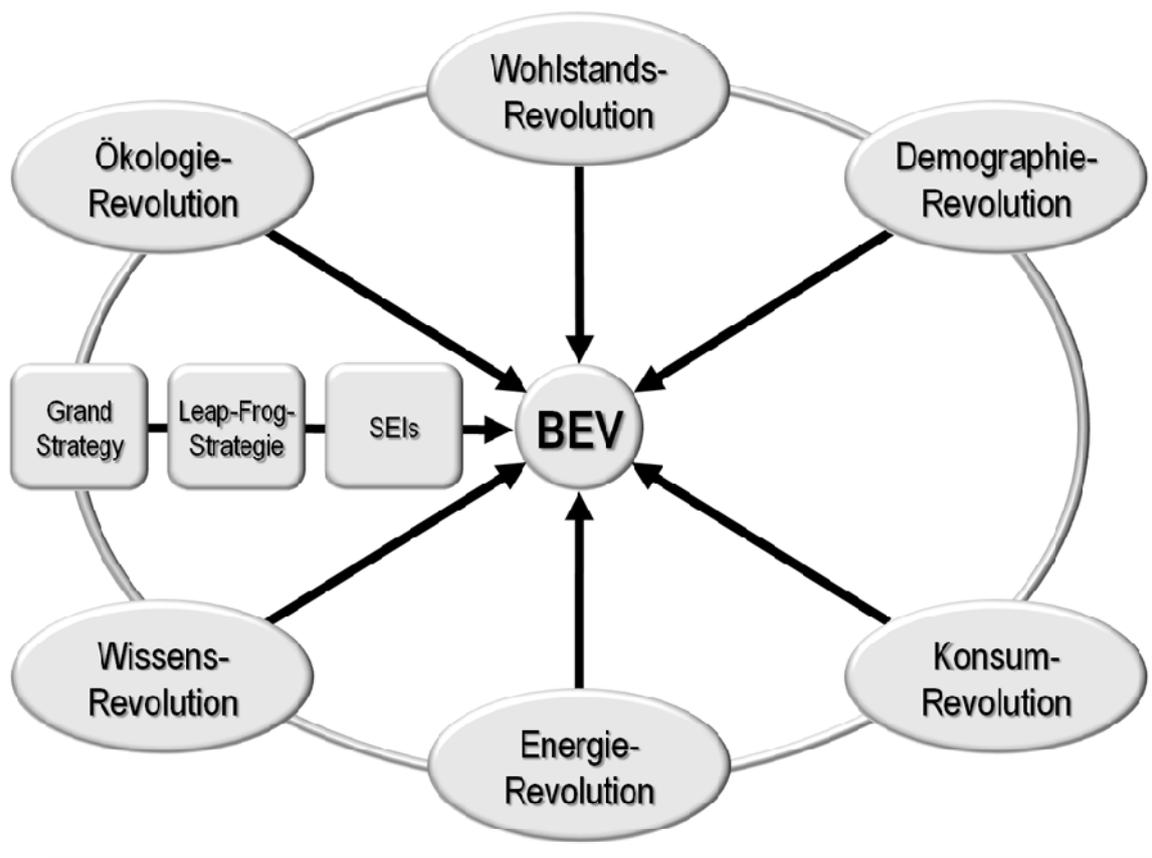


Abbildung 12: Eigene Darstellung.

Dass, wie und in welchem Ausmaß die einzelnen Revolutionen als Treiber für die Entwicklung und Markteinführung der BEV fungieren, wird im Folgenden gezeigt, wobei die Reihenfolge keine Rangfolge darstellt. Anschließend wird im Kapitel 2.2.2.3 das ensemblehafte Zusammenwirken der verschiedenen Treiber skizziert.

2.2.2.2.1 Ökologie-Revolution und BEV

Chinas Ökologie-Revolution, auch „Green Revolution“ (McKinsey 2009a; Chinadialogue 2011) oder „Environmental Revolution“ (Liu/Diamond 2008: 38) genannt, ist darauf ausgerichtet, die durch das Hyper Growth entstandenen ökologischen Ungleichgewichte zu beseitigen und zielgerichtet die ökologische Nachhaltigkeitskomponente des neuen Stable Growth zu entwickeln. Im Mittelpunkt dieser Revolution stehen zwei Schwerpunkte, und zwar eine landesweite Absenkung der Treibhausgasemissionen (THG) und der lokale Umweltschutz.

Die landesweite THG-Senkung bezieht sich sowohl auf alle Regionen als auch auf alle Sektoren der Volkswirtschaft. Dabei bildet die THG-Senkung im Verkehrswesen einen wichtigen Schwerpunkt. Zum einen, weil dieser Bereich bereits jetzt erhebliche Mengen Treibhausgas emittiert, zum anderen, weil das Verkehrswesen im Allgemeinen und der Straßenverkehr im Besonderen in den nächsten Jahren stark ausgebaut werden. Dabei geht es nicht nur um partielle, sondern um integrale THG-Senkungen. Dies betrifft alle Energieketten, speziell die unterschiedlichen Well-to-Wheel-Ketten des Verkehrswesens, einschließlich der Well-to-Battery-Ketten der BEV.

Der lokale Umweltschutz betrifft neben solchen Industriestädten wie Linfen oder Tianying, die auf Platz 2 und 3 der „Dirty Thirty“ liegen (Blacksmith 2007: 6), insbesondere die Mega-Cities und deren Einzugsgebiete mit ihren vielfältigen Emissionen. Dabei bilden die verkehrsbedingten Emissionen einen wichtigen Schwerpunkt des lokalen Umweltschutzes. Zu diesen Emissionen gehören neben den Abgasen auch Lärm und Feinstaub. Wie stark die verkehrsbedingten Emissionen in solchen Mega-Cities wie Peking sind, haben nicht zuletzt die Sonderregelungen zur Olympiade 2008 deutlich gemacht.

Stichwortartig zusammengefasst fungiert die Ökologie-Revolution wie folgt als Treiber für die Markteinführung der BEV:

Die Ökologie-Revolution als Treiber für die Markteinführung der BEV

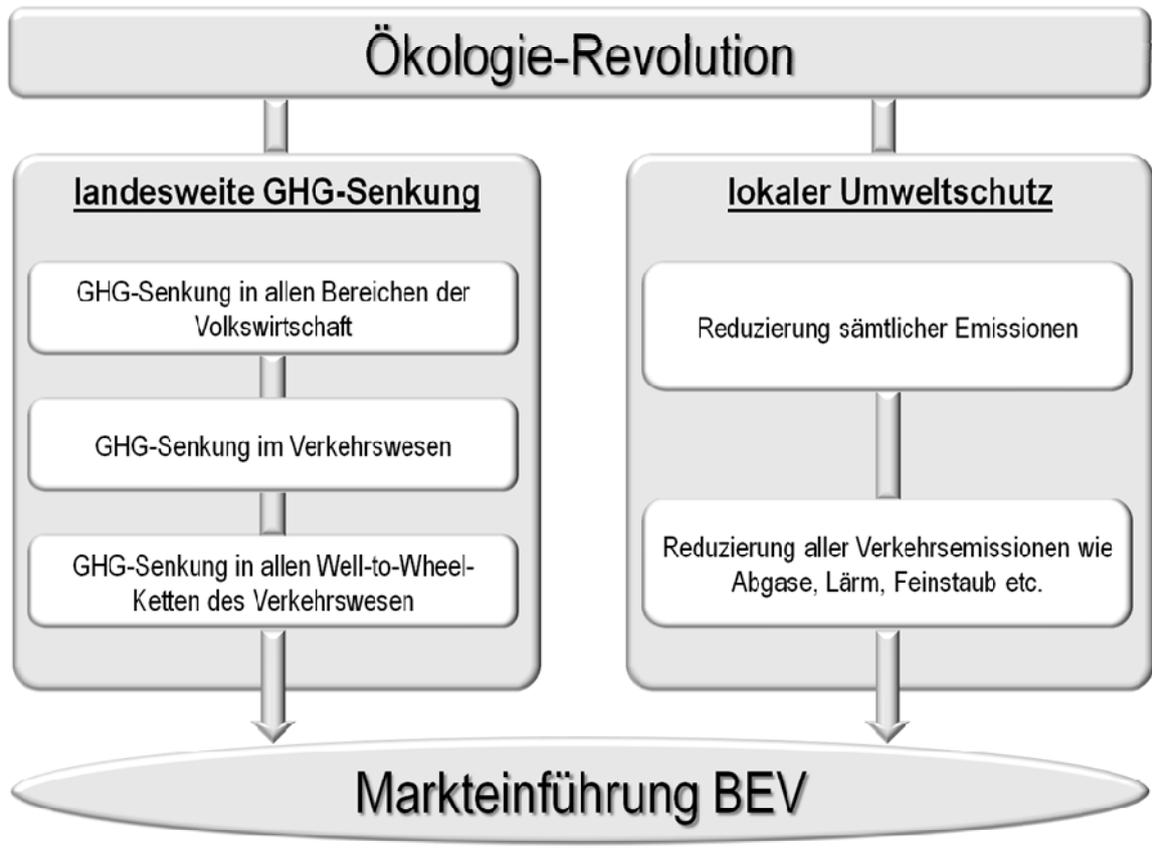


Abbildung 13: Eigene Darstellung.

Wie stark die Ökologie-Revolution als Treiber für die Markteinführung der BEV wirkt, wird deutlich, wenn man sich einige wichtige Eck- und Zielpunkte der landesweiten THG-Senkung und des lokalen Umweltschutzes vor Augen führt. Einige dieser Punkte sind in Abbildung 14 zusammengefasst.

In dem TOP 1000 Energy-Consuming Enterprise Programm sind die 1000 größten Energie verbrauchenden Unternehmen des Landes zusammengefasst, die ein Drittel des gesamten Verbrauchs auf sich vereinen. Diese Unternehmen haben jeweils spezifische Vorgaben zur Erhöhung der Energieintensität und unterliegen einer Sonderkontrolle im Hinblick auf die Einhaltung dieser Zielstellungen. Das Programm zur Schließung energieineffizienter Unternehmen hat bereits einen erheblichen Umfang erreicht. Wie NDRC-Vize Xie Zhenhua in einer Rede in Australien erwähnte, wurden in den letzten fünf Jahren ungefähr 8% der gesamten Elektrizitätswerke geschlossen, was einer Kapazität der Elektroenergieerzeugung von Südkorea oder Spanien entspricht (Seligsohn 2011: 6)

Allein diese wenigen Daten und Fakten zeigen, dass die Ökologie-Revolution einen wichtigen Treiber für die Markteinführung der BEV darstellt. Sowohl die landesweiten THG-Senkungen als auch die lokalen Umweltschutzmaßnahmen, speziell die zur Senkung der

verkehrsbedingten Emissionen, sind langfristig ohne BEV nicht erreichbar. Auch wenn gegenwärtig der Strommix noch einen sehr geringen Anteil erneuerbarer Energien aufweist, sind, wie die folgenden Ausführungen zeigen werden, alle Weichen gestellt, diesen Mix schrittweise und in hohem Tempo zu verbessern, so dass mit der Markteinführung der BEV nicht nur lokale Emissionswerte gesenkt, sondern auch die THG-Werte der Well-to-Battery-Ketten verringert werden können.

Daten und Fakten zur Treiberfunktion der Ökologie-Revolution

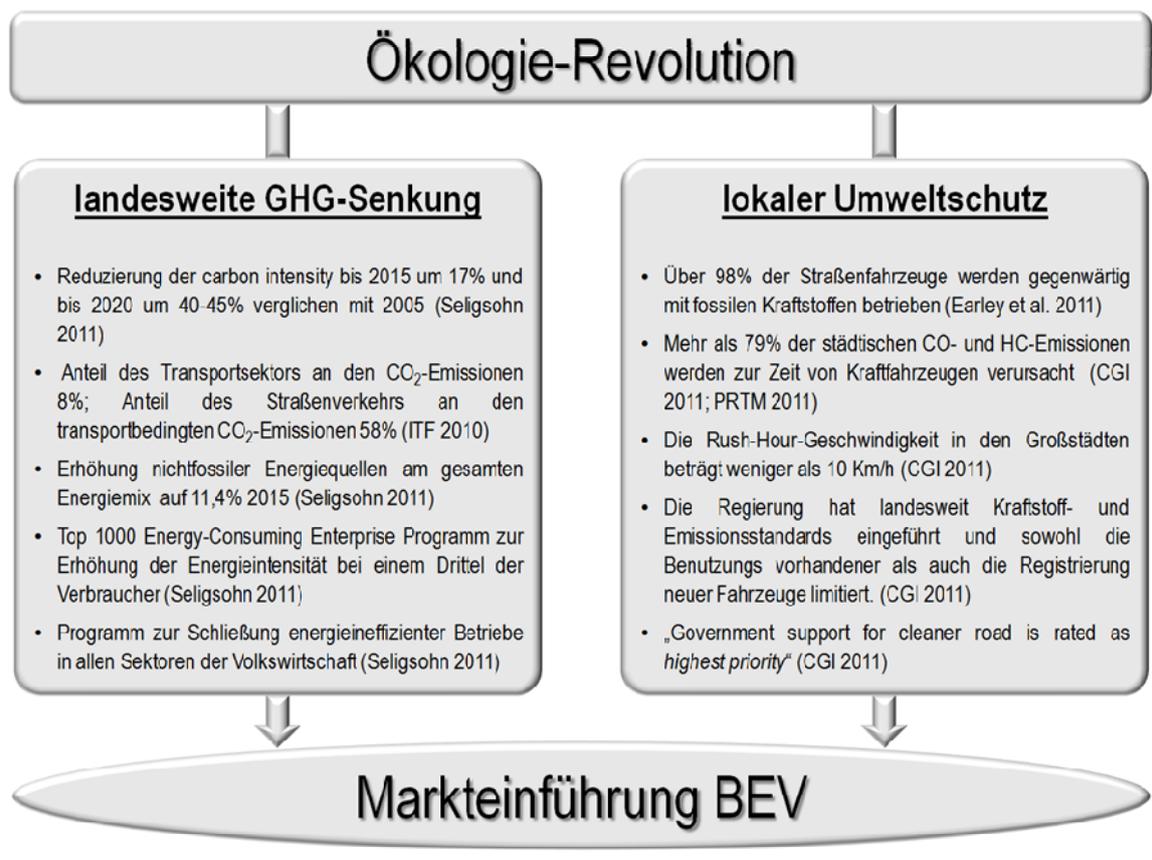


Abbildung 14: Eigene Darstellung, (Seligsohn 2011: 5/6; ITF 2010: Country Sheets China; Early et al. 2011: 1; CGTI 2011: 141, 145; PRTM 2011: 12).

2.2.2.2 Wohlstands-Revolution und BEV

Ein oft zitiertes Sprichwort, das der Initiator der nun über dreißigjährigen chinesischen Reform-Revolution, Deng Xiaoping, geprägt hat lautet: „Armut ist nicht Sozialismus. Reich sein ist ruhmvoll“ (Brainy Quote 2011). In diesem Sinne titelte Bloomberg in einem seiner

Editorials „Rising Wealth Is the Way to Fulfill China’s Revolution“ (Bloomberg 2011). Die Wohlstands-Revolution ist auf zwei Schwerpunkte fokussiert. Zum einen geht es zunächst um Einkommenserhöhungen für alle Bürger, und zwar starke und für jeden spürbare Einkommenserhöhungen. Dengs Losung „Let some people get rich first“ (Brainy Quote 2011) ist erfüllt: 2010 gab es in China über eine Million Millionärshaushalte (Petring 2011). Nun kommt es darauf an, dass das Wirtschaftswachstum allen zugute kommt, dass es zum „inclusive“ Growth wird. Zum anderen geht es darum, dass sich dieser Wohlstand nicht nur in abstrakten rechnerischen Größen niederschlägt, sondern dass er sich sowohl für den Einzelnen als auch die Gesellschaft insgesamt konkretisiert und materialisiert. Der neue Reichtum des Stable Growth muss in symbolträchtigen Gütern Gestalt annehmen, die qualitativ und quantitativ den Charakter dieses Wachstums zum Ausdruck bringen. Und was würde sich dafür besser eignen, als die Green Cars, insbesondere die BEV?

Die Einkommen stellen einen ganz elementaren notwendigen, wenn auch nicht hinreichenden, Treiber für die Markteinführung der BEV dar. Um sich ein Auto, speziell ein BEV, leisten zu können, bedarf es bestimmter minimaler Einkommen. Wenn die nicht vorhanden sind, scheitert eine Markteinführung schlicht an fehlender Kaufkraft. Die Wohlstands-Revolution ist darauf gerichtet, die Einkommen nicht nur schnell sondern auch dauerhaft zu erhöhen, und zwar durch eine Steigerung der direkten und der indirekten Einkommen. Erklärtes Ziel ist es, damit die disponiblen Einkommen und somit auch die potenzielle BEV-Kaufkraft zu erhöhen.

Wie in der Aufstiegsphase der westlichen Industrieländer, fungiert auch in China das Auto als ein handgreiflicher individueller und gesellschaftlicher Wohlstandsindikator. Es symbolisiert Status, Erfolg und Reichtum. Wer ein Auto besitzt, fährt damit nicht nur mehr oder weniger bequem von A nach B, sondern signalisiert sich und seiner Umwelt, dass er es geschafft hat. Und ein grünes Auto repräsentiert darüber hinaus zweierlei: erstens, dass es nicht nur ein Indikator für monetären, sondern auch für ökologischen Wohlstand ist und zweitens, dass sein Besitzer zur New- und High-Tech-Avantgarde gehört.

Abbildung 15 zeigt schlagwortartig, das und inwiefern die Wohlstands-Revolution als Treiber für die Markteinführung der BEV fungiert.

Um sich die Dimensionen der geplanten Einkommenserhöhung im Allgemeinen und der Steigerung der potenziellen BEV-Kaufkraft im Besonderen vor Augen zu führen, ist es hilfreich, sich die folgenden Daten und Fakten Zahl für Zahl zu vergegenwärtigen (Abbildung 16).

Die Wohlstands-Revolution als Treiber für die Markteinführung der BEV

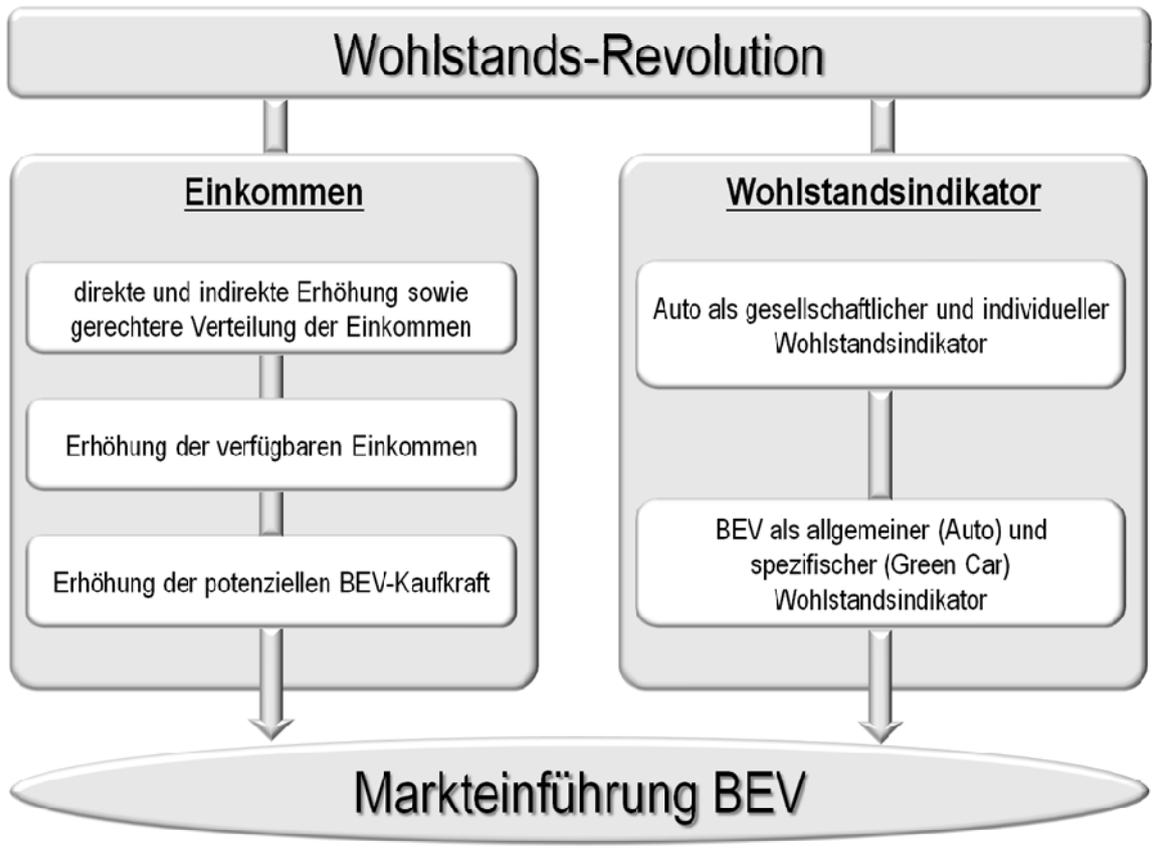


Abbildung 15: Eigene Darstellung.

Sollten diese Zielstellungen der Einkommenssteigerung erreicht werden, dann ist, wie auch die Ausführungen zur Konsum-Revolution zeigen werden, genug Kaufkraft für eine BEV-Markteinführung vorhanden. Hinzu kommt, dass damit nicht nur bei einem wachsenden Teil der Bevölkerung die finanziellen Möglichkeiten zum Erwerb eines BEV vorhanden sind, sondern auch der Wunsch, ein solches zu besitzen. Erstaunlich ist dabei nicht so sehr das Streben, ein Auto zu besitzen. Dies, so scheint es, ist ein Phänomen, das weltweit bei allen Catch-Up-Modernisierungen zu beobachten ist. Interessant ist vor allem die Aufgeschlossenheit gegenüber den neuen BEV, die signifikant höher ist als in westlichen Industrieländern. Dies dürfte nicht zuletzt auch darauf zurückzuführen sein, dass viele der „potential first movers“ bereits persönliche Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen gemacht haben, sei es mit Elektrorädern oder mit Elektrorollern. Gegenwärtig werden in China pro Jahr mehr als 20 Millionen elektrische Zweiradfahrzeuge verkauft (Cherry 2010: 17). Berührungsängste oder Unkenntnis dürften die meisten potenziellen BEV-Käufer nicht haben.

Daten und Fakten zur Treiberfunktion der Wohlstands-Revolution



Abbildung 16: Eigene Darstellung, (HSBC 2010: 2, ADL 2009: 15, EV World 2011).

2.2.2.3 Demographie-Revolution und BEV

Chinas „Demographic Revolution“ (Sullivan 2006: 1) besteht, genau betrachtet, aus zwei Revolutionen: Erstens der „Demographic and Urbanization Revolution“ (US-China 2011) oder, kürzer, der „Urban Demographic Revolution“ (Brockerhoff 2000) und zweitens der „Aging Revolution“ (Future Watch 2004) oder auch „Gray Revolution“ (Coughlin 2010). Beide Revolutionen, die Urbanisierung und die Überalterung, wirken auf je spezifische Art und Weise auch als Treiber für die Markteinführung der BEV.

Was zunächst die Urbane Revolution betrifft, so liegt deren Treiber-Funktion für die Markteinführung der BEV auf der Hand. Das Wachstum und der Neubau von Städten, die Zunahme der Mega-Cities und die Herausbildung von City-Agglomerationen führten notwendigerweise zu einer Erhöhung des inner- und interstädtischen Verkehrs. Damit die daraus erwachsenden Emissionen die Ökologie-Revolution nicht unterlaufen und konterkarieren, müssen die Städte und ihre Verkehre strategisch emissionsarm gestaltet werden. Dazu hat der NDRC 13 Städte und Provinzen als „pilot low-carbon areas“ (Li 2010)

ausgewählt. Dabei spielt die Elektromobilität in ihren unterschiedlichen Formen eine wichtige, insbesondere strategische Rolle.

Die Demographie-Revolution als Treiber für die Markteinführung der BEV.

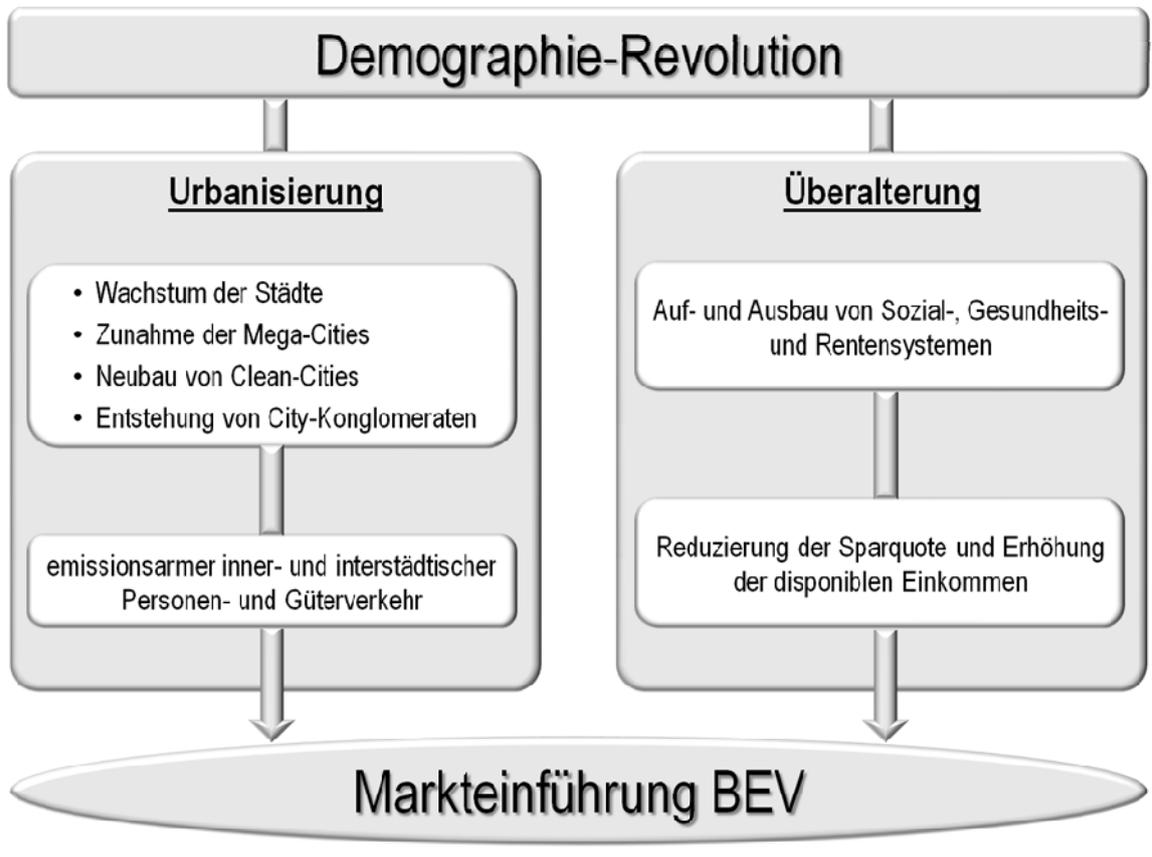


Abbildung 17: Eigene Darstellung.

Im Gegensatz zur Urbanen Revolution liegt bei der Grauen Revolution der Überalterung deren Einfluss auf eine Markteinführung der BEV nicht unmittelbar auf der Hand. Und doch ist deren Treiberfunktion nicht zu unterschätzen. Aufgrund nicht vorhandener oder sehr schlechter Sozial-, Gesundheits- und Rentensystemen und einer langen Tradition, haben viele Menschen so viel irgend ging, zur Vorsorge für mögliche schlechte Zeiten angespart. Das führte dazu, dass China eine im Vergleich mit anderen Ländern exorbitant hohe Sparquote besitzt. Mit dem quantitativen und qualitativen Ausbau der Vorsorgesysteme lockern sich die Sparzwänge, wodurch potenziell mehr Geld für den Konsum zur Verfügung steht. Hinzu kommt, dass zunehmend mehr Menschen das Rentenalter erreichen und auf ihr Ersparnis zurückgreifen können. Und nicht zuletzt haben auch die traditionellen Familienbeziehungen, in die die Pensionäre eingebunden sind, einen Einfluss auf die disponiblen Einkommen der Haushalte. Das Ersparnis der Senioren entlastet die Haushaltskassen und erhöht die potenzielle BEV-Kaufkraft.

Auch die Urbane und die Graue Revolution übertreffen in ihren Dimensionen unser gewohntes Vorstellungsvermögen. Dies machen schon die wenigen folgenden Daten und Fakten zur Treiberfunktion der Demographie-Revolution deutlich (Abbildung 18)

Daten und Fakten zur Treiberfunktion der Demographie-Revolution

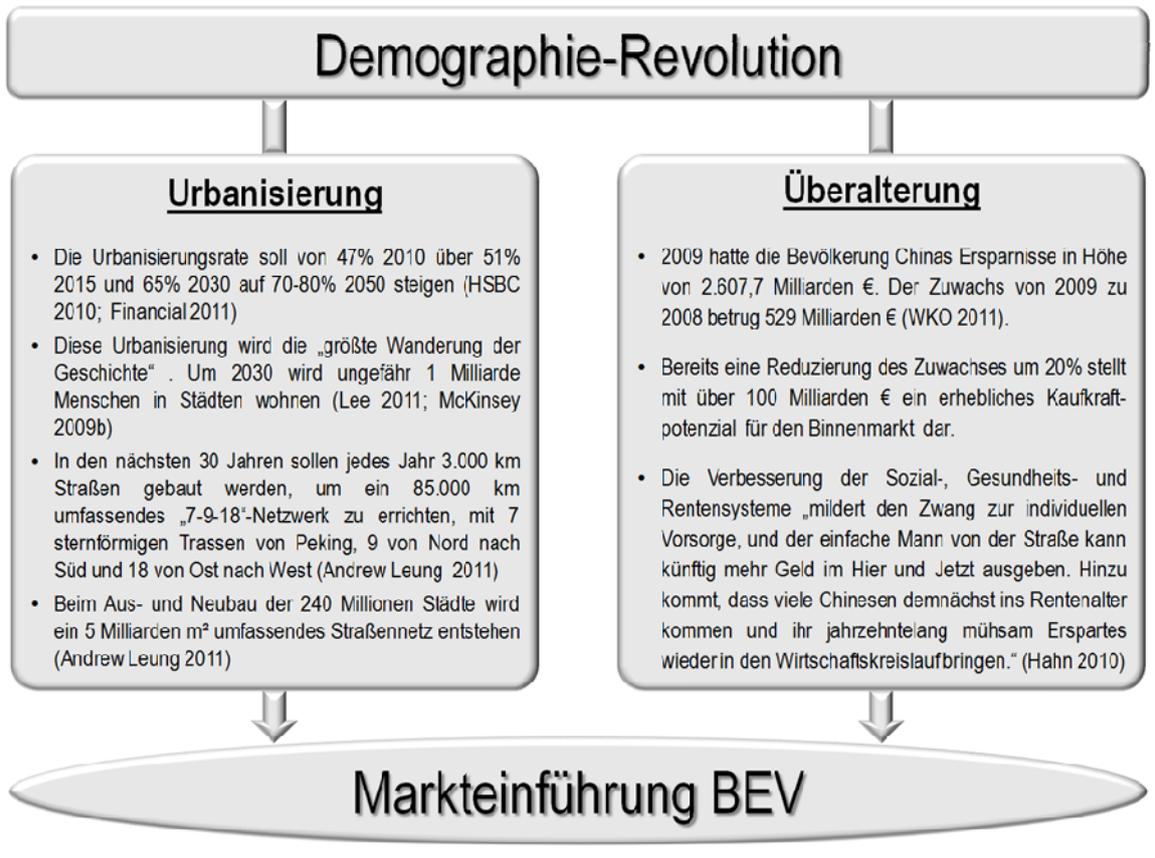


Abbildung 18: Eigene Darstellung, (HSBC 2010: 15; Financial 2011; Lee 2011; McKinsey 2009b: 75; Andrew Leung 2011: 10/11; WKO 2011: 4; Hahn 2010).

Bereits diese wenigen Zahlen zeigen, dass sowohl die Urbane als auch die Aging Revolution einen zunehmenden Einfluss auf die Markteinführung der BEV haben werden. Stellt man sich einmal vor, dass die vorhandenen Geldmittel dazu benutzt würden, um die neuen Straßen mit traditionellen verbrennungsmotorischen Fahrzeugen zu füllen, ist klar, dass dies einer ökologischen Konterrevolution gleich käme. Damit sich ökologische und demographische Revolution nicht wechselseitig blockieren, ist die Markteinführung von Elektrofahrzeugen unerlässlich.

2.2.2.2.4 Konsum-Revolution und BEV

Chinas „Consumer Revolution“ (Taylor 2003; Fidelity Funds 2011) lässt sich auf einen Begriff bringen, und zwar „Consumption, consumption, consumption“ (Wu, Henry 2010: 13). Politik, Wirtschaft und Bürger sind unisono auf dieses Ziel fixiert. Die chinesische Konsum-Revolution entwickelt sowohl einen wachsenden Angebotsdruck als auch einen starken Nachfragesog.

Was zunächst den Angebotsdruck betrifft, so ist dieser nicht nur rein ökonomischer Natur. Selbstverständlich trachtet eine Unzahl in- und ausländischer Unternehmen danach, sich mit ihren Produkten auf dem chinesischen Binnenmarkt zu etablieren und die Kaufkraftpotenziale für sich abzuschöpfen. Nicht nur alle Global Player, egal welcher Branche, sind mit Vertriebs- und oft auch Produktionsfirmen in China präsent, auch die inländischen Unternehmen kämpfen um die Gunst der über 1,3 Milliarden Konsumenten. Neben diesem sozusagen urwüchsigen betriebs- und volkswirtschaftlichen Angebotsdruck gibt es auch einen nicht minder starken politischen. Die chinesischen Führungsgremien orientieren auf die Bereitstellung hochwertiger und zukunftsfähiger einheimischer Konsumgüter, die erst den Binnenmarkt und dann Zug um Zug den Weltmarkt erobern sollen. Autos, speziell die BEV, stehen dabei ganz oben auf der Agenda.

Und was den Nachfragesog nach hochwertigen Konsumgütern und speziell nach Autos anbelangt, so wird dieser zusehends stärker. In dem Maße, wie die disponiblen Einkommen steigen, gelangt die Sehnsucht nach dem eigenen Auto aus dem Reich der unerfüllbaren Träume in den Horizont finanzierbarer Wünsche. Autobesitz wird machbar. Gesellschaftlicher Nachholbedarf und individueller Nachholwille verschmelzen zu einem massiven Sog.

Die politische und gesellschaftliche Orientierung auf den Binnenmarkt und chinesische High-Tech-Konsumgüter ist nicht zufällig. Zum einen muss die Binnennachfrage kräftig angekurbelt werden, um das Wirtschaftswachstum dauerhaft zu verstetigen, denn das bisherige Hyper Growth war primär export- und investitionsgetrieben. Das erstere birgt die Gefahr der Abhängigkeit von Weltmarktkonjunktoren und -krisen, das zweite die Gefahr der Blasenbildung. Beides ist Gift für das angestrebte Stable Growth. Zum anderen sind die 7 SEI's mit ihren jeweiligen Leap-Frog-Strategien darauf gerichtet, technologische Durchbrüche zu erreichen, die sich in Produkten niederschlagen, die zunächst den Binnenmarkt und dann den Weltmarkt erobern. Dies gilt auch und gerade für die BEV, wie weiter unten noch explizit gezeigt wird.

Beides, sowohl der politische und wirtschaftliche Angebotsdruck als auch der gesellschaftliche und individuelle Nachfragesog, treibt die Markteinführung der BEV voran. Auch hier sprengen die Größe und die Dynamik des chinesischen Binnenmarktes den gewohnten Vorstellungshorizont, wie die entsprechenden Daten und Fakten ansatzweise deutlich machen (Abbildung 20).

Die Konsum-Revolution als Treiber für die Markteinführung der BEV

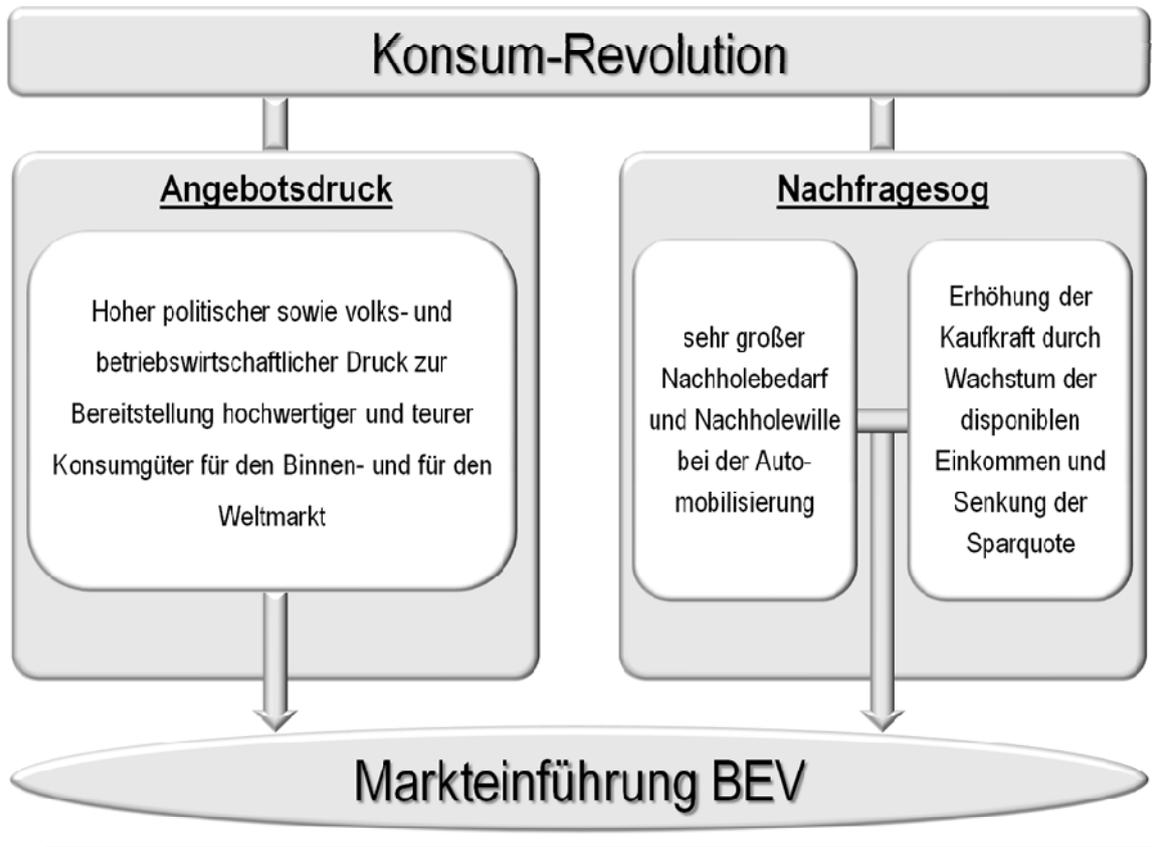


Abbildung 19: Eigene Darstellung.

Diese Konfiguration der Konsum-Revolution von steigendem Angebotsdruck und wachsendem Nachfragesog stellt einen sehr starken Zwang zur Markteinführung der BEV dar. Die klare Orientierung der Führungsgremien, bei den BEV einen Leap-Frog zu erzielen und in den nächsten zehn Jahren auf diesem Gebiet die technologische und Weltmarktführerschaft zu erreichen sowie der sich immer stärker auch finanziell artikulierende Wunsch von Millionen Menschen, ein Auto zu besitzen, verschmelzen zu einem starken Treiber. Und auch hier gilt, dass verbrennungsmotorisch betriebene Fahrzeuge einer ökologischen Konterrevolution gleich kämen und alle Clean-City-Programme zunichte machen würden.

Daten und Fakten zur Treiberfunktion der Konsum-Revolution

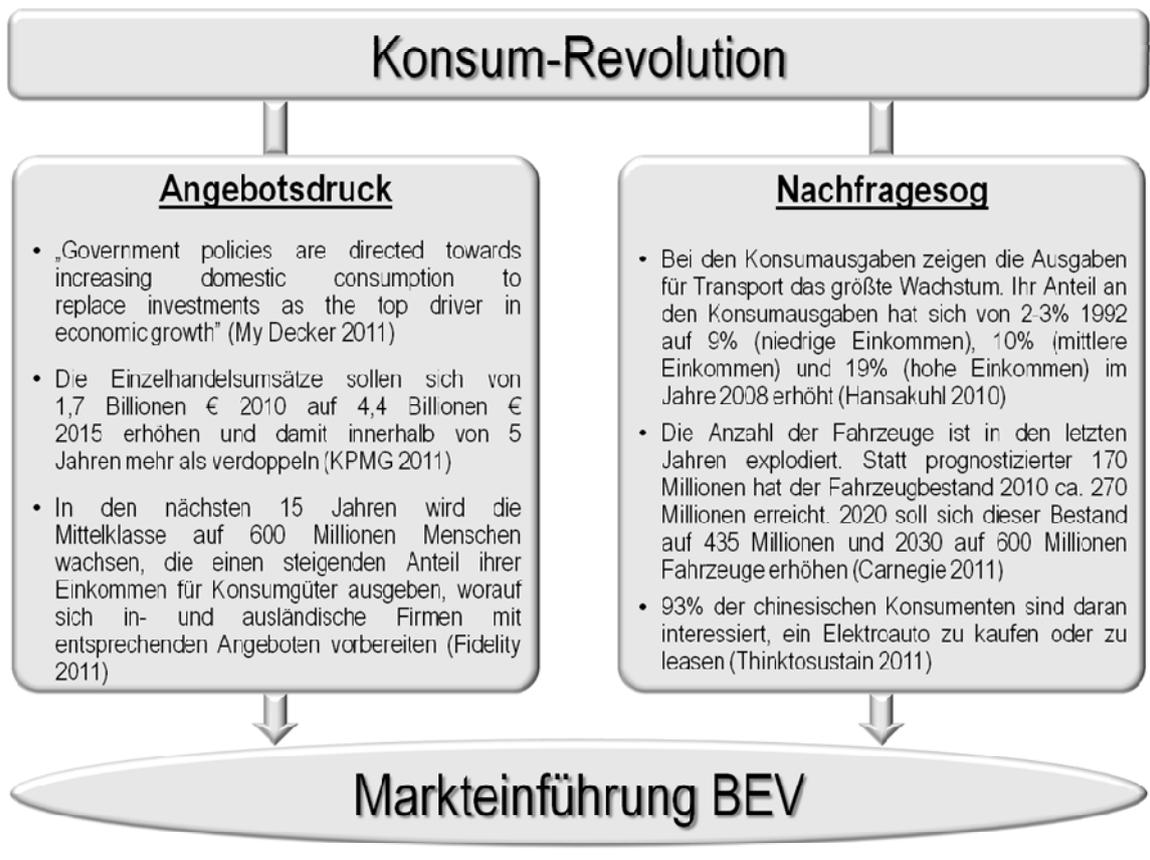


Abbildung 20: Eigene Darstellung, (My Decker 2011: 3; KPMG 2011: 2; Fidelity 2011: 1; Hansakuhl 2010: 5; Carnegie 2011: 1, 8; Thinktosustain 2011).

2.2.2.2.5 Energie-Revolution und BEV

Chinas „Energy Revolution“ (Niemi 2007; Nelder 2009) ist im Kern eine „Clean-Energy Revolution“ (Ying 2007; Johnson 2008). Es geht nicht um Energie schlechthin, sondern um saubere Energie, und dies in zweierlei Hinsicht: Zum einen im Hinblick auf die Energiequellen, zum anderen in Bezug auf die Energieeffizienz. Insofern hat die Energie-Revolution viele Berührungs- und Schnittpunkte mit der oben skizzierten Ökologie-Revolution.

Was zunächst die Energiequellen betrifft, so ist China, wie bereits oben erwähnt, seit 1993 Nettoimporteur von Erdöl und seit 2009 auch Nettoimporteur von Kohle, und zwar im wachsenden Maße. Da Öl und Kohle gegenwärtig ca. 90 % der Energiequellen darstellen, wird das Wirtschaftswachstum mit einer zunehmenden Importabhängigkeit bei beiden Energiequellen immer mehr von der Höhe und den Schwankungen der entsprechenden Weltmarktpreise abhängig. Dies läuft einem Stable Growth völlig zu wider. China unternimmt deshalb alle erdenklichen Anstrengungen, diese Abhängigkeiten zu reduzieren, angefangen

von den Bemühungen, langfristig stabile Zulieferungen aus allen Teilen der Welt zu erhalten, über den forcierten Ausbau nichtfossiler Energiequellen bis hin zur Erhöhung der Energieeffizienz.

Die Erhöhung der Energieeffizienz stellt kurz- und mittelfristig eine der entscheidenden Einsparungspotenziale dar. Hinzu kommt, dass eine Erhöhung der Energieeffizienz auch einen Beitrag zur ökologischen Revolution darstellt, weil damit zumeist deutliche THG-Senkungen und eine Minimierung der lokalen Emissionen verbunden sind. Die Erhöhung der Energieeffizienz betrifft vor allem auch die Elektrizitätsnetze, die in den nächsten Jahren und Jahrzehnten nicht nur modernisiert, sondern im Hinblick auf ihren technischen Standard Weltspitze erreichen sollen.

Inwiefern die Energiequellen und die Energieeffizienz zwei starke Treiber für die Markteinführung der BEV sind, zeigt die folgende Abbildung:

Die Energie-Revolution als Treiber für die Markteinführung der BEV

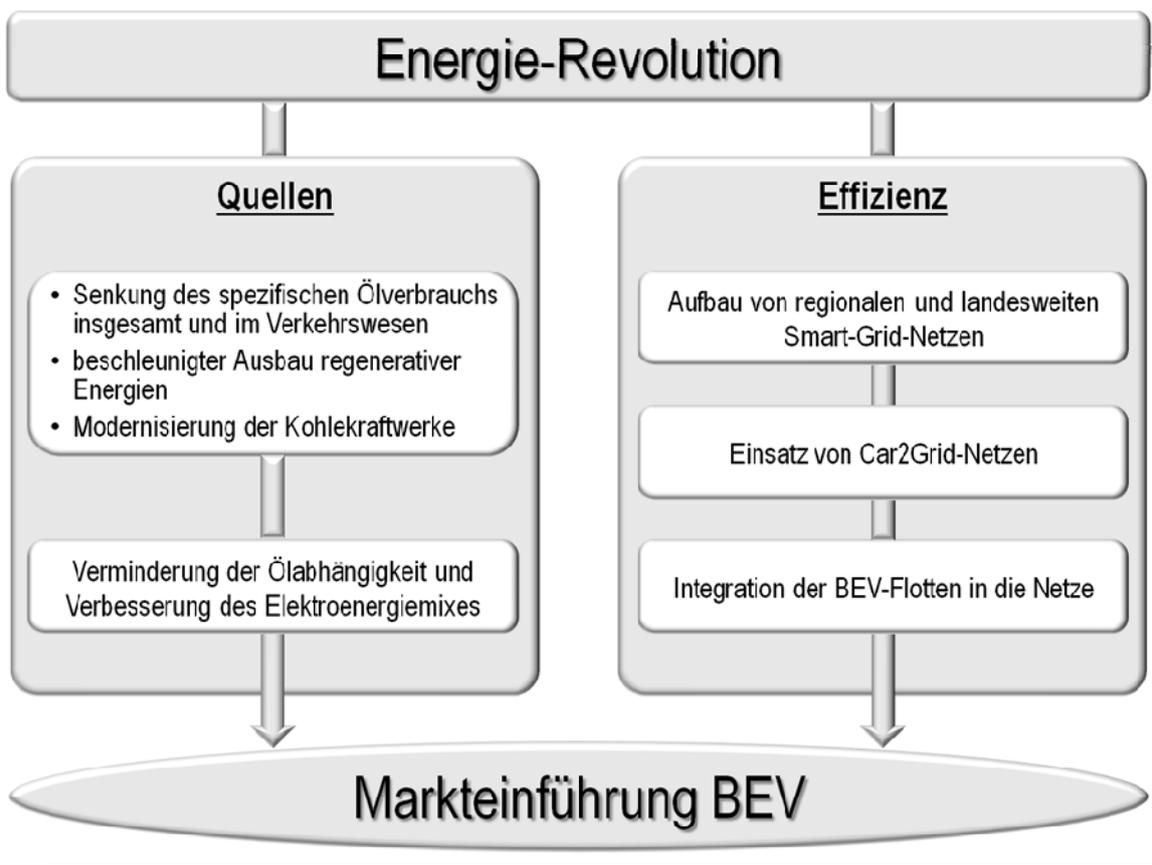


Abbildung 21: Eigene Darstellung.

Die Energie-Revolution macht zweierlei sehr anschaulich deutlich: Zum einen, dass die Revolutionen, untereinander in einem engen Zusammenhang stehen, zum anderen, dass die

Markteinführung der BEV nicht nur Ergebnis der Revolutionen, sondern auch Bestandteil derselben ist.

Der Umbau und die Modernisierung der Energiequellen betreffen auch und gerade die ökologische Revolution und deren Zielstellung, die THG-Werte landesweit zu senken und den lokalen Umweltschutz voranzutreiben. Vor allem die Aufgabe, die Well-to-Battery-Ketten und den Elektroenergiemix ökologischer zu gestalten, ist ohne eine durchgreifende Modernisierung der Energiequellen und –netze nicht zu realisieren. Ob und inwieweit die BEV nicht nur regional, sondern tatsächlich gesamtgesellschaftlich ökologisch sind, hängt wesentlich von der Geschwindigkeit und dem Umfang der Energie-Revolution ab.

Daten und Fakten zur Treiberfunktion der Energie-Revolution

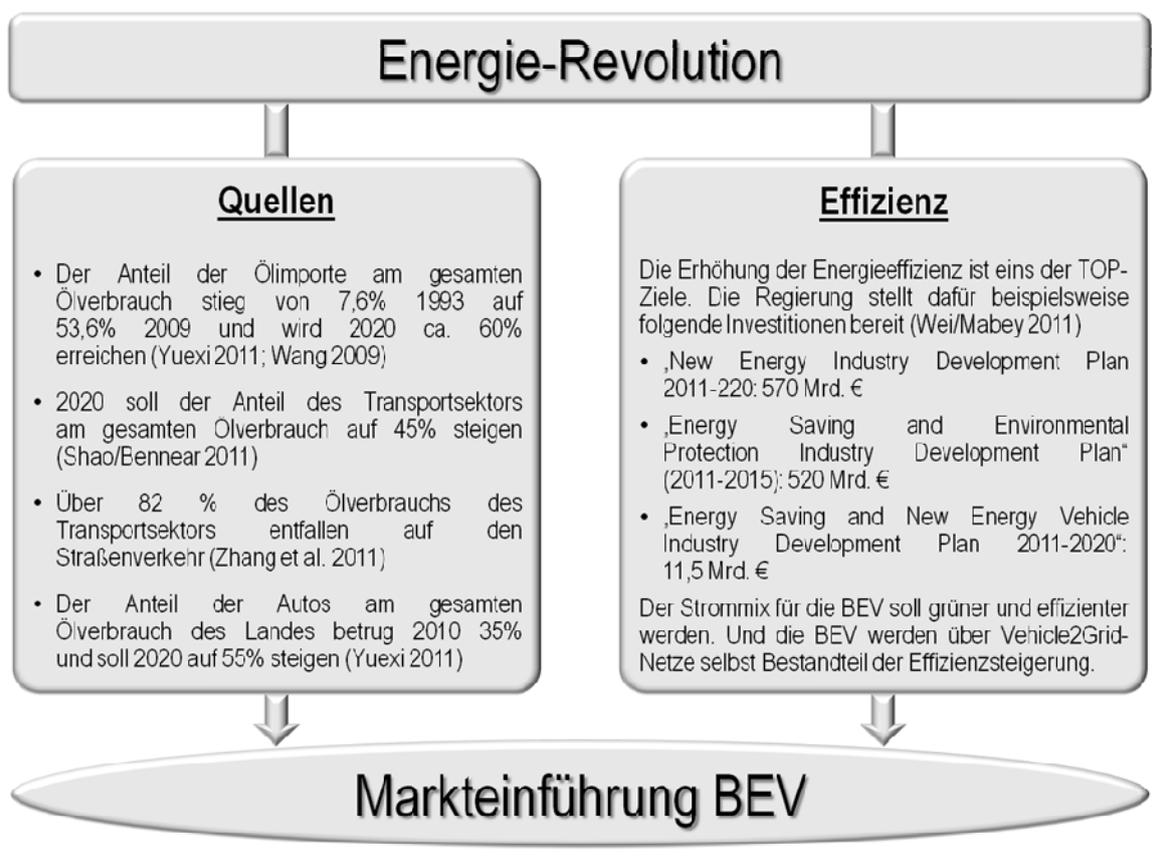


Abbildung 22: Eigene Darstellung, (Yuexi 2011: 1; Wang 2009: 3; Shao/Bennear 2011: 4; Zhang et al. 2011: 4; Wei/Mabey 2011: 9).

Und der Aufbau zukunftsorientierter "Smart-Grids" hängt wiederum mit davon ab, wie schnell und in welchem Umfang es gelingt, Car2Grid-Netze aufzubauen und damit die BEV zum festen Bestandteil solcher Netze zu machen. Insofern sind auch die BEV ein Treiber für die Energie-Revolution.

Die entsprechenden Daten und Fakten (Abbildung 22) zeigen, dass die Umgestaltung und Modernisierung der Energiequellen die Markteinführung der BEV erzwingt und dass für die Erhöhung der Energieeffizienz in den kommenden Jahren erhebliche Mittel bereitgestellt werden.

Bereits die Titel der drei genannten Pläne zur Effizienzsteigerung der Netze zeigen, dass hier Energie-Revolution, Ökologie-Revolution sowie Entwicklung und Markteinführung der BEV sehr eng miteinander verzahnt sind und nicht isoliert, sondern in dieser Verzahnung vorangetrieben werden. Und die eingesetzten Summen machen deutlich, dass hier nicht eine Effizienz-Kosmetik, sondern eine radikale Effizienzerhöhung der Elektroenergieproduktion und -verteilung erreicht werden soll.

2.2.2.2.6 Wissens-Revolution und BEV

Chinas Wissens-Revolution ist auf zwei Schwerpunkte fokussiert: Erstens geht es um eine Bildungs-Revolution, und zwar sowohl um eine allgemeine „Education Revolution“ (Zhi 2010) als auch um eine spezielle „Higher Education Revolution“ (Ivanov 2011) und zweitens um eine „R&D Revolution“ (Garten 2005; Borgonjon 2011: 6). Beide Revolutionen, die Bildungs- und die F&E-Revolution, zielen darauf, China nicht nur zu einer Wissensgesellschaft, sondern zu *der* Wissensgesellschaft schlechthin zu machen. Auch auf diesem Gebiet strebt China eine globale Führungsrolle an. Dabei geht es nicht nur um quantitative, sondern vor allem um qualitative Veränderungen im Bildungs- und F&E-Bereich. Ein wesentlicher Schwerpunkt besteht hierbei darin, den Übergang von der bisher dominanten „Repetier- und Kopier“-Kultur zu einer „Inventions- und Innovations“-Kultur zu erreichen.

Die Ausbildungsrevolution, die den gesamten Bildungsbereich vom Kindergarten über die Schulen bis hin zu den Universitäten und Hochschulen umfasst (Outline 2010), stellt insofern einen wichtigen Treiber für die Markteinführung der BEV dar, als hier all die zukünftigen Fachkräfte ausgebildet werden, die für die Entwicklung und Markteinführung der BEV notwendig sind: Techniker, Servicepersonal, Manager, Marketingexperten, Finanz- und Wirtschaftsfachleute etc. Es kann davon ausgegangen werden, dass China das für die Markteinführung der BEV notwendige Human Capital selbst ausbildet und dass es weder zu größeren personellen Engpässen, noch zu Auslandsabhängigkeiten kommt, auch wenn der Bedarf in den folgenden Jahren stark ansteigt.

Bei der F&E-Revolution ist zunächst eine deutliche Erhöhung der Ausgaben für Forschung und Entwicklung zu verzeichnen. In den nächsten Jahren wird sich China im Hinblick auf den Anteil der F&E-Mittel am BIP schrittweise dem Benchmarking der westlichen Industrieländer annähern. Dabei profitieren die 7 SEI's im Allgemeinen und die Clean-Energy-Vehicle-Industrie im Besonderen von überproportionalen Mittelbereitstellungen. Dies wiederum stellt einen wichtigen Treiber für die Entwicklung und Markteinführung der BEV dar.

Stichpunktartig zusammengefasst wirkt die Wissens-Revolution über ihre Ausbildungs- und ihre F&E-Revolution wie folgt auf die Markteinführung der BEV:

Die Wissens-Revolution als Treiber für die Markteinführung der BEV

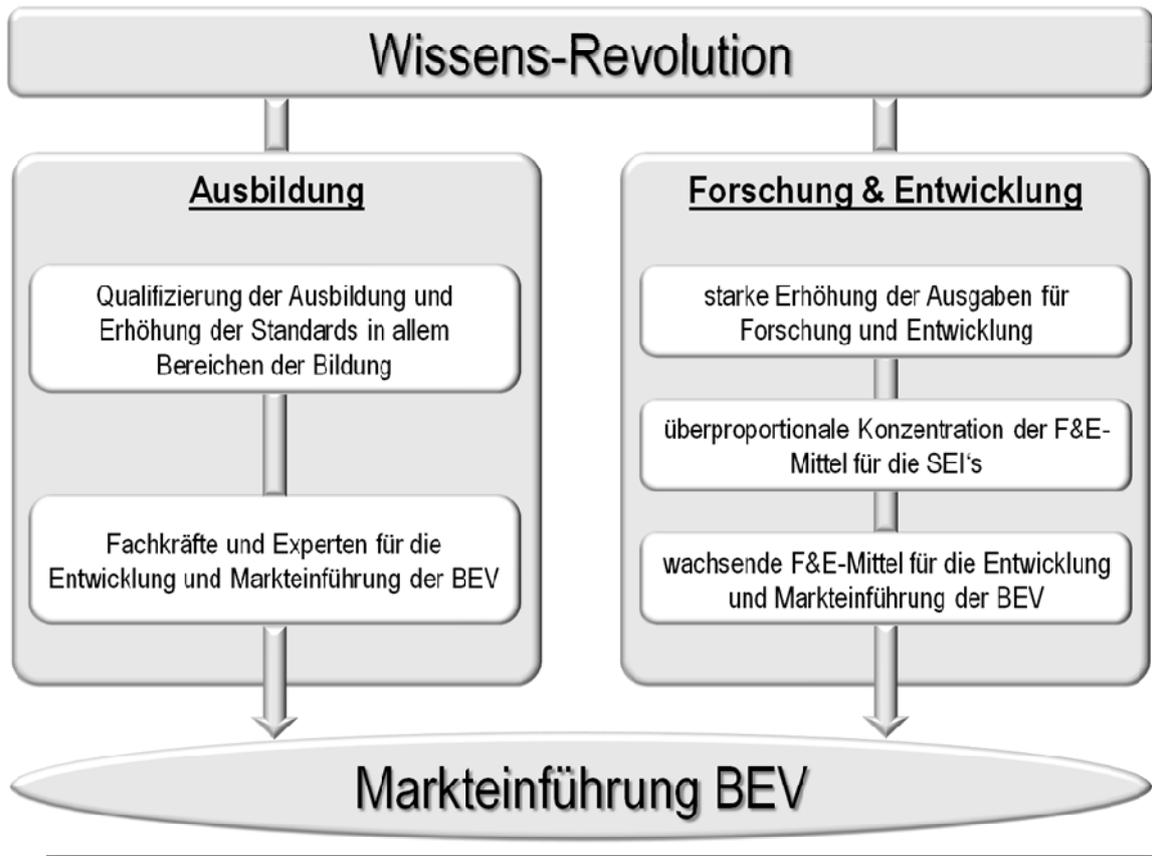


Abbildung 23: Eigene Darstellung.

Damit stellt die Wissens-Revolution sowohl die personellen als auch die finanziellen Mittel für ein Leap-Frogging im Bereich der BEV bereit. Dass es sich hierbei nicht einfach nur um allgemeine Absichtserklärungen handelt, sondern dass sich diese personelle und finanzielle Mittelbereitstellung in ganz konkreten Zahlen niederschlägt, macht die folgende Abbildung ansatzweise deutlich:

Daten und Fakten zur Treiberfunktion der Wissens-Revolution

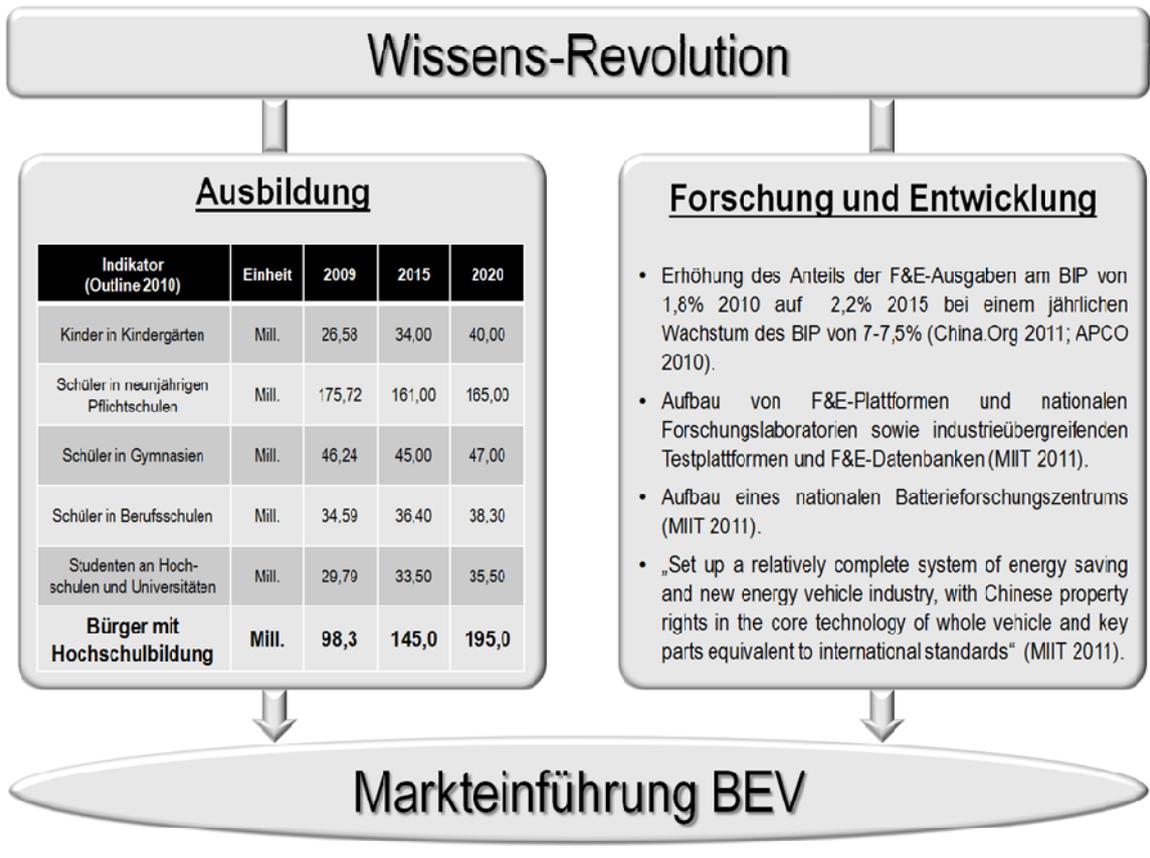


Abbildung 24: Eigene Darstellung, (Outline 2010: 11/12; China.Org 2011; APCO 2010: 3; MIIT 2011).

Auch hier fordern die Daten und Fakten wieder unser Vorstellungsvermögen heraus. Zwei Punkte verdienen hier besondere Aufmerksamkeit: Erstens das Ziel, die Anzahl der Bürger mit Hochschulausbildung in nur zehn Jahren fast zu verdoppeln. Dies ist ein ebenso praktischer wie großer Schritt in Richtung Wissensgesellschaft. Und zweitens das Ziel, die Eigentumsrechte in der Kerntechnologie des gesamten Fahrzeuges sowie in wichtigen Teiltechnologien zu besitzen. Die Erreichung dieses Ziels wäre ein entscheidender Schritt, um die angestrebte Technologie-, Produktions- und Marktführerschaft bei den BEV zu erreichen.

2.2.2.2.7 Technik-Revolution und BEV

Chinas „Technology Revolution“ (Lococo/Lee 2010) oder „Tech Revolution“ (Greenberg/Tanaka 2009; chinastartupjobs 2011) ist mit ihren explizit formulierten Leap-Frog-Zielen darauf ausgerichtet, bei den 7 SEI's, den Strategic and Emerging Industries, des

neuen 12. Fünf-Jahrplans Durchbrüche zur technologischen Weltspitze zu erreichen. Die Elektroautos im Allgemeinen und die BEV im Besonderen spielen dabei eine zentrale Rolle, so dass auch schon von einer „Car Technology Revolution“ (Waldmeir 2009) gesprochen wurde.

Wie bereits oben in Abbildung 9 gezeigt wurde, haben neben den Clean-Energy-Vehicle-Industrien noch fünf andere Industrien der „Magic 7“ mit ihren jeweiligen Sub-Industrien einen Einfluss auf die Markteinführung der BEV. Das heißt, die Bemühungen um technologische Quantensprünge, speziell um BEV-relevante technologische Quantensprünge, verleihen der Entwicklung und Markteinführung der BEV zusätzliche Schübe. Geschwindigkeit, Umfang und Dauerhaftigkeit der BEV-Markteinführung hängen nicht nur von den Erfolgen respektive Misserfolgen in den Clean-Energy-Vehicle-Industrien ab, sondern sind auch ein Resultat der anderen SEI's. Die BEV sind von vornherein in die Entwicklung anderer Strategic and Emerging Industries eingebettet und mögliche Synergiepotenziale werden aufmerksam beobachtet und gefördert.

Die Technik-Revolution als Treiber für die Markteinführung der BEV

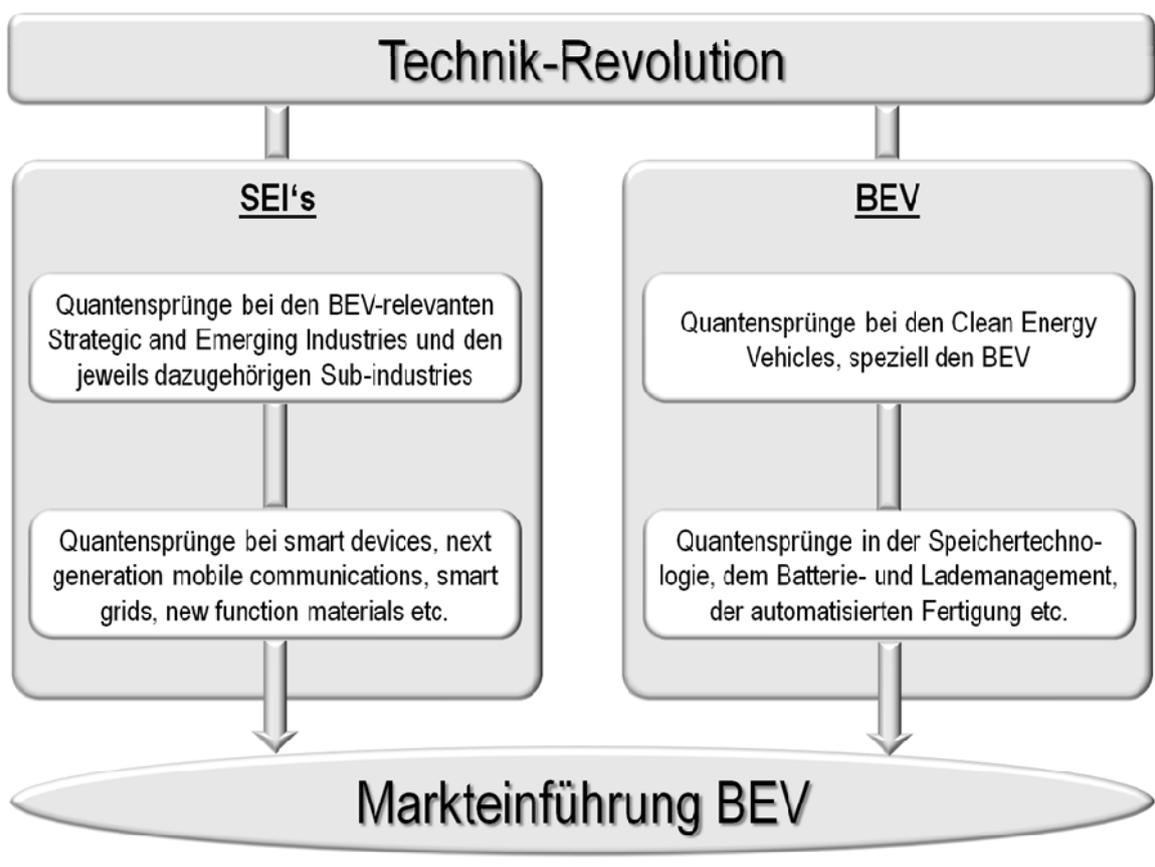


Abbildung 25: Eigene Darstellung.

Was die technische Revolution im Bereich der BEV betrifft, so ist sie, wie bereits mehrfach erwähnt, explizit auf wissenschaftlich-technische Durchbrüche und Quantensprünge

fokussiert. Die technische BEV-Entwicklung ist als Leap-Frogging-Prozess konzipiert. Und: Die BEV-Entwicklung ist eins der zentralen Felder der von China eingeleiteten technischen Revolution. Der geplante große technologische Quantensprung im BEV-Bereich setzt sich aus einer ganzen Reihe einzelner Quantensprünge zusammen, so etwa in der Speichertechnologie, im Batterie- und Lademanagement oder in der automatisierten Fertigung. Abbildung 25 fasst stichpunktartig die beiden Hauptlinien der Technik-Revolution zusammen, die die Markteinführung der BEV vorantreiben.

Daten und Fakten zur Treiberfunktion der Technik-Revolution

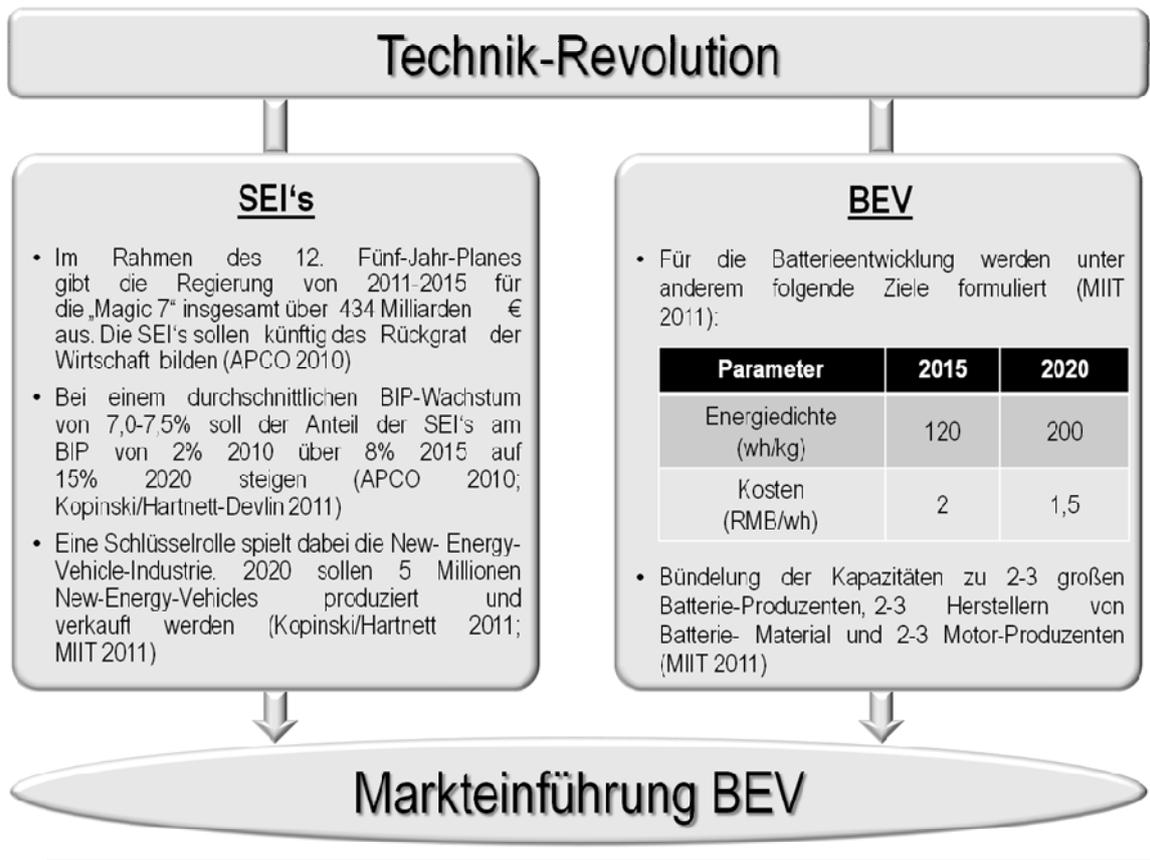


Abbildung 26: Eigene Darstellung, (APCO 2010: 3; Kopinski/Hartnett 2011: 4, MIIT).

Die Quantensprungprogramme der SEI's im Allgemeinen und der Clean-Energy-Vehicle-Industrien im Besonderen sind keine allgemeinen Absichtserklärungen, sondern schlagen sich in konkreten ökonomischen und technologischen Zielstellungen nieder. Die überproportionale Mittelbereitstellung für die Strategic and Emerging Industries ist nicht nur mit der Erwartung, sondern mit der Forderung verknüpft, dass aus den „Magic 7“ in zehn Jahren die „Glorious 7“ werden. Einige dieser ökonomischen und technologischen Forderungen sind in Abbildung 26 exemplarisch zusammengefasst.

Es versteht sich von selbst, dass die Erreichung der ökonomischen Ziele für die SEI's mehr bedeutet, als die Erfüllung technischer Pflichtenhefte. Hier geht es um die massenhafte Markteinführung von High-Tech-Produkten auf dem Binnen- und dann auch auf dem Weltmarkt. Dies gilt auch und gerade für die BEV, von denen erwartet wird, dass sie eine dieser Leitproduktlinien werden.

2.2.2.3 Treiber-Ensemble: BEV und Treiber-Revolutionen

Lässt man noch einmal die zuvor skizzierten sieben Treiber-Revolutionen Revue passieren, wird sehr schnell deutlich, dass sie nicht isoliert voneinander wirken, sondern dass sehr eng miteinander verflochten sind. Bei diesen Verflechtungen fallen mindestens drei Konfigurationen ins Auge, die sich aus dem Zusammenwirken der beschriebenen Revolutionen ergeben und die in Abbildung 27 stichwortartig zusammengefasst sind.

Im Einzelnen lassen sich diese drei Treiber-Konfigurationen wie folgt umreißen:

Bei den Treiber-Clustern handelt es sich um Gruppen von Revolutionen, die eine ähnliche oder gleiche Wirkungsrichtung haben und die sich überlappen. Sehr anschaulich deutlich wird dies beispielsweise bei der Energie-, Ökologie und Technik-Revolution, die im Hinblick auf eine Clean-Energy-Technologie in die gleiche Richtung zielen und sich in bestimmten Feldern (Stichwort Smart Grids) überlappen. Und solche Programmbezeichnungen wie etwa „Energy Saving and Environmental Protection Industry Development Plan“ oder „Energy Saving and New Energy Vehicle Industry Development Plan“ (siehe Abbildung 20), machen dies auch explizit deutlich.

Die Treiber-Wechselwirkungen hängen eng mit den Clustern zusammen, sind aber damit nicht identisch. Hier geht es darum dass sich Treiber-Revolutionen nicht nur überschneiden und/oder in die gleiche Richtung wirken, sondern dass sie sehr eng miteinander verzahnt sind und sich wechselseitig vorantreiben. Dies ist beispielsweise bei der Wohlstands- und Konsum-Revolution der Fall, die auf vielfältige Art und Weise wechselseitig aufeinander einwirken. Aber auch bei der Energie- und Ökologie-Revolution ist deren enge Verzahnung immer wieder deutlich geworden.

Bei den Treiber-Konflikten können unterschiedliche Treiber-Revolutionen zueinander in Widerspruch geraten und sich wechselseitig zunichte machen. Dies wäre beispielsweise bei der Konsum- und der Ökologie-Revolution dann der Fall, wenn der Konsum auf Kosten des regionalen oder landesweiten Umweltschutzes erhöht wird, also etwa durch den exponentiellen Kauf und Betrieb von verbrennungsmotorischen Fahrzeugen. Derartige Treiber-Konflikte sind insofern besonders interessant, weil hier in vielen Fällen die BEV als Konfliktlösung fungieren. Wenn eine Stadt oder Region BEV einführt, dann können damit die latenten Konflikte von Ökologie- und Konsum-Revolution entschärft werden. Die BEV fungieren sozusagen als gesellschaftlicher Problemlöser.

Zusammenhänge zwischen den Treiber-Revolutionen

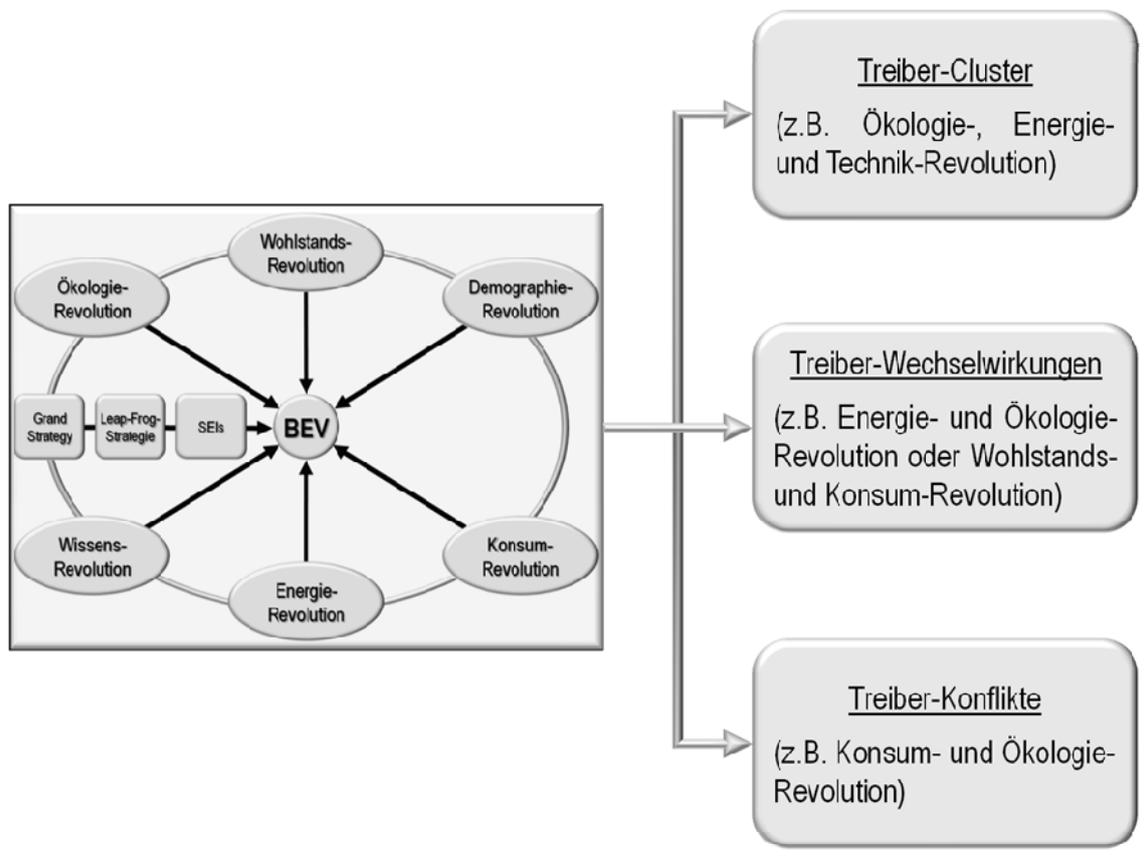


Abbildung 27: Eigene Darstellung.

Bereits diese drei Konfigurationen zeigen, dass das Treiberensemble mehr ist, als die bloße Summe seiner Teile. Die sieben Revolutionen wirken auf unterschiedliche Art zusammen und bilden dadurch, wenn man so will, „Meta-Treiber“ heraus, die auf die Markteinführung der BEV wirken.

Zwischen den Treiber-Revolutionen und der Markteinführung der BEV bestehen nicht nur einseitige Ursache/Wirkungs-Beziehungen im Sinne von Treiber und Getriebenen. Die Entwicklung und Markteinführung der BEV wirkt auch auf die Treiber-Revolutionen zurück. Am deutlichsten wird dies bei der Netzintegration der BEV, den Vehicle2Grid-Netzen. Hier sind die BEV direkt und unmittelbar Bestandteil der Energie-Revolution, speziell der Effizienz-Revolution. Aber auch dort, wo eine solche enge Beziehung zwischen Treiber-Revolution und BEV nicht auf der Hand liegt, wirken die Entwicklung und Markteinführung der BEV auf einzelne Revolutionen, auf Treiber-Cluster, auf Treiber-Wechselwirkungen und Treiber-Konflikte zurück.

Der Einfluss der BEV-Markteinführung auf die Treiberkonfigurationen

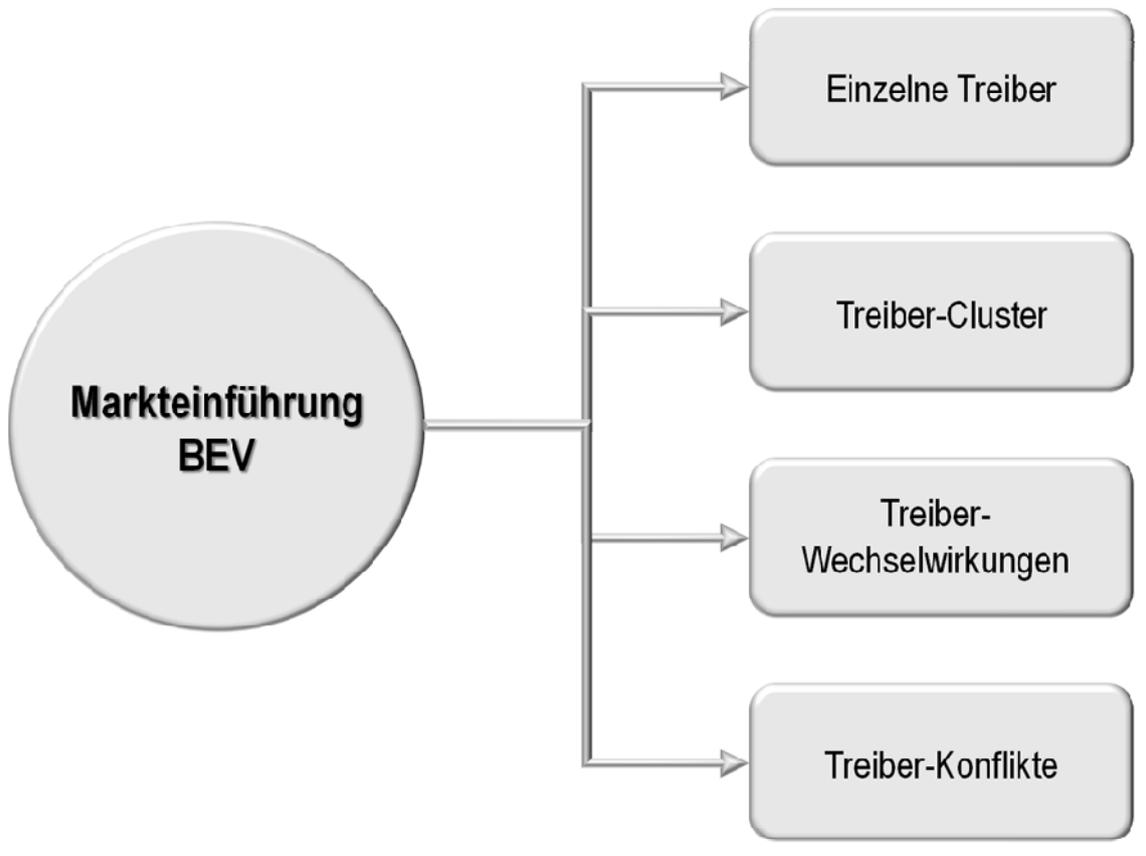


Abbildung 28: Eigene Darstellung.

Zwei Beispiele mögen diese Rückwirkung der BEV auf die Treiber-Revolutionen exemplarisch veranschaulichen.

Wenn es gelingt, mit der Markteinführung der BEV, diese nicht nur als ein „Notauto“ zweiter Klasse sondern als „High-Green-Tech-Car“ zu vermarkten, dann bekäme das Auto als Wohlstandsindikator einen viel weiteren, ökologischen Sinn. Die BEV würden nicht nur individuellen monetären Reichtum, sondern gemeinschaftlichen ökologischen Wohlstand repräsentieren und damit eine Symbolfunktion erfüllen, die auch die Ökologische Revolution vorantreiben würde. Grundlagen für eine solche Vermarktungsstrategie sind, wie oben gezeigt, vorhanden.

Das zweite Beispiel betrifft die Demographie-, speziell die Urbane Revolution. Schon jetzt ist klar, dass eine effiziente Mobilität in den neuen Millionen- und Mega-Cities mit den traditionellen Mobilitätsmustern der fossilen Automobilära des vergangenen Jahrhunderts nicht zu erreichen sind. Auch wer im sauberen Stau steht, steht im Stau. Notwendig sind neue, zukunftsfähige Mobilitätsmuster und nicht Kopien der Verkehrsstrukturen westlicher Großstädte. Der Leapfrog im Bereich der BEV ist nicht damit getan, dass die BEV einfach an Stelle der verbrennungsmotorischen Fahrzeuge treten. Ein Quantensprung ist auch und

gerade in der Herausbildung neuer multimodaler Mobilitätsformen erforderlich. Ein solcher Prozess würde der urbanen Revolution zusätzlich Schubkraft verleihen. Die neuen Großstädte wären kein gefürchteter Verkehrsmoloch, sondern ein vielfältiger Mobilitätsraum, in dem sich die Menschen die ihnen gemäße Mobilitätstechnik selbst nach ihren Bedürfnissen zusammenstellen können.

Mit der hier ansatzweise skizzierten Rückwirkung der BEV auf einzelne Treiber, auf bestimmte Treiberkonfigurationen und auf das Treiber-Ensemble insgesamt, kommen die klassische Treibertheorie und -analyse an ihre Grenzen. Die Markteinführung der BEV geschieht nicht durch Treiber, die einseitig auf die BEV wirken und eine Art Variable oder gar Stellschraube darstellen, über die sich die Markteinführung steuern ließe. Die Markteinführung der BEV ist vielmehr ein rekursiver Prozess, in dem die Treiber selbst getrieben werden und sich iterative Innovationsschleifen herausbilden, die die Markteinführung vorantreiben oder auch blockieren. Um derartige Prozesse und Schleifen zu untersuchen, muss die Beziehung zwischen Treiberensemble und BEV nicht als Einbahnstraße sondern als Wechselwirkungszusammenhang analysiert werden.

2.3 Treiber-Vergleich Deutschland und China

Das Treibergefüge für die weltweiten Entwicklungen der Elektromobilität in den letzten Jahren besteht aus dem Zusammenspiel globaler und landesspezifischer Einflüsse. Erstere betreffen alle Staaten relativ gesehen zwar gleichermaßen, haben jedoch je nach Land unterschiedliche und verschieden starke Auswirkungen. Folgende Darstellung verdeutlicht die Zusammenhänge und Einflüsse:

Globales Treibergefüge mit Einflüssen auf Deutschland und China

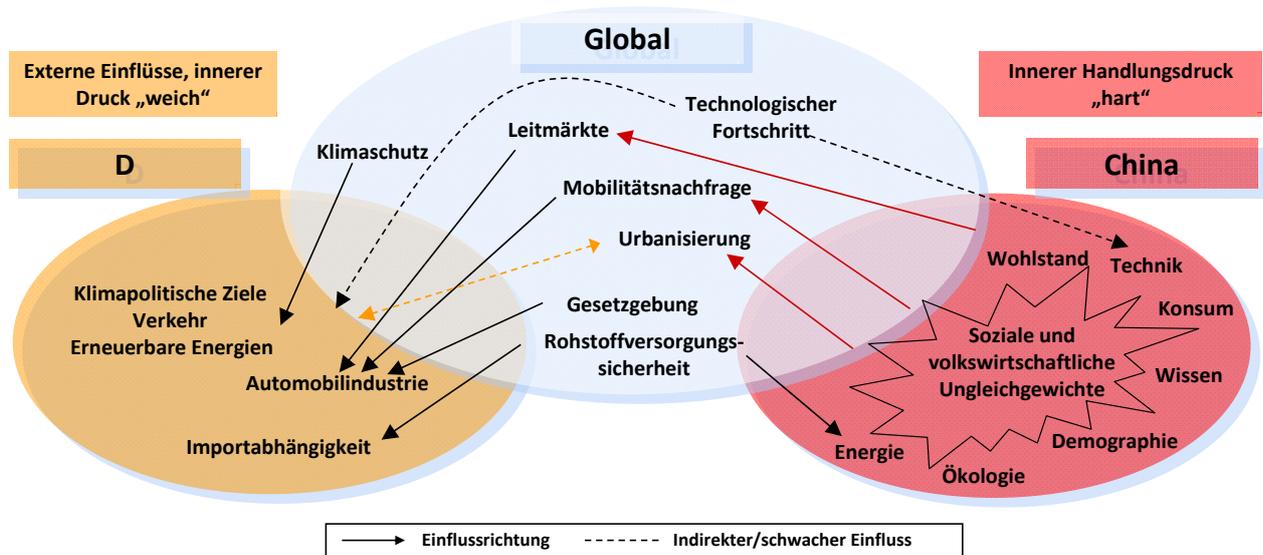
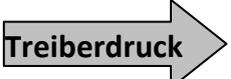


Abbildung 29: Eigene Darstellung.

Ein wesentlicher Ausgangspunkt stellt die die steigende Nachfrage nach Mobilität und die zunehmende Urbanisierung dar, die vor dem Hintergrund der starken Abhängigkeit des Transportsektors von endlichen fossilen Rohstoffen und den internationalen Bestrebungen zum Klimaschutz batterieelektrische Antriebe immer bedeutender macht. Beschleunigend für die Elektromobilität wirkt dabei der technologische Fortschritt vor allem der Lithium-Ionen-Batterie. Alleine daraus ergeben sich bereits landesspezifische Treiber, die zusammen mit den regionalen Charakteristika der wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Situation ein differenziertes Bild ergeben. Dieses mag für gewisse Staaten, wie zum Beispiel viele Industrieländer, ähnlich aussehen. Vergleicht man jedoch Deutschland und China zeigen sich erhebliche Unterschiede. Dass man China als zukünftigen „globalen Leitmarkt“ sehen muss hat erheblichen globalen Einfluss. Um den Prozess der Markteinführung der Elektromobilität in China besser verstehen zu können und daraus Empfehlungen für Politik und Industrie ableiten zu können, müssten die Treiberstruktur und die Beziehung zwischen diesen und der Elektromobilität als Wechselwirkungszusammenhang weitergehend analysiert werden.

Kernpunkte	Deutschland	China
 <p>Treiberdruck</p>	<p>Externe Einflüsse, innerer Druck ist „weich“</p>	<p>Hohe Wachstumsdynamik (Hyper-Growth) führt zu sozialen/ volkswirtschaftlichen Ungleichgewichten → innerer „harter „Handlungsdruck“</p>
 <p>Ökologie</p>	<p>Internationale Gesetzgebungen zum Klimaschutz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ambitionierte Ziele der deutschen Regierung für den Ausbau erneuerbarer Energien (EE)</i> • <i>EU-Vorgabe 10% Anteil EE am Verkehr (2009/28/EC)</i> • <i>EU-Vorgabe zur Grenzwerten für Flottenemissionen (EG 443/2009)</i> 	<p>Lokale Umweltverschmutzung und hohe THG-Emissionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Größter CO2-Emittent weltweit</i> • <i>Umweltschäden: Unwetter, Saurer Regen, Smog-Problematik in den Städten, Verschmutztes Wasser</i> • <i>Rohstoffknappheit: Wassermangel</i>
 <p>Ökonomie</p>	<p>Internationale Märkte und polit. Programme</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie – Arbeitsplätze, BIP</i> • <i>Aufbau Batterieindustrie</i> • <i>Vorreiterprogramme anderer Staaten</i> 	<p>Volkswirtschaftliche Kosten durch das Wirtschaftswachstum</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Wirtschaftliche Schäden durch die Umweltverschmutzung (200-400 Mrd. US\$)</i> • <i>Weltgrößter Energieverbraucher: hohe Importabhängigkeit</i> • <i>Wirtschaftswachstum: Starke Exportabhängigkeit bei Produktion</i>
 <p>Sozial</p>	<p>Geringer Einfluss durch gesellschaftliche Faktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Moderates Marktpotenzial</i> • <i>Größerer Einfluss durch andere Märkte (z.B. China)</i> 	<p>Demographie, Wohlstand und Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>1-Kind-Politik: 4-2-1-Problem</i> • <i>Zunehmende Urbanisierung</i> • <i>Wirtschaftswachstum: Middle-income-trap</i> • <i>Unterdurchschnittliche F&E-Ausgaben</i>
 <p>Technologie</p>	<p>Technologische Fortschritte als „Beschleuniger“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Fortschritt Lithium-Ionen-Batterie</i> 	<p>Technologiepolitischer Spagat</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Alte Technologien modernisieren und gleichzeitig neue Zukunftstechnologien entwickeln</i>

3. Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

Die wichtigsten Voraussetzungen für die Etablierung eines erfolgreichen Leitbieters und Leitmarkts Elektromobilität sind die wirtschaftlichen Bedingungen im Land. Dazu zählen auf der einen Seite vor allem die Ausgangsbedingungen der Industrie entlang der Wertschöpfungskette, welche Strukturen und welches Know-how dort im Hinblick auf die Technologie Elektromobilität bereits vorhanden ist. Auf der anderen Seite sind die entsprechenden regionalen Absatzpotenziale entscheidend für den Aufbau eines Leitmarkts.

Die Unternehmensberatung McKinsey (2011b) hat für den Vergleich der Führungsrolle verschiedener Länder bei der Elektromobilität hinsichtlich Industrie und Markt zum Beispiel den Evi (Electric Vehicle Index) eingeführt (Abbildung 30).

EV- Index von McKinsey

China among the leaders concerning EV-industries and markets

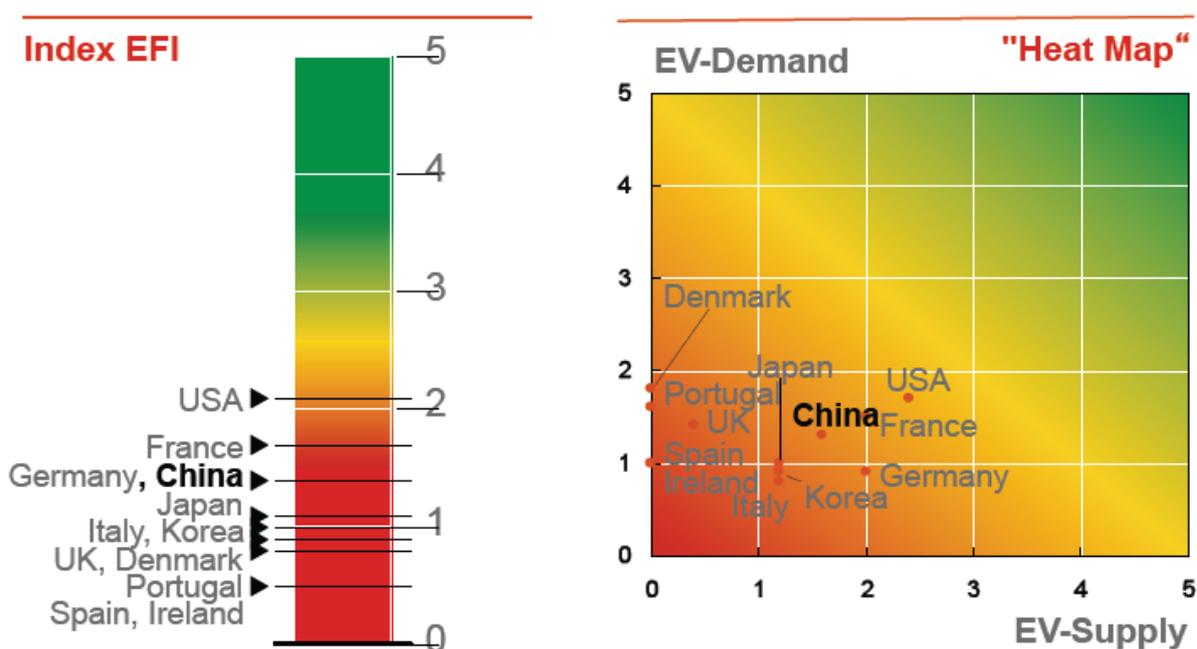


Abbildung 30: (Bongardt 2011).

Dieser misst die Erreichung des Ziels, das von Experten für 2020 für das jeweilige Land prognostiziert wird, für reine batterieelektrische Fahrzeuge und Plug-In-Hybride. In die Bewertung fließen verschiedene Faktoren zur Nachfrage (Marktanteile, angebotene Modelle staatliche Zuschüsse, Fahrkostensparnis, ökologische/sonstige Vorteile) und zum Angebot bzw. der Wertschöpfung (Anteil an Fahrzeugproduktion, Anzahl EV-Modelle, staatliche Förderung von F&E/Infrastruktur) von Elektrofahrzeugen. Dabei standen

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

Deutschland und China gemeinsam auf Platz 3 hinter den USA und Frankreich, wurden mittlerweile jedoch von Japan überholt (WiWo 2011b).

In den folgenden Kapiteln soll sollen die Ausgangsbasis des Wirtschaftsstandorts für die Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China analysiert werden, um eine allgemeine Bewertung der Wettbewerbsfähigkeit zu ermöglichen. Dazu werden die wirtschaftlichen Bedingungen der beiden Länder in der Gesamtheit anhand der Faktoren Markt, Industrie und Infrastruktur (Abbildung 31) einander gegenübergestellt.

Bewertungskriterien für die wirtschaftlichen Bedingungen in Deutschland und China



Abbildung 31: Eigene Darstellung.

Folgende Vorbemerkungen zu den Bewertungskriterien, die für beide Länder gelten, sollen den einzelnen Analysen vorangestellt werden.

Markt/Kunde

Die Markteinführung der BEV ist in allen Ländern sehr stark von den potenziellen Nutzern dieser Technik abhängig. Dabei ist die Kaufkraft dieser Nutzer zwar ein wichtiges, aber nicht das alleinige Kriterium, das darüber entscheidet, ob und in welchem Umfang sich die BEV am Markt einführen lassen. Mindestens ebenso wichtig sind die Erfahrungen, die die möglichen BEV-Nutzer bereits mit der neuen Technik gesammelt haben, die Akzeptanz oder Nichtakzeptanz, die sie gegenüber dieser Technik besitzen und die Kaufbereitschaft, die sich bei ihnen im Hinblick auf die BEV herausgebildet hat.

Die Bedeutung dieser Faktoren wird häufig unterschätzt. Aus einer klassisch-deutschen Ingenieurperspektive müssen Produkte, die am Markt eingeführt werden sollen erst hundert-, besser noch hundertfünfzigprozentig funktionieren, und zwar absolut zuverlässig und unter allen nur denkbaren Bedingungen. Nur wenn dies der Fall ist, können sie in Nutzerhand gegeben werden, wo sie sich dann allerdings sehr schnell von selbst verkaufen. Dieses, sicher etwas überspitzt formulierte Credo hat über Jahrzehnte den Ruf der deutschen Ingenieurskunst und der Marke „Made in Germany“ begründet. Heute stellt sich jedoch die Frage, ob und inwieweit diese lange Zeit bewährte Markteinführungsphilosophie noch zukunftsfähig ist.

Zwei Beispiele mögen diese Frage illustrieren. Sowohl Microsoft als auch Apple können sicher ohne Übertreibung als Markteinführungsspezialisten bezeichnet werden. Wie führt Microsoft seine Produkte ein? Drastisch gesagt, indem viertelfertige Betriebssysteme an Testnutzer gegeben werden, die daraus unentgeltlich Beta-Versionen entwickeln, die wiederum an einen größeren Nutzerkreis verteilt werden, der dann daraus wiederum unentgeltlich eine halbfertige Verkaufsversion macht, die im Verkaufsprozess durch die kostenlose Rückmeldung der Kunden, laufende Updates und ständige Service-Packs 1 bis Service-Packs x nachgebessert wird. Und wie hat Apple das iPhone eingeführt? Auch auf die Gefahr hin, wieder sehr stark zu vereinfachen, folgendermaßen: Apple hat ein stabiles und zuverlässiges Handy mit einer übersichtlichen Grundfunktionalität und einem sehr hohen ästhetischen und Prestige-Wert entwickelt. Die Mehrkosten dieses Handys rechtfertigen sich nicht oder nur zu einem sehr geringen Teil über dessen Grundfunktionalität, sondern über zwei Faktoren. Zum einen, über den hohen ästhetischen und Prestigewert, für den die Nutzer bereit sind zu zahlen, zum anderen über die kostenlosen oder spottbilligen Apps, die das Handy zu einer Schaltzentrale des Alltagslebens machen. Sicher, BEV sind keine Betriebssysteme und keine Handys, ein „Blue Screen“ oder eine Schrott-App ist etwas anderes als eine explodierende BEV-Batterie, dennoch spielt die Nutzereinbindung in die Produktentwicklung in vielen Bereichen zunehmend eine ungleich größere Rolle als früher (Canzler/Marz 2011). Dies ist auch bei der Markteinführung der BEV zu berücksichtigen. Die Erfahrungen, die Akzeptanz und die Kaufbereitschaft der Nutzer sind keine Rand- oder Restgrößen, sondern zentrale Determinanten der Markteinführung. Sie entscheiden wesentlich über Vorsprung oder Rückstand bei der BEV-Vermarktung und sind von daher ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Analyse.

Eine große BEV-Akzeptanz führt nicht zwangsläufig zu einer hohen BEV-Kaufbereitschaft, insbesondere dann nicht, wenn zur gleichen Zeit Fahrzeuge angeboten werden, die den BEV in punkto Kosten und Funktionsparametern haushoch überlegen sind. Und solche Fahrzeuge gibt es, nämlich die fossilen Rennreiselimousinen oder, freundlicher gesagt, die ICE, die Internal Combustion Engines. Sie kosten nur die Hälfte der BEV, können aber das Doppelte (dazu siehe Dailygreen 2011; Doll 2010; Knie 2010).

Weder die Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen, noch deren Imagewert oder das böse Umweltbewusstsein können diese Differenz zwischen BEV und ICE schließen und die BEV-Akzeptanz in Kaufbereitschaft transformieren. Mit Verlaub gesagt: Nutzer wären Narren, wenn sie ein Produkt erwerben würden, das doppelt so viel kostet und nur halb so viel kann, wie ein Konkurrenzprodukt. Selbst wenn Mann oder Frau die Funktionen des Konkurrenzproduktes zunächst nicht benötigen und oder nicht voll ausschöpfen, brauchen sie nur die Hälfte auszugeben und haben immer noch ein schlummerndes Funktionspotenzial, das im Bedarfsfall aktiviert werden kann. Subventionierungen müssten schon extrem hoch sein, um diese Preis- und Funktionsdifferenz zu schließen. Immer mehr verschiebt sich der Vergleichsmaßstab zu den fossilen ICE, wodurch die BEV nicht als Zugewinn, sondern als Verlust von Komfort und Image erscheinen. Der Versuch, die BEV als bloßes Substitutionsprodukt für die ICE einzuführen, also die benzin- oder dieselgetriebene durch die elektrische Rennreiselimousine zu ersetzen, ist vom Grundsatz her zum Scheitern verurteilt. Und nicht nur das. Die Strategie, die BEV als elektrische ICE im Markt einzuführen, führt zu falschen Optimierungs- und Innovationszielen. Die BEV in Punkto Geschwindigkeit, Reichweite, Tankzeiten etc. auf ICE-Parameter hoch zu trimmen, ist eine sündhaft teure Fehlorientierung. Anstatt alle F&E-Kraft auf die Erreichung von Grundparametern wie Sicherheit, Zuverlässigkeit usw. zu konzentrieren, werden Milliarden verschleudert, um ein elektrisch betriebenes Gefährt zu entwickeln, das nicht nur aus Umwelt- und Ölverfügbarkeitsgründen obsolet ist. Die individuelle Mobilität und die Anzahl der Rennreiselimousinen stehen in einem umgekehrt proportionalen Verhältnis zueinander. Je größer die Anzahl, desto geringer die individuelle Mobilität. Ob die Rennreiselimousinen durch Benzin, Diesel, synthetische Kraftstoffe, Elektrizität, Wasserstoff, Druckluft oder sonst wie angetrieben werden, hat keinen Einfluss auf dieses Verhältnis. Diese Faktoren müssen bei der Markteinführung von Elektrofahrzeugen ganz wesentlich berücksichtigt werden und spiegeln sich natürlich in der Kaufbereitschaft wieder.

Rohstoffe

Rohstoffseitig hängt die Massenproduktion der BEV schwerpunktmäßig von drei Komponentengruppen ab, und zwar Lithium, den seltenen Erden und sonstigen Materialien. Da die Batterietechnologie der Elektrofahrzeuge im Allgemeinen und das BEV im Besonderen in den nächsten zehn Jahren weltweit vorwiegend auf Lithium-Ionen-Batterien basieren werden, stellen die Verfügbarkeit und der Preis von Lithium einen wesentlichen Faktor bei der Produktion dieses Herzstücks des Elektrofahrzeugs dar.

Was die globale Verfügbarkeit von Lithium betrifft, gibt es zunächst sehr unterschiedliche Prognosen. Aktuelle Zahlen zu den verfügbaren Ressourcen schwanken zwischen 19,2 Mio. Tonnen Li (Tahil 2008) über 29,9 Mio. Tonnen Li (Evans 2008) bis zu 64 Mio. Tonnen Li (Yaksic/Tilton 2009). Ungeachtet dieser doch erheblichen Differenzen gibt es jedoch Einigkeit im Hinblick auf die minimale Reichweite der Lithium Ressourcen. Die überwiegende Mehrheit der Experten geht davon aus, dass es in den nächsten 40 Jahren nicht mit einer Erschöpfung der Lithium-Ressourcen und Reserven zu rechnen ist (siehe etwa Schott 2010; Angerer et al. 2009; Gruber/Medina 2010). Und selbst sehr vorsichtige Schätzungen kommen zu dem Schluss, dass es mindestens in den nächsten 10 Jahren keine ressourcenbedingten Versorgungsprobleme mit Lithium geben wird (Abell/Oppenheimer 2008). Da einerseits die nächsten 10 Jahre in den unterschiedlichsten Szenarien als die entscheidende Initialtappe für die Markteinführung der BEV angesehen werden und andererseits bereits an Post-Lithium/Ionen-Technologien gearbeitet wird, mit deren schrittweiser Einführung aber nicht vor 2020 zu rechnen ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Markteinführung der BEV definitiv nicht an mangelnden Lithiumressourcen scheitern wird. Gruber und Medina kommen in ihrer detaillierten Analyse sogar zu folgendem Fazit: „We conclude that lithium availability will not constrain the electrification of the automobile during the present century“ (Gruber/Medina 2010: 20). Ungeachtet dessen kann es auf Grund von temporären Versorgungslücken, geopolitischen Spannungen und volatilen Preisbewegungen zu zeitweiligen Engpässen bei der Lithiumversorgung kommen (Schott 2010). Diese globalen Ausgangs- und Rahmenbedingungen schlagen sich in verschiedenen Ländern sehr unterschiedlich nieder. Dies gilt auch und gerade für Deutschland und China.

Gleiches gilt für die sogenannten „rare earths“ oder „seltene Erden“. Die in den Elektrofahrzeugen zum Einsatz kommenden Motoren besitzen besondere hohe magnetische Eigenschaften, die gegenwärtig vor allem über den Einsatz seltener Erden erreicht werden. Zwar wird weltweit an Substitutionsprodukten gearbeitet, doch werden die seltenen Erden in der nächsten Dekade ein zentraler Faktor bei der Motorenherstellung bleiben. Hinzu kommt, dass die seltenen Erden nicht nur bei Elektrofahrzeugen, sondern auch bei alternativen Energietechnologien, wie beispielsweise Windrädern oder Solarmodulen gegenwärtig unverzichtbar sind und im wachsenden Maße nachgefragt werden. Im Hinblick auf einen ökologischen Strommix sind damit seltene Erden auch für eine grüne Stromversorgung der BEV notwendig.

Zur dritten Rohstoffgruppe, den sonstigen Materialien, gehören vor allem Kobalt als Kathodenmaterial für Batterien und Kupfer für die Elektromotoren sowie Aluminium/Bauxit für die Leichtbauweise von Elektrofahrzeugen.

Infrastruktur

Das eigentliche Kernproblem bei der Errichtung der Ladeinfrastruktur liegt weniger auf der technischen, finanziellen oder logistischen, sondern auf der psychologischen Ebene und heißt „range anxiety“ oder Reichweitenangst. Der Begriff wurde Ende der 90er Jahre in den

USA bei Pilotversuchen mit Elektrofahrzeugen geprägt (Wordspy 2011) und bezeichnet die Angst von BEV-Fahrern, irgendwo liegen zu bleiben ohne Steckdose zur Hand.

Es gibt viele Gründe, den Realitätsgehalt der Reichweitenangst zu bezweifeln. In einer Umfrage wurde Autofahrern in Deutschland die Frage gestellt „Wieviel Kilometer fahren sie durchschnittlich täglich?“ 98% antworteten bis zu 150 Kilometer, wobei 61,1% unter 50 Kilometer zurücklegten (siehe Pauli 2011: 8). Nach Untersuchungen des Statistischen Amtes der EU unternimmt ein deutscher Autofahrer am Tag 3,3 Fahrten und legt dabei 36,9 Kilometer zurück (KFZAuskunft 2007). Aber welche Fakten der Reichweitenangst auch entgegenstehen mögen, sie ist mit Daten und Zahlen nicht aus der Welt zu schaffen, denn es ist eine Angst und Ängste sind diffus. Die einzige Möglichkeit, den Autofahrern diese Angst zu nehmen besteht darin, sie eigene Erfahrungen mit der Reichweite und dem Ladeverhalten von BEV sammeln zu lassen.

Untersuchungen zeigen die diversen Pilotversuche mit Elektrofahrzeugen unisono, dass die Fahrer die Reichweitenangst in kürzester Zeit verlieren (PwC 2010: 44). Und nicht nur das, sie entwickeln auch ein völlig anderes Tank-, sprich Ladeverhalten. Während zunächst in Pilotversuchen Ladestationen durch die Reichweitenangst bereits angesteuert wurden, obgleich die Batterien noch zu mehr als 50% voll waren, verlor sich diese Angst zunehmend und nach kurzer Zeit tankten 100% ihre Fahrzeuge erst, wenn der Ladestand unter 50% lag (Mein Elektroauto 2011). Und: die Normalladeform ist die zu Hause in der Nacht oder am Arbeitsplatz, während der Arbeitszeit. Danach folgt das Laden während des Parkens, etwa beim Einkaufen (PwC 2010: 44). Ein solches Ladeverhalten ist auch einleuchtend, denn es geschieht nebenbei, wenn das Auto sowieso nicht genutzt wird. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Befragungen, die in der Modellregion München bei privaten Pilotnutzern des MINI E durchgeführt wurden. Für 89 % ist die Reichweite dieses Fahrzeuges für die tägliche Nutzung ausreichend groß (Wittner 2011). Dabei ist München kein Ausnahmefall. Befragungen, die BMW bei seinen BEV-Testflotten in Großbritannien und den USA durchführte zeigte, dass fast 90% der Befragten eine Ladezeit von 2,5 bis 10 Stunden für akzeptabel hielten und eine Reichweite von 150 km für ausreichend ansahen (Doll 2010a). Die range-anxiety ist offensichtlich heilbar. Fast jeder kann sich in kürzester Zeit selbst kurieren und ein neues Reichweitengefühl im wahrsten Sinne des Wortes selbst erfahren.

Die Art und Weise wie mit dem range-anxiety-Syndrom umgegangen wird, hat fundamentale Auswirkungen auf die Strategie des Aufbaus einer effizienten Ladeinfrastruktur. Der Versuch, den Fahrern ihre Reichweitenangst zu nehmen, indem, zugespitzt formuliert, an jeder Ecke eine Ladesäule installiert wird, dürfte angesichts der bisherigen Pilotversuche zu einer Millionen-Investruine führen. Benötigt werden einfache Ladespots zu Hause und am Arbeitsplatz für privat genutzte BEV, die keine Schnelllademöglichkeiten besitzen müssen, weil genug Zeit zum „Tanken“ ist und nebenbei aufgeladen wird. Ferner muss es Ladestationen für die verschiedenen BEV-Flotten geben, sowie dezentrale Ladepunkte, die von solchen Fahrzeugen angesteuert werden können. Die Annahme, es müsse künftig mindestens ebenso viele öffentliche Ladestationen wie heute Tankstellen geben, erwächst aus der Vorstellung, die BEV seien nichts weiter als elektrisch betriebene Rennreiselimousinen und die BEV-Fahrer veränderten ihre Fahr- und Tankgewohnheiten nicht. Beide Vorstellungen sind nicht nur höchst problematisch, sondern kosten, wenn sie zur

Grundlage strategischer Entscheidungen gemacht werden, Milliarden privater und/oder öffentlicher Gelder, die an anderer Stelle, sinnvoller investiert wären.

3.1 Deutschland

Die wesentlichen Voraussetzungen für die Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland werden im Folgenden anhand der Bedingungen des Marktes (3.1.1), der Industrie (3.1.2) und der Infrastruktur (3.1.3) diskutiert.

3.1.1 Marktbedingungen

Wenn im Folgenden vom Markt für Elektromobilität in Deutschland gesprochen wird, dann umfasst dies zum Einen natürlich die Nachfrage, also die potentielle Kundenstruktur, zum Anderen aber im Wesentlichen auch die Seite der Anbieter. Unberücksichtigt bleibt jedoch dabei die produzierende Industrie, die in einem separaten Kapitel (3.1.2) behandelt wird. Das hier beschriebene Marktangebot umfasst also im weitesten Sinne den Dienstleistungssektor.

Betrachtet man die bisher existierende Angebotsstruktur des Automobilmarktes, so lässt sich eine relativ einfache Strukturierung mit überschaubaren Marktteilnehmern erkennen. Einfach dargestellt verkauft oder verleast der Automobilhersteller bzw. OEM seine Fahrzeuge direkt oder über Händler an Kunden. Weitere Dienstleistungen daneben dienen nur der Finanzierung (z.B. Auto-Banken), aber auch schon der zur Verfügung Stellung von Mobilität (Autovermietung, Car-Sharing). Die größte Kompetenz in diesem Markt bündelt sich jedoch auf Seiten der Hersteller und der Vorketten.

Mit der Einführung der Elektromobilität wird nun einerseits das Spielfeld für zusätzliche Dienstleistungen und Marktteilnehmer erweitert. Andererseits werden dabei auch die Rollen in den bestehenden Strukturen teilweise neu verteilt. Neben den technischen Veränderungen entlang der Wertschöpfungskette Produktion (siehe Kapitel 3.1.2), verknüpft diese neue Technologie erstmals den Automobil- mit dem Energiesektor und damit bisher voneinander mehr oder weniger unabhängig agierende Unternehmen.

Veränderung der Wertschöpfungsketten im automobilen Sektor und Erweiterung des Spielfelds.



Abbildung 32: Eigene Darstellung.

Nicht nur neue Fahrzeuge, sondern auch eine neue Infrastruktur mit entsprechenden Geschäftsmodellen sind für die erfolgreiche Markteinführung von Elektromobilität notwendig. Elektrofahrzeuge bedingen und unterstützen neue Mobilitätsmuster und -dienstleistungen, wie z.B. Car-Sharing, Intermodale Verkehrskonzepte und weiteres. Nicht nur die klassischen Autovermieter treten dabei auf, auch „fachfremde“ Unternehmen erweitern ihre Geschäftsfelder. Energieversorger und Netzbetreiber, von den großen „4“ bis zu den kleineren Stadtwerken, die Deutsche Bahn und auch OEMs, wie Daimler, wollen zum Mobilitätsdienstleister werden. Firmen der IT- und Elektronik-Branche sehen durch die zunehmende Verknüpfung verschiedener Mobilitätsformen (Intermodalität) und die zunehmende Vernetzung mit modernen IKT-Systeme in der Bevölkerung („Smart Phones“ etc.) Chancen für neue Geschäftsfelder (Fraunhofer IAO 2010). Eine weitaus vernetztere und anders gestaltete Automobilwelt entsteht mit der Elektromobilität, in der viele neue Unternehmen ihren Platz suchen. Dies birgt jedoch auch erhebliches Konfliktpotential, da bestehende Strukturen in der automobilen Wertschöpfungskette aufgebrochen und verändert werden in der die existierenden Marktteilnehmer ihre Positionen und Marktanteile verteidigen wollen. Als durchaus positiven Effekt lassen sich aber auch sehr viele neue branchenübergreifende Kooperationen mit dem Ergebnis ganz neuer Ansätze beobachten.

Diese neue Struktur und die Verknüpfungen sind beispielhaft in Abbildung 32 dargestellt. Die Herausforderung, die sowohl auf der Angebots- als auch der Nachfrageseite durch und für die Elektromobilität entsteht, ist das bestehende, gefestigte Marktstrukturen in Deutschland aufgebrochen werden (müssen). Dies kann einerseits zu Widerständen und Blockaden bestehender Akteure führen, andererseits besteht aber die Chance für schnelle, zielführende Innovationen und eine Diversifizierung auf allen Ebenen der Angebotsseite durch den frischen Wind neuer Marktteilnehmer. Die Voraussetzungen, diese Hürden zu nehmen sind in Deutschland sehr gut: So gut wie alle wichtigen Marktbereiche für die Elektromobilität aus Abbildung 32 können von Unternehmen in Deutschland ausgefüllt werden. Darunter sind sowohl kleine innovative Unternehmen, die mit neuen guten Lösungen schnell am Markt präsent sind, aber auch große finanzkräftige Firmen, die ausgiebige Forschungs- und Entwicklungsprojekte finanzieren können. Diese Breite stellt eine sehr gute Ausgangsbasis für die Entwicklung eines neuen Mobilitätsmarktes dar. Hier seien nur ein paar Beispiele genannt: Die großen Autovermietungen Europcar, Sixt, Avis oder Hertz haben bereits Elektrofahrzeuge im Portfolio, viele kleinere Car-Sharing-Anbieter, wie z.B. Cambio Hamburg, CARe-mobility in Hamburg, bieten Elektrofahrzeuge an, Automobilkonzerne wie Daimler („Car-2-Go“ mit Smart ED), Peugeot („Mu“) oder BMW („DriveNow“) werden zum Mobilitätsdienstleister, die Deutsche Bahn erweitert in Kooperation mit anderen Unternehmen ihr Car-Sharing-Angebot im Projekt „BeMobility“ um Elektroautos. Mit dabei in den zahlreichen Aktivitäten sind auch zahlreiche Energieversorger von den großen „4“ bis zu kleineren Ökostromanbietern, wie z.B. der Greenpeace Energy oder Naturstrom. Auch Unternehmen der Software oder IKT-Branche, von großen wie Telekom, Vodafone, SAP oder IBM bis zu kleineren wie z.B. Regio IT Aachen, Soloplan, Wittenstein electronics und viele mehr betreiben eigene Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für die Elektromobilität und sind teilweise zum Beispiel an den Projekten des BMWi im Rahmen der „E-Energy“-Initiative beteiligt. Die IKT-Branche insgesamt stellt eine erfolgreiche und bedeutende Industrie in Deutschland dar, mit einem Marktvolumen von knapp 140 Mio. Euro im Jahr 2010 und einer Anzahl von knapp 800.000 Beschäftigten. In Europa ist Deutschland hinter Großbritannien der zweitgrößte Markt für IKT und weltweit in fünfter Position, wobei man vielen speziellen Bereichen Marktführer ist (Fraunhofer IAO 2010).

Um die Attraktivität des Elektrofahrzeugs für den Markt und den Verbraucher bis zu einer signifikanten Nachfrage zu steigern, bedarf es einerseits der technischen Weiterentwicklung, um die Kosten zu senken und die Anforderungen der Nutzer zu erfüllen. Den Ersatz und die allgegenwärtige Gleichsetzung konventioneller Fahrzeuge kann man damit jedoch wahrscheinlich auch langfristig nur bedingt lösen. Um diese etablierte Struktur im automobilen Denken zu durchbrechen, ist noch vielmehr eine „Inwertsetzung“ des Elektrofahrzeugs in der Gesellschaft notwendig. Dazu bedarf es vor allem geeigneter politischer Rahmenbedingungen und Begleitung, die in Deutschland bereits in Form des Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität (NEP) gestartet wurde (Kapitel 4.1).

Viele Indikatoren zeigen allerdings auch, dass sich die Anforderungen der Kunden an Mobilität in Deutschland bereits geändert haben und dass dieser Prozess noch weiter gehen wird. Das konventionelle Fahrzeug ist nicht mehr für alle der Gradmesser. Das Auto als Statussymbol nimmt ab. Der Kunde und dessen Mobilitätsverhalten verändern sich und

werden sich auch mit zunehmendem Angebot an neuen Mobilitätskonzepten gerade in Städten auch weiter verändern. Vor allem junge Menschen besitzen immer weniger eigene Fahrzeuge und nutzen verstärkt neue Mobilitätsangebote. Zudem spielt der Umweltgedanke bei vielen Verbrauchern in Deutschland bereits eine entscheidende und zunehmende Rolle. Elektromobilität wird auch beim Klimaschutz in Verbindung mit erneuerbaren Energien ein großes Potenzial zugeschrieben. (PwC 2010; Neue Energie 2011; Fraunhofer IAO 2010)

Insgesamt kann also dem Markt für Elektromobilität in Deutschland eine sehr gute Ausgangsbasis für die Bewältigung der Herausforderungen zugeschrieben werden. Trotzdem muss man, was das Marktpotenzial angeht ein bisschen verhaltener argumentieren, denn voraussichtlich wird sich die Marktdurchdringung im Vergleich zum Beispiel zu den Schwellenländern in den nächsten 10-20 Jahren moderat verhalten. Alleine schon deshalb, weil die Marktsättigung mit 0,5 Pkw pro Einwohner in Deutschland bereits sehr hoch ist und ein kompletter Austausch des bestehenden deutschen Fuhrparks mit Elektrofahrzeugen sogar von heute ab, ohne radikale Austauschprogramme, wie z.B. einer Abwrackprämie, Jahrzehnte dauern würde. Selbst wenn nur noch Elektrofahrzeuge verkauft werden würden, bei ca. 3 Millionen Neuzulassungen in Deutschland (KBA 2011), und der Gesamtfahrzeugbestand (knapp 42 Mio. Pkw (KBA 2011)) konstant bleiben würde, würde der komplette Austausch mindestens knappe 15 Jahre dauern.

Das Ziel der Bundesregierung eines Bestandes von 1 Mio. Elektrofahrzeuge bis 2020 entspricht gerade einmal knapp 2,5 % des heutigen Gesamtbestandes an Pkw und würde mit dem Ziel von 6 Mio. Elektrofahrzeugen bis 2030 auf knapp 15% steigen. Von vielen Experten wird dieses Ziel als ambitioniert angesehen und nur mit entsprechenden Marktanreizprogrammen erreichbar (Zeit 2010; NPE 2011; Deutsche Bank Research 2011b; siehe auch Kapitel 4.2.1). Andere Prognosen sehen das dagegen deutlich positiver und schätzen den Marktbestand deutlich höher ein (RWE 2011; BEM 2011). Das Elektrofahrzeug wird seine Anwendungen und Nachfrage zukünftig finden können und hat die Chance ein bedeutender Bestandteil der zukünftigen Mobilität auch in Deutschland darzustellen.

3.1.2 Industrielle Bedingungen

Es wurde bereits kurz skizziert, dass für einen Leitmarkt Elektromobilität, wie er von der Bundesregierung ausgegeben wurde, in Deutschland prinzipiell die Voraussetzungen vorhanden sind und auch als gut eingeschätzt werden können. Betrachtet man nun noch einmal die deutschlandspezifischen Treiber für die Elektromobilität und führt sich den Einfluss durch die Bedeutung der Automobilindustrie für die deutsche Wirtschaft in Erinnerung, so ist die Position eines Leitanbieters von mindestens genauso großer, wenig so von größerem Stellenwert für die deutsche Wirtschaft und Politik.

Im Folgenden sollen daher einerseits die Kompetenzen der deutschen Industrie für die Herausforderungen durch die Veränderung der Wertschöpfungskette dargestellt werden und andererseits die Strategien der Automobilindustrie analysiert werden.

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

Um die Strategie „Weg vom Öl“ umzusetzen, und damit einen Beitrag zur Versorgungssicherheit und zum Klimaschutz im Verkehrssektor zu leisten setzt die deutsche Automobilindustrie laut VDA (2011) auf eine Fächerstrategie. Diese besteht, wie auch die Strategie der Verkehrspolitik, aus einem technologieoffenen Ansatz von der Optimierung des Verbrennungsmotors, über alternative Kraftstoffe bis zu ganz neuen Mobilitätskonzepten, wie zum Beispiel der Elektromobilität (Abbildung 33).

Fächerstrategie „Weg vom Öl“ der deutschen Automobilindustrie

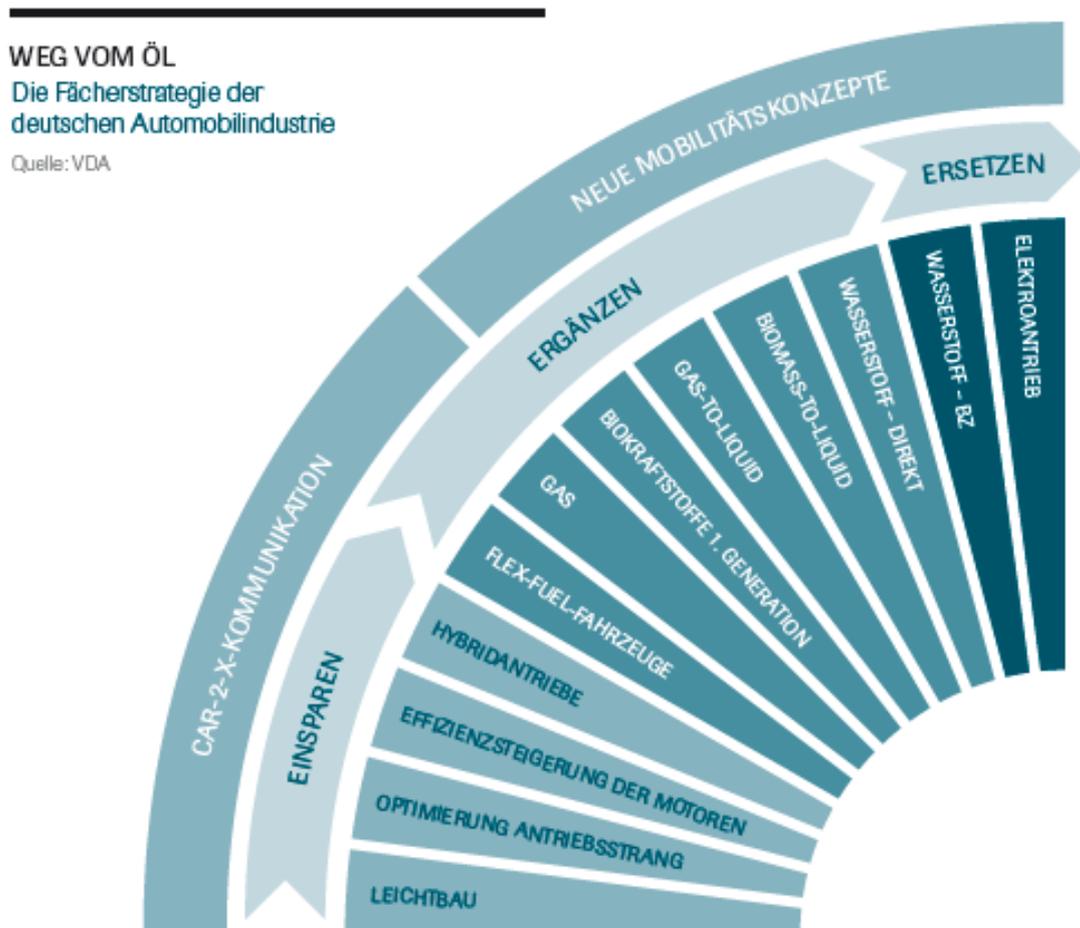


Abbildung 33: (VDA 2011b).

Aus Sicht der Automobilhersteller und auch vor dem Hinblick der klimapolitischen Ziele ist diese Strategie nachvollziehbar: Kurzfristig erreicht man durch Effizienzsteigerung und Optimierung bestehender Antriebssysteme eine schnelle und kosteneffiziente Reduktion der CO₂-Emissionen für den Verkehrssektor und kann zugleich die bestehenden Kernkompetenzen der Industrie erhalten. Wie in Kapitel 2 bereits aufgezeigt, können die Reduktionsziele jedoch mittel- und langfristig nur mit alternativen erneuerbaren Kraftstoffen und/oder neuen Antriebskonzepten erreicht werden. Diese bedeuten jedoch größtenteils erhebliche Veränderungen in der automobilen Wertschöpfungskette und benötigen intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Solche revolutionären Technologieentwicklungen

stehen daher bei den deutschen Automobilherstellern auf der längerfristigen Strategieachse und werden auch nicht, wie es in anderen Ländern der Fall sein mag von heute auf morgen umgesetzt. Das Innovationsverhalten in China und Deutschland wird in Kapitel 5 näher beleuchtet.

Insbesondere die Entwicklung und Produktion batterieelektrischer Fahrzeuge bedeuten für die bestehende Automobilproduktion in Deutschland einen erheblichen Strukturwandel. Auch wenn konventionelle Fahrzeuge hierzulande und auch in vielen anderen Märkten noch einige Zeit die bedeutende Rolle spielen werden (Kapitel 3.1.1), muss sich die Industrie rechtzeitig auf den Wandel zur Elektromobilität einstellen. Vor allem, wenn man an den Entwicklungen in den Schwellenländern wie z.B. China partizipieren möchte, muss man bereits kurzfristig wettbewerbsfähige Modelle anbieten können. Die Entwicklungszyklen in der Automobilindustrie für inkrementelle, evolutionäre Veränderungen sind mit 5 Jahren bereits ein langer Zeitraum.

3.1.2.1 Die Veränderung der industriellen Wertschöpfungskette

Die Elektrifizierung des Antriebsstranges und die damit zusammenhängende abnehmende Bedeutung konventioneller Fahrzeuge verändert die Struktur der bisherigen automobilen Wertschöpfungskette und führt zu einem erheblichen Wandel von einer vertikalen zu einer horizontalen Struktur (Abbildung 34). Bisher war der Verbrennungsmotor die Schlüsselkomponente bei Kraftfahrzeugen und galt als Markenidentität bei deutschen Automobilherstellern. Langfristig kann der Wechsel vom konventionellen zum elektrischen Antriebsstrang also ein Risiko für die Autohersteller darstellen. Gut 55% der Arbeitsplätze bei Autoherstellern hängen an der Motorenherstellung (Deutsche Bank Research 2011b). Die Zuliefererindustrie übernimmt mittlerweile rund drei Viertel der Wertschöpfung und entwickelt in der Regel vorwiegend (Teil-)Komponenten für die OEMs. Dabei erreichen dadurch oftmals einen hohen Spezialisierungsgrad der diese weniger flexible für solche radikalen Umbrüche macht (Stahlecker et al. 2011), (Deutsche Bank Research 2011b).

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

Strukturwandel in der Wertschöpfungskette durch batterieelektrische Fahrzeuge

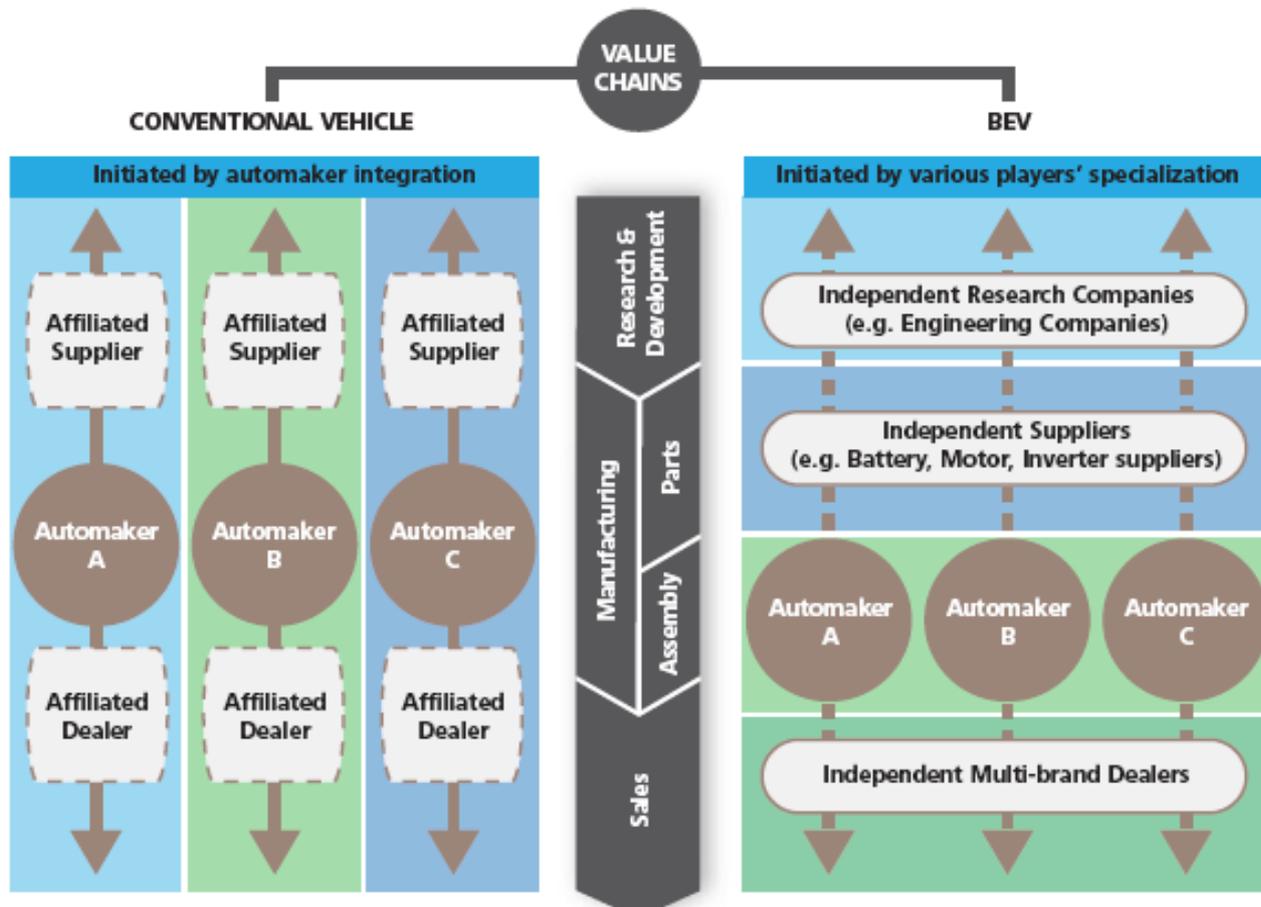


Abbildung 34: (Zhou et al. 2010).

Veränderung der Profit-Verteilung entlang der automobilen Wertschöpfungskette durch BEV

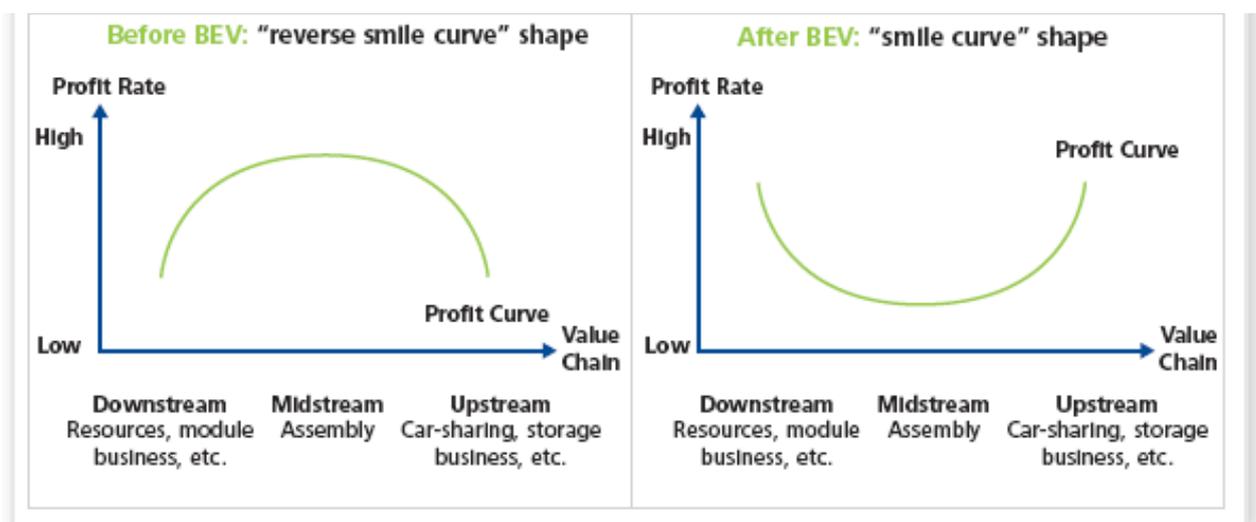


Abbildung 35: (Zhou et al. 2010).

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

Der Wegfall von Kernkompetenzen - Verbrennungsmotor, Getriebe, Hydraulik usw. - und die Spezialisierung gefährden nicht nur die Fahrzeughersteller, sondern damit insbesondere auch viele Zuliefererunternehmen. Neue Schlüsselkomponenten - Batterie, Elektromotor, Leistungselektronik und andere - werden dagegen neu benötigt. Diese Veränderungen führen zu einer Umverteilung des bestehenden Know-how und bedingen den Aufbau neuer Kompetenzen, die teilweise bei der deutschen Industrie noch nicht in dem Maße vorhanden sind.

Know-how-Verteilung bei Antriebstechnologien

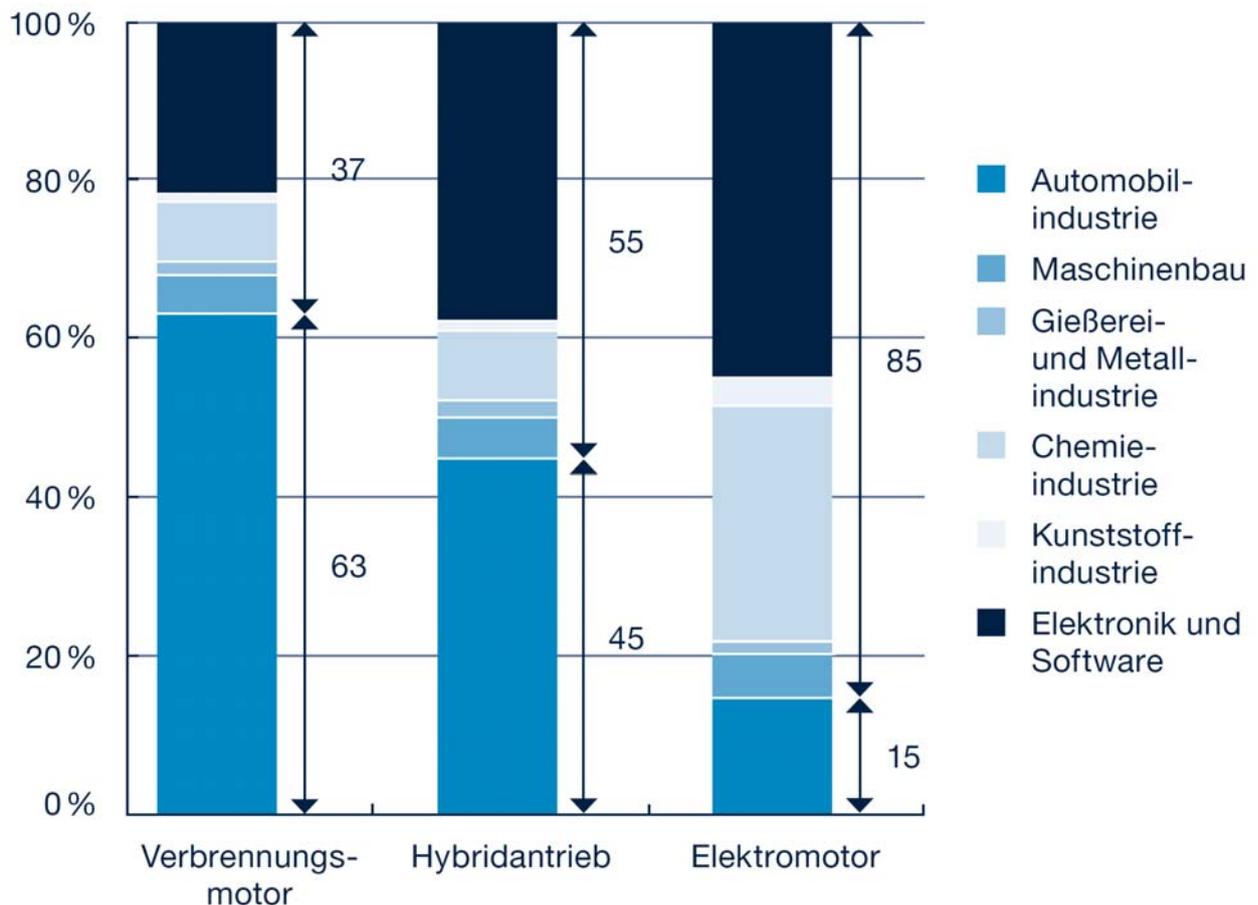


Abbildung 36: (PwC 2010).

Wie Abbildung 36 zeigt hält die Automobilindustrie für den Verbrennungsmotor den größten Anteil des Know-how, müssen jedoch einen großen Teil der Kompetenzen an andere Industrien abgeben. Die größten Gewinner sind dabei die Elektronik/Softwareindustrie und die Chemieindustrie auf Grund des hohen Wertschöpfungsanteils der Batterie. Viele Zulieferer besitzen bereits das Know-how für den Bau von Elektromotoren oder Elektronikbauteilen. Eine Industrie für Lithium-Ionen-Zellen ist bisher in Deutschland nicht existent bzw. befindet sich erst im Aufbau. Die Haupt Forschungs- und Produktionsstandorte befinden sich in Asien (Kapitel 3.1.2.2). Kooperationen innerhalb der deutschen

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

Automobilwirtschaft und mit ausländischen Firmen, vor allem mit Batterieherstellern, werden daher immer wichtiger.

Anteil der Produktionsregionen an der globalen Produktion von Elektrofahrzeugen

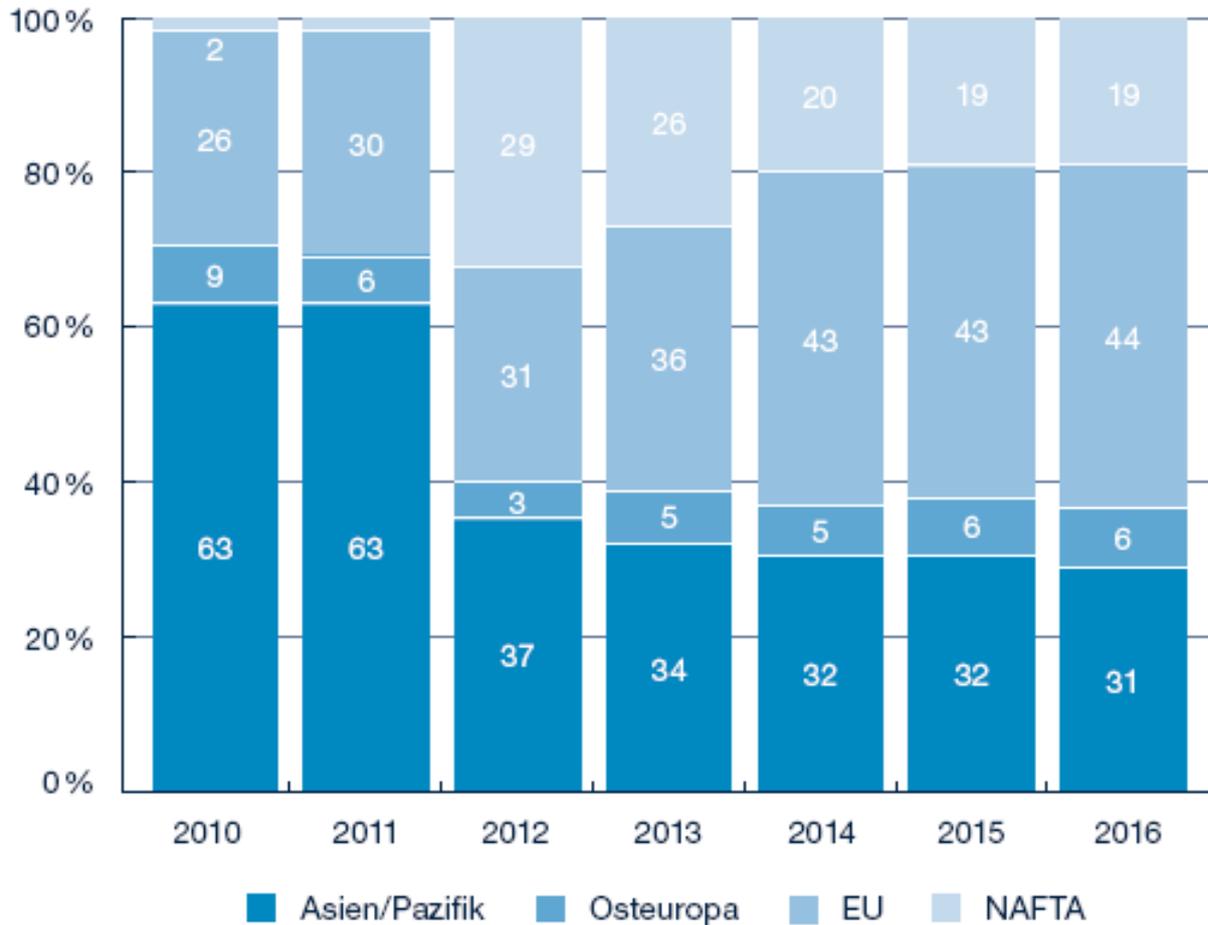


Abbildung 37: (PwC 2010).

Insgesamt verringert sich die Komplexität der Fertigung, vor allem des Assemblings, die Markteintrittsbarrieren für neue Marktteilnehmer werden dadurch geringer und die Chancen für neue Wertschöpfungsstufen steigen. Dies wird auch deutlich an der Veränderung der Profitkurve. Wurde bisher der größte Teil des Gewinns in der Mitte der Wertschöpfungskette generiert und damit bei den OEMs, verschiebt sich diese Kurve in Richtung vor- und nachgelagerte Schritte (Abbildung 35). Ein zweiter Effekt, der neuen Marktteilnehmern helfen könnte, ist die Tatsache, dass die etablierten Unternehmen das Problem einer Doppelbelastung haben werden. Sie müssen sowohl Aufwendungen für die bestehenden Technologien, sprich den Verbrennungsmotor und die dazugehörigen Komponenten, aufrecht erhalten und gleichzeitig in die neuen Technologien investieren. Diese „Bürde“ haben neue Unternehmen, wie z.B. auch die in Asien, dagegen nicht und sie können sich komplett auf die eine Entwicklung konzentrieren.

Neben der reinen Forschung und Entwicklung und dem Kompetenzaufbau ist in allen Schlüsselbereichen der Aufbau von Produktionskapazitäten am Standort Deutschland notwendig, um die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu sichern (PwC 2010). Laut Schlick et al. (2011) und PwC (2010) werden sich in Zukunft die Produktionsstandorte im Raum der jeweiligen Fahrzeugmärkte ansiedeln also auch in Europa und den USA (Abbildung 37). Die Gründe dafür liegen demnach einerseits an den unterschiedlichen Marktspezifika, die eine Entwicklung und Produktion der Fahrzeuge aus Qualitäts- und Technologiegründen vor Ort nötig machen. Andererseits erbringt die Produktion in Niedriglohnländern auf Grund der hohen Transportrisiken (insb. Batteriezellen/-packs), -sicherheit und -zeiten (Hohes gebundenes Kapital), der hohen Automatisierung (geringe Lohnkosten) und der begrenzten Skaleneffekte bei hohen Produktionsvolumina nur in Asien keine relevanten Kostenvorteile (Schlick et al. 2011), (PwC 2010).

Trotz der vielfältigen Herausforderungen und dem Rückstand insbesondere bei der Batterietechnologie gegenüber Asien, hat der Standort Deutschland also Chancen die entsprechenden Produktionsstandorte für Elektrofahrzeuge zukünftig aufzubauen.

Wie gut sind die Voraussetzungen bei der deutschen Industrie, um die Herausforderungen durch die Veränderungen der Wertschöpfungskette angehen zu können? Welche Strategien verfolgen die Unternehmen hinsichtlich Produktion der verschiedenen Komponenten, Kooperationen und Markteinführung von Elektrofahrzeugen?

Diese Fragen sollen im Folgenden für die relevanten Schlüsselfelder (Batterie und Fahrzeugbau/-technik mit Fokus Elektromotor, Leistungselektronik und Leichtbau) betrachtet werden sowie vor diesem Hintergrund die Strategien der Automobilindustrie und die Potenziale für Maschinen- und Anlagenbau dargestellt werden.

3.1.2.2 Die fehlende Schlüsselindustrie: Batterie

Im Batteriebereich gehörte Deutschland bis zum Beginn der 90er Jahre zu den führenden Ländern. Das bezog sich sowohl auf konventionelle Bleibatterien (z.B. VARTA, Sonnenschein, DETA, Hoppecke), aber auch auf Ni-Cd - und die fortschrittlichen Ni-MH Batterie (z.B. VARTA, Hoppecke, DAUG (50 % Mercedes, 50 % VW)). Daneben wurden in Deutschland auch die „advanced“ Hochtemperaturbatterien Na-S (ABB Heidelberg) und Na-NiCl₂ ZEBRA (AAB Ulm) entwickelt. Die Entwicklungskosten für die Na-S Batterie betragen damals etwa 220 Mio. DM, wovon das damalige Bundesministerium für Forschung und Entwicklung (BMFT) etwa ein Drittel bereitstellte.

Darauf aufbauend war Deutschland relativ schnell in der Lage 1990 auf das Zero Emission Vehicle (ZEV) Program¹ des California Air Resources Board (CARB) zu antworten und das Rügenprojekt (BMFT - 26 Mill. DM) mit 60 Fahrzeugen, die unterschiedliche

¹ 1998 sollten demnach 2 % und 2003 10 % aller neu zugelassenen Fahrzeuge einer Firma Zero Emission Fahrzeuge, d.h. praktisch Elektrofahrzeuge sein.

Batterietechniken (Pb, Ni-Ca, Ni-MH, Na-S, Na-NiCl₂) einsetzen, zu starten. Wie bekannt, waren die Ergebnisse des Rügenversuchs, was die CO₂-Bilanz unter den Randbedingungen des deutschen Energiemix betraf, ernüchternd (Voy et al. 1996). Wie bereits beschrieben, führte das zur „Abkühlung“ des ersten „Elektromobilitäts-Hypes“ und damit zu einer Reduzierung der Batterieentwicklungsintensität. Die relativ hohen Aufwendungen der Firmen für die Entwicklung von Fahrzeugantriebsbatterien, die in keinen Markt mündeten, führten unter anderem auch zu finanziellen Schiefagen, die zu einer Übernahme eines Großteils deutscher Batteriefirmen führte, zum Beispiel von Sonnenschein und Deta durch das US-amerikanische Unternehmen Exide sowie von VARTA und, Hoppecke durch das US-amerikanische Unternehmen Johnson Controls. Die deutschen OEMs setzten in der Folge auf den Diesel als Königsweg zur Reduzierung der Umwelt- und Ressourcenproblematik. Damit kam die Entwicklung von Elektrofahrzeug-Batterien in Deutschland praktisch zum Erliegen. Da sich darüber hinaus die Entwicklung und Produktion von Konsumergeräten und damit von Konsumerbatterien aufgrund des starken Wettbewerbs nach Fernost verschob, erlitt auch die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich in Deutschland das gleiche Schicksal.

In dem deutschen „Post-Rügen Batterievakuum“ haben in den letzten 10 Jahren einige Firmen versucht, ein Geschäftsfeld mit Lithium-Ionen-Batterien aufzubauen, darunter Gaia in Nordhausen, Li-Tec (50:50 JV Daimler/Evonik) in Kamenz, FORTU in Karlsruhe und Leclanche (Bullith) in Itzehoe. Diese hatten aber erst eine reale Chance, als die deutschen OEMs vor allem aus handelspolitischen Gründen - sehr niedriger Dieselsabsatz in den USA und Asien - Hybride in ihrer Entwicklungsstrategie integrierten und die EU eine CO₂-Reduzierung der Flottenemissionen vorgab. Diese neue Interessenlage der Automobilindustrie und die der Chemiefirmen wie BASF, Merck und Südchemie, die schon wesentlich früher als Komponentenzulieferer erfolgreich am Weltmarkt aktiv waren, veranlasste die Bundesregierung Batterien wieder zu fördern. 2007 wurde daher durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Förderung zum Themenfeld "Lithium-Ionen-Batterie (LIB 2015)" mit insgesamt 74 Mio. € ins Leben gerufen. Auch durch andere Ministerien (BMU, BMWi und BMVBS) wurden im Folgenden direkt und indirekt Entwicklungen im Batteriebereich unterstützt. Durch das Nationale Entwicklungsprogramm Elektromobilität (NEP) der Bundesregierung und die Bildung der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) wurden diese Entwicklungen konzentriert und forciert. Insbesondere widmen sich die Arbeitsgruppen 2 (Batterietechnologie) und 5 (Materialien und Recycling) der NPE der Batterieentwicklung.

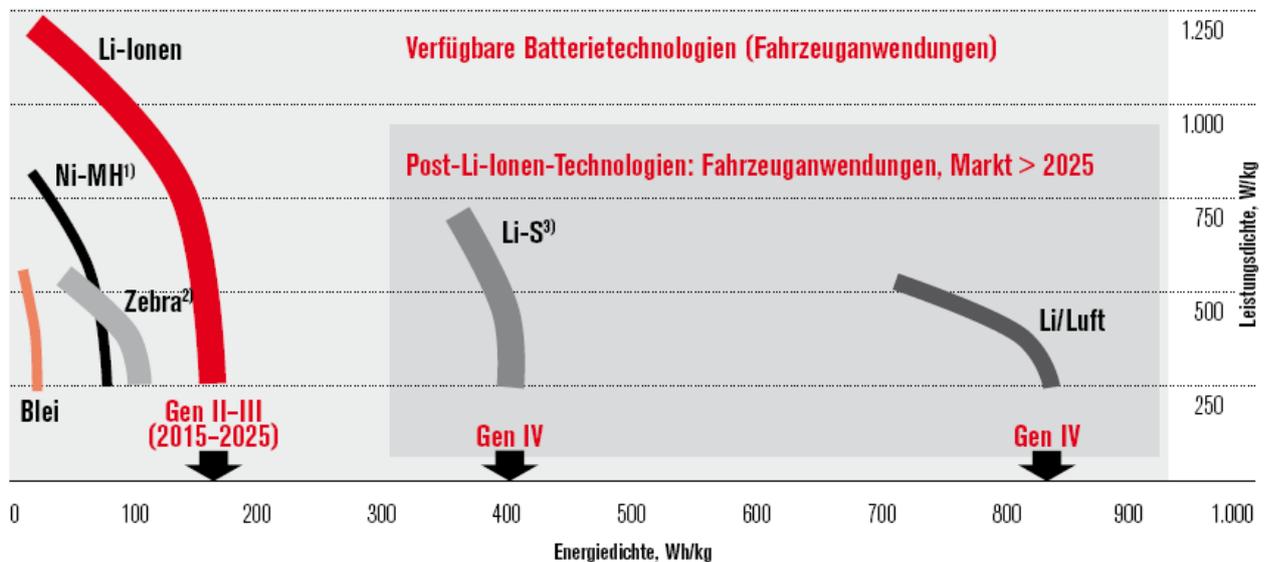
Technologieentwicklung Batterie

Man geht davon aus, dass angefangen von der Materialentwicklung bis zur Produktion ein Zyklus von 10 Jahren durchlaufen wird. Daher werden zeitversetzt die Entwicklungen der unterschiedlichen Generationen von Zellen angegangen. Für die Generation 1 (state-of-the-art) und Generation 2 (verbessertes state-of-the-art) liegt der kurzfristige Schwerpunkt auf

der Optimierung der Materialien und Produktion von Zellen. Für die Generation 3 (Hochvoltzellen) geht es vorrangig um die Entwicklung von Materialien und für die Generation 4 (Post Li-Ionensysteme) um Forschung im Bereich von Li-S und Li-Luft Systemen sowie von wässrigen Metall-Luft Systemen. Die spezifische Leistung und Energie für diese Entwicklungen zeigt Abbildung 38 als Ragone-Diagramm.

RAGONE-Diagramm für die Entwicklungen der 1. – 4. Batteriegeneration im Vergleich zum Stand der Technik

Lithium-Batterietechnologie ist Türöffner für batterieelektrische Fahrzeuge



Die Lithium-Ionen-Technologie bietet zurzeit die beste Batterieoption zur Erzielung akzeptabler Reichweiten für die Applikationen EV-, Plug-In- und Range-Extended-Fahrzeuge. Ausgedehnte Forschung an Post-Li-Ionen-Technologien, wie Li-S- und Li/Luft-Systeme, bieten neue Optionen für 2025+.

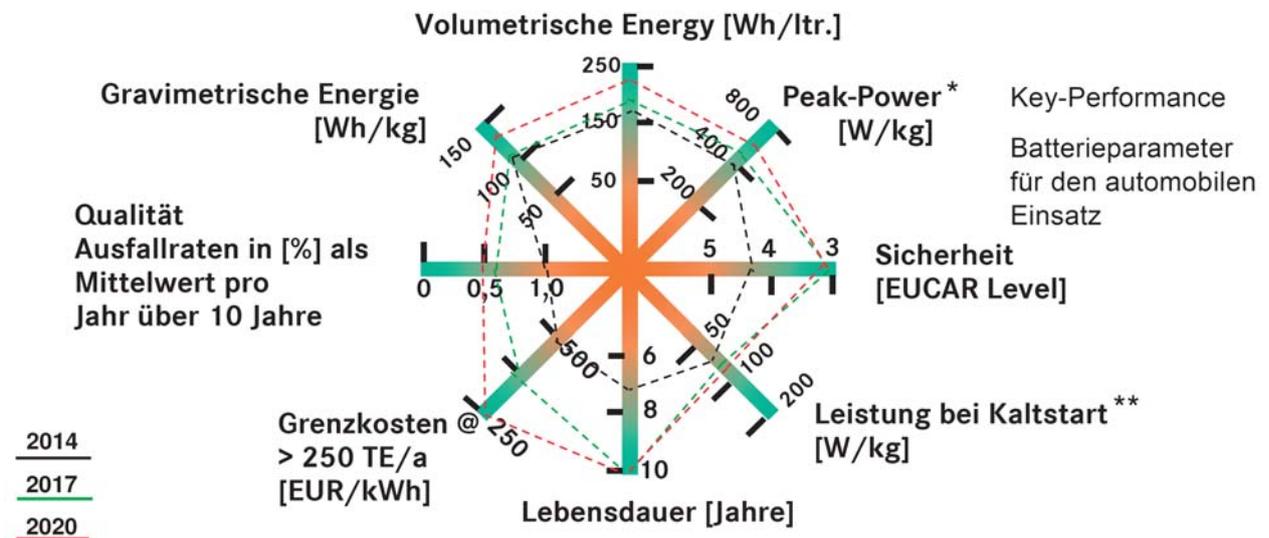
¹⁾ Ni-MH = Nickel-Metallhydrid-Batterie, ²⁾ Zebra = Natrium-Nickelchlorid-Zelle, ³⁾ Li-S = Lithium-Schwefel-Batterie

Abbildung 38: (NPE 2011).

Zur Erreichung der gesetzten Ziele der NPE ist in Hinblick auf die Batterietechnologie der Aufbau von Kompetenzen in zwei Handlungsfeldern notwendig:

- Es muss zum einen ein tiefgehendes Verständnis für die Wirkungsmechanismen entlang der gesamten Prozesskette der Batterie, insbesondere in Bezug auf die Parameter Sicherheit und Lebensdauer, entwickelt werden.
- Zum anderen ist die Industrialisierung von Zell- und Batterietechnologien besonders mit Blick auf die Senkung der Kosten vorrangig voran zu treiben.

Key-Performance-Parameter Batteriesysteme 2014–2020 für ein batterieelektrisches Stadtfahrzeug



* 25°C, 50% SoC, 10s

** -25°C, 50% SoC

Abbildung 39: (NPE 2010)

Abbildung 39 zeigt, dass die größten Entwicklungen im Bereich der Kosten und Lebensdauer erfolgen müssen und weniger im Bereich der technischen Daten Gravimetrische Energie und Peak-Power. Diese Entwicklungsziele sollten erreichbar sein, wenn es gelingt, die nötigen Fachleute im wissenschaftlichen und industriellen Bereich zur Verfügung zu stellen.

Batterierohstoffe

Die Produktion von Lithium-Ionen-Batterien benötigt eine Vielzahl an verschiedenen hochwertigen High-Tech-Materialien. Der Erfolg der Batterie-Technologie hängt damit im Wesentlichen von der Entwicklung neuer kostengünstiger, leistungsfähiger und sicherer Materialien ab. Ein wesentlicher Vorteil der Lithium-Ionen-Technologie ist die potenzielle Materialvielfalt vor allem für den Aufbau der Elektroden, die eine gezielte anwendungsspezifische Entwicklung erlaubt. Darunter sind mit Kobalt, Nickel, Kupfer oder Lithium allerdings auch viele Materialien, die von der BGR, der EU und anderen Ländern als strategische und teilweise auch kritische Rohstoff eingestuft werden (BMW i 2010a; EU 2010). Ein Austausch im Kathodenmaterial von Kobalt oder Nickel durch kostengünstigere und besser verfügbare Materialien z.B. Eisen, ist möglich und auch Ziel vieler Entwicklungen. Schwerer ersetzbar dagegen sind zum Beispiel das Ableitermaterial Kupfer und der Hauptbestandteil Lithium. Bei der Rohstoffversorgung dieser Materialien liegt jedoch eine große Schwäche des Wirtschaftsstandorts Deutschland (NPE 2010).

Während bei Kupfer zwar eine niedrige statistische Laufzeit, vergleichbar mit der von Erdöl, berechnet wird, hat das notwendige Recycling, mit Quoten von knapp 50%, in Deutschland

bereits eine große Bedeutung gewonnen. Deshalb wird die Gefahr der Versorgungssicherheit durch die zusätzliche Nachfrage der Elektromobilität als eher gering eingestuft. Des Weiteren existieren keine Marktkonzentrationen bei wenigen Unternehmen bzw. wenigen Staaten, nicht wie analog beim Rohstoff Lithium, und damit ein geringes Risiko für starke Preisschwankungen. (Deutsche Bank Research 2011b; Angerer et al. 2010). Trotzdem schätzt die EU und auch die BGR in Deutschland Kupfer als strategischen Rohstoff ein (BMWi 2010a; EU 2010).

Bei Lithiumrohstoffen muss in den nächsten Jahrzehnten nicht mit einer Versorgungslücke und Knappheit gerechnet werden. Trotzdem bergen wirtschaftliche als auch geopolitische Entwicklungen verschiedene Risiken für die deutsche und europäische Wirtschaft. Um Versorgungsengpässe bei dem zukünftig steigenden Bedarf zu vermeiden, müssen die Produktionskapazitäten zeitgleich folgen. Der Aufbau benötigt entsprechende Vorlaufzeit und bedeutet eine Chance für deutsche und europäische Unternehmen, sich durch Beteiligungen die langfristige Versorgung zu sichern. Wichtig in diesem Zusammenhang werden die Entwicklung neuer Batteriematerialien, die Entwicklung von Recyclingverfahren und die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft sowie die Erschließung von Rohstoffquellen für Lithium in Europa (Schott 2010).

3.1.2.3 Bestehende Kompetenzfelder: Fahrzeugbau, Elektromotor und Elektronik

Während es bei der Schlüsselkomponente „Batterie“ einen großen Aufholbedarf für die deutsche Wissenschaft und Industrie gibt, der sich zwar vor allem in fehlenden Produktionskapazitäten für Batteriezellen und -module zeigt, sich darüber hinaus aber auch zu einem großen Teil auf die Etablierung einer vorgelagerten Zuliefererstruktur erstreckt, existieren bei vielen anderen Schlüsselkomponenten für Elektrofahrzeuge bereits Kompetenzen innerhalb der deutschen Industrie. In den Bereichen Fahrzeugbau (inkl. Leichtbau), Elektromotor und Elektronik zum Beispiel kann in Deutschland auf viele etablierte Unternehmen und langjährige Erfahrungen zurückgegriffen werden. Allen voran zählen dazu die international tätigen Systemzulieferer, wie z.B. Bosch, Brose (JV mit SEW Eurodrive), Continental oder Siemens, die den kompletten elektrischen Antriebsstrang entwickeln und bereits großes Know-how bei vielen einzelnen Komponenten z.B. auf dem Gebiet der Elektromotoren besitzen. Dies gilt allerdings nicht für alle Zulieferer. Eine Studie (Stahlecker et al. 2011) zeigt beispielhaft für das Land Baden-Württemberg, dass vor allem die kleineren und mittelständischen Unternehmen durch ihre teilweise hohe Spezialisierung, und die niedrige Innovationskraft schlecht auf das neue Technologiefeld Elektromobilität vorbereitet sind und dort noch erheblichen Aufholbedarf haben. Die großen Automobilzulieferer dagegen haben ein viel größeres Leistungsspektrum das bereits heute viele Komponenten des elektrischen Antriebs umfasst. Die große Erfahrung als Systemintegratoren ermöglicht, ihnen als Schnittstelle zwischen etablierten Zulieferern und Marktneulingen zu fungieren (Deutsche Bank Research 2011b).

Kompetenzfeld Elektromotor

Elektromotoren an sich stellen ein relativ reifes Produkt dar, welches heute seit vielen Jahren bereits in zahlreichen Industriezweigen und Anwendungen zum Einsatz kommt. Diese sind jedoch bisher häufig nur Nebenaggregate und für kleine Leistungsklassen ausgelegt. Daher besteht erheblicher Optimierungsbedarf für die Anpassung an die neuen Herausforderungen (Qualität, Klima/Wetter, unregelmäßige Wartung) durch die Elektromobilität vor allem hinsichtlich Leistungsdichte, -gewicht und Komponentenkosten. Die hohen Kosten werden einerseits durch die noch größtenteils halbautomatische Fertigung, vor allem aber durch den Einsatz großer Mengen hochwertiger Materialien wie Kupfer oder seltener Erden verursacht. (Schlick et al. 2011)

Ähnlich wie für die Batteriematerialien liegt gerade bei der Rohstoffversorgung für Elektromotoren ein Schwachpunkt der deutschen Industrie (NPE 2010). Sowohl für Kupfer als auch für die benötigten seltenen Erden existieren in Deutschland keine nennenswerten, ausbeutbaren bekannten Vorkommen. Wie bereits für die Batterien gezeigt ist die Versorgungssituation bei Kupfer nicht unbedingt als kritisch anzusehen. Viel kritischer dagegen ist die aktuelle Rohstoffsituation bei den seltenen Erdmetallen zu sehen. Auf Grund einer radikalen Preispolitik hat sich China zu einem Quasi-Monopol entwickelt, aus dem knapp 97% der weltweiten Produktion stammen. Durch Exportbeschränkungen wurde im letzten Jahr bereits ein künstlicher Versorgungsengpass geschaffen. Erhebliche Preisschwankungen sind deshalb möglich. Langfristig könnte sich die Situation durch neue Marktakteure oder effizientes Recycling entspannen, eine dauerhafte Preissteigerung ist allerdings wahrscheinlich (Deutsche Bank Research 2011b; Ökoinstitut 2011). Auch die seltenen Erden werden von der EU und Deutschland als sehr kritische Materialien von strategischer Bedeutung eingeschätzt (BMW 2010a; EU 2010). Diese werden vorwiegend für die Produktion von Permanentmagnetmotoren benötigt. Die unsichere Rohstoffsituation könnte zu Veränderungen in den Entwicklungen führen, zum Beispiel hin zu Asynchronmotoren ohne Permanentmagnete. Gerade für höhere Leistungsklassen könnten sich diese durchsetzen (Schlick et al. 2011).

Das prinzipielle Know-how für den Bau von Elektromotoren ist vorhanden. Für industrielle Anwendungen werden pro Jahr bereits knapp 5 Mio. Elektromotoren kleiner Leistungsklassen hergestellt. Es existieren also auch bereits Produktionskapazitäten. Die langjährige Erfahrung auf diesem Gebiet und ein gut ausgebildetes Netzwerk von Industrie und Wissenschaft sind sehr gute Voraussetzungen für den Bau von Motoren für den elektrischen Antrieb (NPE 2010).

Kompetenzfeld Elektronik

Wie man alleine an den Ausgaben für Forschung und Entwicklung sehen kann, stellt die Elektronikbranche in Deutschland einen bedeutenden Industriezweig dar. Diese liegt mit knapp 8,5 Mrd. Euro auf Platz 2 hinter der Automobilindustrie (Abbildung 40). Mit rund

855.000 Beschäftigten und als Branche mit dem zweitgrößten Umsatz, nimmt sie eine besondere Stellung für die deutsche Wirtschaft ein. Der Anteil am Bruttoinlandsprodukt liegt bei knapp 3%. (IG Metall 2009; ZVEI 2011) Gemessen am Verhältnis von Innovationsaufwendungen zu Umsatz (knapp 10%) zählt sie zusammen mit der Automobilbranche zu den innovationsstärksten Branchen in Deutschland (ZVEI 2011). Der Anteil der Elektronik am Produktionswert Automobil liegt heute bereits bei 15% und soll bis 2020 auch ohne Elektrofahrzeuge auf 30% ansteigen (ZVEI 2010). Für die Entwicklung der entsprechenden Leistungselektronik, immer wichtiger wird dabei zum einen die Steuerung der Bordtechnik und des gesamten Energiemanagements des Fahrzeugs (inkl. Batterie und Verbrauchern) (PwC 2010), existiert eine etablierte, leistungsfähige Industrie, mit langjähriger Erfahrung. Zu nennen sind hierbei international tätige Firmen wie z.B. Siemens, ABB, Alstom, Epcos, Phillips oder Infineon (IG Metall 2009).

Die Anwendungen der Leistungselektronik für große Leistungsklassen, wie sie für den elektrischen Antrieb notwendig sind bereits im industriellen Maßstab vorhanden, z.B. für den Antrieb von Fertigungsanlagen, Bahnen oder Förderfahrzeugen. Auch wenn diese noch an die Qualitätsanforderungen und Standards der Automobilindustrie angepasst werden müssen, hat Deutschland eine sehr gute Basis in diesem Kompetenzfeld.

Kompetenzfeld Fahrzeugbau

Nicht zuletzt können die Automobilhersteller/OEMs auf die langjährige Erfahrung im Fahrzeugbau, Fahrzeugentwicklung und auch Systemintegration zurückgreifen, dass sich neue Wettbewerber, in Deutschland aber auch im Ausland, erst mühsam erarbeiten müssten. Dieses Know-how kann den Entwicklungsprozess des Gesamtfahrzeugs - die „Neuerfindung“ - erheblich beschleunigen und die Qualität der Ergebnisse steigern. Durch die bereits existierenden hohen Qualitätsanforderungen sind die Fahrzeugbauer gut auf die neuen Herausforderungen durch die Elektromobilität aufgestellt. Dazu zählen die Anforderungen durch die neue Komponente Batterie an den Karosseriebau vor dem Hinblick der passenden Integration in das Gesamtsystem und insbesondere aus sicherheitstechnischen Gesichtspunkten.

Des Weiteren bedeutet die Batterie erhebliches Zusatzgewicht für das Fahrzeug, wobei bereits in konventionellen Fahrzeugen mehr als 75% der Fahrwiderstände masse-induziert sind (NPE 2010). Dieser Umstand macht die Gewichtsreduzierung und die Effizienzsteigerung durch den Einsatz von Leichtbauteilen notwendig (PwC 2010; NPE 2010). Auch wenn zukünftig noch vielfältige F&E-Anstrengungen notwendig sind haben die deutschen Automobilhersteller und Zulieferer bereits langjährige Erfahrung auf dem Gebiet Leichtbau z.B. beim Austausch von Stahl gegen Aluminium und ähnlichem. Sowohl Industrie als auch Wissenschaft haben eine führende Position inne (NPE 2010). Für die hierbei verwendeten Materialien, wie z.B. Faserverbundwerkstoffe unter anderem aus Karbon, Aluminium- oder Magnesiumwerkstoffe, gibt es etablierte Unternehmen in Deutschland. Genannt werden kann hierbei z.B. die internationale Firma SGL Carbon, die Carbonfaser-

Bauteile für den Bau des BMW Mega-City-Vehicle liefern wird. Das Fahrzeug wird mit einer Fahrgastzelle aus kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK) gebaut.

Im Gegensatz zur Batterie kann man der deutschen Industrie für den Fahrzeugbau (inkl. Leichtbau) sowie die Schlüsselkomponenten Elektromotor und Elektronik eine sehr gute Basis zuschreiben. In diesen Bereichen weist die Industrie nach Einschätzung der Experten eine sehr hohe internationale Wettbewerbsfähigkeit auf. (NPE 2010; NEP 2009; Schlick et al. 2011; Deutsche Bank Research 2011b)

3.1.2.4 Die Position und die Strategien der deutschen Industrie: Fokus Automobilhersteller und Zulieferer

Betrachtet man die gesamten Ausgaben der Industrie für Forschung und Entwicklung in Deutschland für das Jahr 2010, so trägt die Automobilindustrie mit großem Vorsprung den größten Anteil bei. Dies verdeutlicht noch einmal die herausragende Position und große Wirtschaftleistung dieser Branche für den Standort Deutschland (Abbildung 40). Nach Angaben des VDA (2011b) fließt der größte Teil davon in Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Klimaschutz. Vermutlich umfasste das bisher vorwiegend die Verbesserung des konventionellen Antriebsstrangs bis hin zur Hybridisierung. Nach Angaben der Deutschen Bank Research (2011b) werden rund 10 Mrd. Euro, also knapp die Hälfte des gesamten F&E-Budgets in die Entwicklung effizienter und neuer Antriebe investiert. Der VDA (2011b) spricht von ähnlichen Zahlen. Demnach werden in den nächsten 3-4 Jahren 10-12 Milliarden in die Entwicklung alternativer Antriebe gesteckt, was einen Anteil von 40% der Gesamtausgaben für die Entwicklung von Antriebstechniken bedeutet.

Im Rahmen des Konjunkturpakets II hat die Automobilindustrie von 2009 bis 2011 knapp 200 Mio. Euro in die Elektromobilität investiert. Dazu kommen weitere Investitionen durch die Energieversorger in Höhe von ca. 46 Mio. Euro. Insgesamt hat die deutsche Industrie bis Mitte 2011 knapp 510 Mio. Euro in öffentlich geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekten für die Elektromobilität investiert (Deutscher Bundestag 2011). Dies beinhaltet allerdings nicht alle firmenspezifischen Ausgaben für die Elektromobilität und kann daher nicht in Relation zu den Gesamtausgaben gesetzt werden, da sich ein falsches Bild ergeben würde. Dem zweiten Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE 2011) kann man jedoch entnehmen, dass die deutsche Industrie plant in den nächsten drei bis vier Jahren knapp 17 Mrd. Euro in die Entwicklung der Elektromobilität zu investieren. Gemessen an den Gesamtausgaben der deutschen Industrie für das Jahr 2010 wären das immerhin knapp 7-10% der jährlichen F&E-Aufwendungen nur für den elektrifizierten Antriebsstrang. Berücksichtigt man nur ausgewählte Branchen² sind es sogar 12-16%.

² Dies beinhaltet in diesem Fall die Automobil-, Elektronik- und Chemieindustrie sowie aus Rest die Branchen Information und Kommunikation, Energie- und Wasserversorgung,

F&E Aufwendungen der Automobilindustrie gegenüber anderen Branchen für 2010

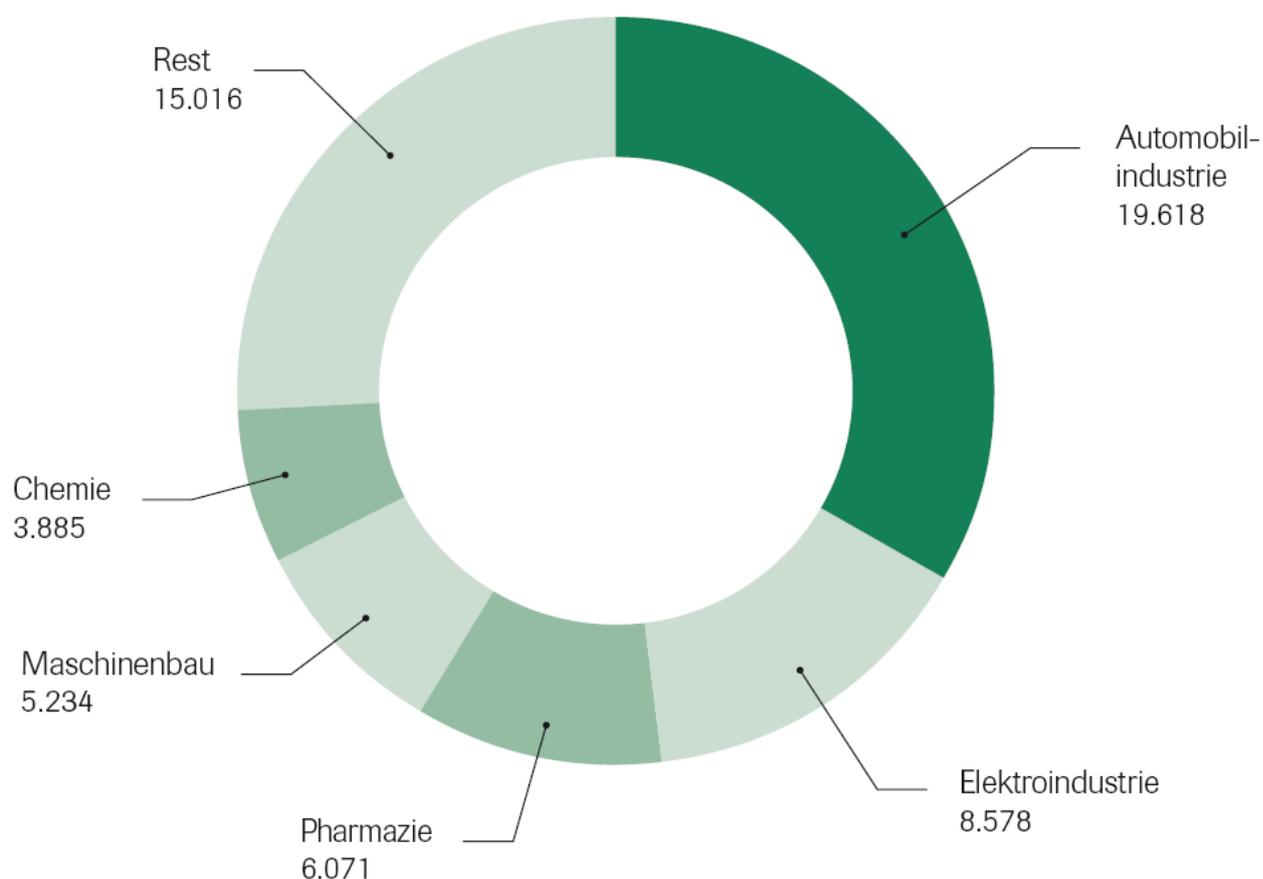


Abbildung 40: Angaben in Mio. Euro, nach (VDA 2011b).

Diese Mittel sind strategischer Natur und als langfristige Risikoinvestition zu sehen. Die Herausforderung für die Unternehmen besteht zunächst also darin erhebliche F&E-Mittel zu investieren ohne dass kurzfristig nennenswerte Umsätze und Gewinne auf dem Markt für Elektromobilität generiert werden können.

Zusätzlich muss die deutsche Industrie auf der einen Seite bestehende Kompetenzfelder behaupten und stärken, aber vor allem auch neues Know-how in der sich verändernden Wertschöpfungskette aufbauen. Dies führt zu einer Doppelbelastung und bedeutet, dass die verfügbaren F&E-Mittel strategisch richtig verteilt werden müssen, so dass sich jedes Unternehmen in den neuen Strukturen entsprechend aussichtsreich positionieren kann. Der internationale Wettlauf um die Markteinführung von Elektrofahrzeugen zeigt deshalb verschiedene Strategien der Automobilhersteller und auch Zulieferer. Diese können grob in vier Ansätze untergliedert werden:

1. „All-in-one“: Aufbau internes Know-how durch eigene F&E und Aufbau eigener Fertigung für den Großteil der Komponenten (Batterie, Elektromotor, Fahrzeugbau)
2. „Merger&Acquisition“: Aufbau internes Know-how durch eigene F&E und Aufbau Zuliefererkette durch Vor- und Rückwärtsintegration für ausgewählte Komponenten

3. „Kooperator“: Kooperationen und gemeinsame Entwicklung mit Technologieführern für Einzelkomponenten
4. „Systemintegrator“: Know-how nur für ausgewählte Kompetenzen im Engineering und Fahrzeugbau

Diese Strategieansätze müssten eigentlich für jede Schlüsselkomponente des elektrischen Antriebs unterschieden werden, es zeigen sich aber bei den meisten Komponenten ähnliche Muster, so dass diese generell betrachtet werden können.

Tendenziell kann man sagen, dass der radikale Ansatz „All-in-one“ alles in Eigenregie zu machen (Punkt 1) von der deutschen Industrie so sicherlich nur in Einzelfällen umgesetzt wird. Es sind auf fast allen Ebenen vorwiegend Mischansätze aus allen Punkten zu beobachten. So gut wie alle etablierten Fahrzeughersteller versuchen über den schnellen Einstieg mit so genannten Konversionsfahrzeugen³ Erfahrungen zu sammeln und die Entwicklungskosten durch die Nutzung bestehender Plattformen zu senken. Gerade in dieser Anfangsphase der Entwicklung sind Kooperationen mit Technologieführern sehr wichtig. Dadurch können eigenes Know-how und Kompetenzen aufgebaut werden, sowie die Entwicklungskosten und -zeiten weiter gesenkt werden. Evolutionäre Entwicklungsphasen in der Automobilindustrie dauern bereits in der Regel fünf Jahre und kann bis zu eine Mrd. Euro kosten (Deutsche Bank Research 2011b). Wichtige Vorteile, wie z.B. das frühere Erreichen von Skaleneffekten im Einkauf, der Teileentwicklung oder Fertigung, können einerseits horizontale Kooperationen zwischen Automobilhersteller bringen (PwC 2010). Bis auf wenige Ausnahmen, wie zum Beispiel BMW mit Daimler und Peugeot/Citroen bei Hybridantrieben oder auch Daimler mit Nissan/Renault für kleine Elektrofahrzeuge, können diese für die deutschen OEMs jedoch kaum beobachtet werden, da diese nur schwer zu realisieren sind. Die Expertenkommission Forschung und Innovation (2011) empfiehlt in ihrem Gutachten daher auch vorwiegend vertikale Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette zu fördern (EFI 2011). Nach (Schlick et al. 2011) gibt es vorwiegend die Tendenz, diejenigen Komponenten im eigenen Haus zu entwickeln und zu fertigen, für die ein schneller Volumenzuwachs erwartet wird

Die Strategie des Systemintegrators (Punkt 4) dagegen wird in der Regel größtenteils von branchenfremden bzw. neuen Marktteilnehmern, wie z.B. kleineren Entwicklungsfirmen, verfolgt, da diese spezialisiertes Know-how haben und dieses in der Breite nicht in der kurzen Zeit aufbauen können. Für die etablierten Fahrzeughersteller können Kooperationen mit diesen Unternehmen für die Entwicklung von neuen Fahrzeugkonzepten („Purpose-Design“) wichtig sein, werden aber aktuell nur in speziellen Einzelfällen angestrebt (PwC 2010).

Analysiert man die wichtigsten Schlüsselfelder so zeigt sich zunächst, dass sowohl die OEM als auch Zulieferer versuchen entsprechendes Know-how aufzubauen. Wer zum Beispiel zukünftig die Batteriezellen und -packs baut und liefert ist dabei noch offen. Daimler zum Beispiel versucht in einem gemeinsamen Joint Venture mit dem Chemiekonzern Evonik die Produktion von Batteriezellen (LiTec GmbH) als auch von -packs (Deutsche Accumotive) für

³ Darunter versteht man den Umbau bestehender Fahrzeugplattformen, wie z.B. des Smart-ED oder des BMW Mini-e.

die eigenen Fahrzeuge, aber auch als Angebot für andere Hersteller, aufzubauen. Für die erste Entwicklungsphase greift man jedoch zunächst auf das Know-how anderer Firmen zurückgegriffen. So hält Daimler Anteile an dem Start-Up Tesla und nutzt deren Batterie-Know-how für den Smart ED. Für den Hybridantrieb des S400 wurde mit dem Batteriehersteller JohnsonControls/Saft zusammengearbeitet. Bei Elektromotoren hat man kürzlich ein Joint Venture mit einem der Technologieführer, dem Zulieferer Bosch, angekündigt (EM-motive GmbH).

Die anderen deutschen OEM setzen dagegen bisher vollkommen auf Kooperationen mit Technologieführern und visieren zum Beispiel eine eigene Fertigung nur für das Batteriepack an, die Zellen dagegen kommen von Partnern.

Der VW-Konzern zum Beispiel entwickelt und testet das Batteriesystem zunächst mit vielen unterschiedlichen Unternehmen, z.B. Hybridbatterien mit Sanyo, Lithium-Ionen-Batterien in einem Forschungs-Joint-Venture mit Varta Microbatteries, Entwicklungskooperationen mit JohnsonControls/Saft, Toshiba oder BYD aus China und zudem testet er Batterien von SBLiMotive (Bosch/Samsung JV 50:50) und dem deutschen Hersteller Gaia in den twinDrive-Flottenversuchen (VW 2011). Strategisch denkt man über eine VW-eigene Systemfertigung von Batterien nach, bei der nur die Batteriezellen zugekauft werden (WAZ 2010).

BMW hat wie Daimler auch für den Hybridantrieb der 7er-Serie mit JohnsonControls/Saft zusammengearbeitet. Für das geplante Elektroauto „MegaCity-Vehicle“ fokussiert man sich für die Batterien jedoch bisher auf das Bosch-Samsung-Joint-Venture SBLiMotive. Auch BMW denkt mittelfristig über eine eigene Batteriefertigung nach, bei der lediglich Zellen eingekauft werden sollen (Focus Online 2010b). Im Bereich Leichtbau kooperiert man mit der Firma SGL Carbon, bei den Elektromotoren mit dem französischen Autokonzern Peugeot-Citroën (Manager Magazin 2010).

Ähnlich sieht es bei Opel aus, dessen Batteriezellen, wie auch für General Motors, vom südkoreanischen Unternehmen LG Chem kommen. Die Batteriepacks werden allerdings nicht in Deutschland sondern beim Mutterkonzern General Motors in den USA gefertigt.

Auch die Zuliefererfirmen müssen sich auf die Veränderungen der Wertschöpfungsstruktur einstellen und den Wegfall vieler Komponententeile kompensieren. Während die OEMs allerdings das primäre Ziel haben (müssen) die Kernkompetenzen des Fahrzeugbaus zu erhalten, hat die Zuliefererindustrie eine große Chance durch eine Erweiterung des Know-hows neue Marktanteile gewinnen zu können (siehe auch Abbildung 36). Diese setzen dabei neben der eigenen Forschung und Entwicklung zu großen Teilen auch auf Joint Ventures und Kooperationen mit der Automobilindustrie oder anderen Technologieführern. Bosch hat, wie bereits erwähnt Joint Ventures mit Samsung für Batterien (SBLiMotive und mit Daimler (EM-motive GmbH) für Elektromotoren. Continental arbeitet mit dem Batteriezellenhersteller A123 zusammen und entwickelt Batteriepacks gemeinsam mit Akasol. Während sich die großen, international tätigen Systemzulieferer bereits positionieren, sind kleinere und mittelständische Zuliefererunternehmen, laut einer Studie beispielhaft für das Land Baden-Württemberg, dagegen nur unzureichend für die Herausforderungen der Elektromobilität aufgestellt (Stahlecker et al. 2011). Fraglich ist, ob man dieses Bild Deutschlandweit

übertragen kann, es würde aber zeigen, dass die Zulieferer in der Spitze, jedoch weniger in der Breite in punkto Elektromobilität gut aufgestellt sind.

Wie sehen nun die Pläne der deutschen Automobilhersteller in Bezug auf die Einführung neuer Elektrofahrzeugmodelle aus? Wie man der Abbildung 41 entnehmen kann planen deutsche Hersteller im Vergleich zu den vielen ausländischen OEMs ihre Modelle deutlich später auf den Markt zu bringen. Firmen wie Nissan (Japan), BYD (China) oder Mitsubishi (Japan) produzieren und verkaufen erste neu entwickelte Fahrzeuge bereits in einer kleinen Vorserie von wenigen Tausend Stück. Der Mitsubishi iMiev wird als adaptierte Version auch von PSA (Peugeot-Citroen, Frankreich) eingeführt. Während diese also direkt den „Purpose-Design“-Ansatz verfolgen, sammeln die deutschen Hersteller zunächst Erfahrungen mit umgebauten Plattformen (Konversionsfahrzeuge), wie dem Smart ED, dem VW-Golf PHEV TwinDrive oder dem BMW Mini-e. Eine Ausnahme stellt hier nur Opel mit dem Range-Extender-Modell Ampera dar, der allerdings analog zum Chevrolet Volt des amerikanischen Mutterkonzerns General Motors entwickelt wurde. Erst ab dem Jahr 2013 sollen auch bei weiteren deutschen Herstellern speziell entwickelte Fahrzeuge, wie dem Mega-City-Vehicle von BMW folgen. VW plant die Elektrofahrzeugserie erst für 2020 und bei Daimler und Audi sind keine Purpose-Design-Konzepte zu sehen. Forciert wird von deutschen OEMs aber insbesondere auch der chinesische Markt für den zusammen mit Partnern Modelle entwickelt werden. Volkswagen will sogar die Marktführerschaft bei Elektrofahrzeugen in China (AMS 2011). Aber auch hier wird keine schnelle und frühzeitige Markteinführung angestrebt (Vergleiche Abbildung 41).

Die Gründe für das unterschiedliche Vorgehen können verschiedener Art sein. Eine Bewertung der Strategien soll und kann in diesem Zusammenhang nicht erfolgen. Möglicher Hintergrund für die bereits am Markt eingeführten Fahrzeuge der asiatischen Hersteller könnte einerseits der vorhandene Technologievorsprung bei Batterie und Elektroantrieb darstellen, den die Asiaten durch die vorhandene Batterieindustrie und die Entwicklungen bei Hybridantrieben bereits haben. Andererseits müssen die deutschen Hersteller mit ihren etablierten Marken darauf achten, dass sie keine „halbfertigen“ neu konzipierten Fahrzeuge auf den Markt bringen. Die neue Technologie muss den hohen Qualitätsstandards entsprechen (Deutsche Bank Research 2011b).

Letztendlich werden die möglichen Strategien für die Einführung von Elektrofahrzeugen von jedem Konzern selbst bewertet. Der Entscheidungsprozess ist so komplex und individuell, dass er eine Analyse im Rahmen dieser Studie nicht ermöglicht.

Markteinführungspläne verschiedener Automobilhersteller

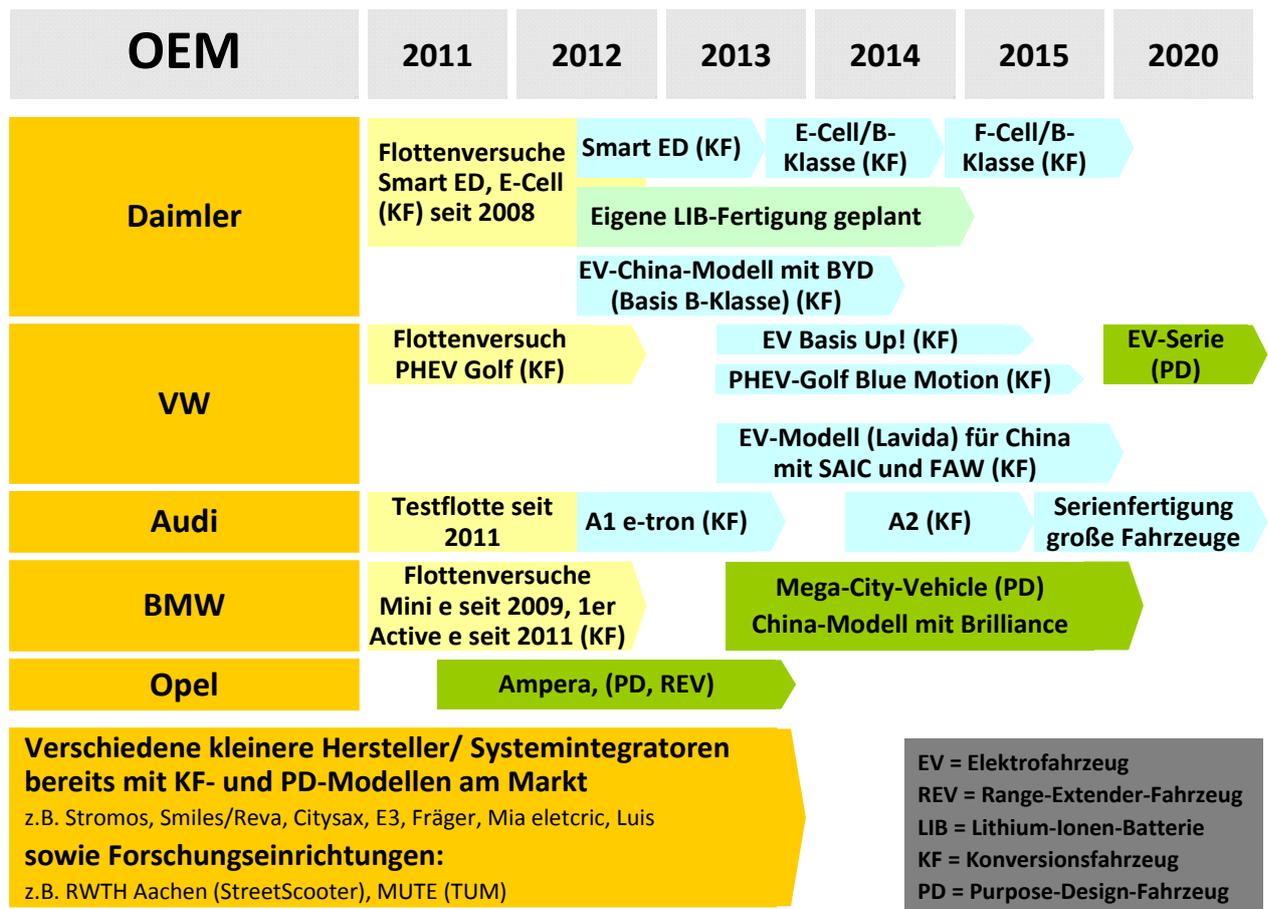


Abbildung 41: Eigene Darstellung, Recherche Presse.

3.1.2.5 Die Bedeutung des Maschinen- und Anlagenbaus

Der Maschinen- und Anlagenbau hat in Deutschland traditionell einen hohen Stellenwert, insbesondere auch für die deutsche Wirtschaftsleistung und dessen Zukunftsfähigkeit. Dies verdeutlicht ein Umsatz von 173 Mrd. Euro und Ausgaben für Forschung und Entwicklung mit knapp 5 Mrd. Euro, die vierthöchsten aller Industriebranchen in Deutschland. Die Veränderungen der Wertschöpfungskette Automobil stellt auch an den Maschinen- und Anlagenbau erhebliche Herausforderungen, bietet aber vor allem neue Chancen und Potenziale. Dieses „Zukunftsfeld Elektromobilität“ wurde in einer Studie des VDMA untersucht (Schlick et al. 2011).

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

Übersicht über Anlageninvestitionen und Hauptwettbewerber bei Batterien je Prozessschritt

Prozessschritt	Mischen	Beschichten	Kalandern	Schneiden	Trocknen	Fügen/ Verpacken ²⁾	Befüllen/ Versiegeln	Formieren/ Prüfen
Invest ¹⁾ [Mio. EUR]	20	45	10	20	13	38	20	49
Deutsche Anbieter (Auswahl)	> Eirich > Lödige	> Coatema > O.m.t. > Kroenert > Dr. Collin	> Saueressig > Dr. Collin	> Manz Automation > Duerr	> Manz Automation > Duerr	> Manz Automation > Duerr	> Manz Automation > Duerr > CMW Automation	> Manz Automation > Duerr > Digatron > Benning > Bosch
Hauptwettbewerber	> Daichi Jitsugyo Co. (JP) > Hohsen Co. (JP) > Itochu Co. (JP) > KUBT (KO/US)	> Noritake Co. (JP) > Daichi Jitsugyo Co. (JP) > NMI Co. (JP) > MEGTEC Inc. (US) > Honbro Co. (CN)	> MEGTEC Inc. (US) > Hohsen Corp. (JP) > Itochu Co./Juri Roll (JP) > Ono Roll Co. (JP)	> KUBT (KO/US) > Hohsen Corp. (JP) > Honbro Co. (CN) > Nishimura Mfg. (JP) > MEGTEC (US)	> Noritake Co. (JP) > MEGTEC Inc. (US) > Munters AB (SE)	> Itochu Co. (JP) > Kaido Mfg. (P) > Archotronics (US)	> ZIBO Co. (JP) > Hibar Systems Ltd. (CA) > Hohsen Co. (JP)	> KUBT (KO-US) > Daichi Jitsugyo Co. (JP) > Hitachi Setsubi (JP) > ZIBO Co. (JP)

1) Annahme: Hochautomatisierte Fertigung von ca. 100.000 EV-Äquivalenten (20 kWh) 2) Inklusive Schweißen
Quelle: Roland Berger

Abbildung 42: (Schlick et al. 2011).

Demnach sind die deutschen Unternehmen führend in den „traditionellen“ Produktionstechniken für die Automobilindustrie weltweit. Alleine 8% des Umsatzes wird durch die Automobilbranche als wichtigste direkte Abnehmerbranche generiert. Auch wenn die Zahl vieler Produktionsanlagen, z.B. für die spanende Metallverarbeitung, zukünftig abnehmen wird, entstehen große neue Potentiale durch die neuen Komponenten, insbesondere der Batterie und des Elektromotors. Wie bereits dargestellt wurde, bestehen Chancen, dass auch in Deutschland und Europa ein Markt für Batterieproduktionsanlagen entstehen kann und Kompetenzen für die anderen Schlüsselkomponenten bereits vorhanden sind. Zudem weisen die deutschen Maschinenbauer bereits heute hohe Exportquoten (>70%), vor allem auch nach Asien auf. Die bestehenden Geschäftskontakte und Erfahrungen kann man als sehr gute Ausgangsbasis für die Entwicklung neuer Geschäftsfelder ansehen. Um diese zu entwickeln bedarf es zwar des Aufbaus neuer Kompetenzen, jedoch können die deutschen Anlagenbauer auch aus einem großen Fundus an Know-how schöpfen. Damit kann es gelingen bestehende Einzelprozesse, die bei anderen Industriezweigen vorhanden sind, auf die Anforderungen der neuen Technologien anzupassen. Zu nennen sind Beschichtungsanlagen für die Photovoltaik oder aus der Druckindustrie, sowie die fortgeschrittene Automatisierungstechnik. Auch beim Maschinen- und Anlagenbau für die Batteriefertigung haben die asiatischen Unternehmen einen großen Technologievorsprung und dominieren diesen Bereich (Abbildung 42). Empfehlenswert sind daher auch hier Kooperationen und Allianzen für die gemeinsame Entwicklung und den schnellen Einstieg.

Deutsche Unternehmen, wie Manz, ads-Tec, Coatema und andere werden auf Grund der geringeren Bekanntheit und der kurzen Marktpräsenz, im aktuellen Marktumfeld bisher nur wenig wahrgenommen. Die Schwächen sind die bisher geringen Erfahrungen, die Vernachlässigung der Batterieindustrie in Deutschland sowie der damit zusammenhängenden Elektrochemie. Der Markt wurde Asien überlassen. Zudem haben viele Anlagenbauer bisher wenige Berührungspunkte mit der Automobilindustrie und den dort herrschenden Anforderungen, hinsichtlich Qualität, Verhandlung oder Service. Die Kernprozesse und -kompetenzen wurden in der Automobilindustrie wenig eingesetzt. Trotzdem haben diese und andere Unternehmen, z.B. Centrotherm, M+W Zander, Roth&Rau aus dem Bereich Photovoltaik, Elektronik, ein großes Potenzial und stellen in anderen Branchen bereits international konkurrenzfähige Anbieter und vielfach Technologieführer dar. Zudem bestehen durch die Elektromobilität neue Chancen, diese Kompetenzen wieder aufzubauen und die asiatischen Unternehmen einzuholen, da die Produktion der Traktionsbatterien bereits andere Anforderungen hat, als für Konsumerzellen. Viel besser sieht die Situation bei Elektromotoren aus. Diese stellen ein technisch relativ reifes Produkt dar, von denen die Produktionstechnologien bei den deutschen Anlagenbauern bereits länger bekannt sind. Diese müssen an die neuen Anforderungen, in Bezug auf Qualität und Kosten, angepasst werden, die Prozessschritte an sich werden sich kaum ändern. Insgesamt sind die internationale Wettbewerbsfähigkeit und die Voraussetzungen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus als Stärken zu bewerten. Die Chancen neue Marktpotenziale in den Bereichen Batterie und Elektromotor zu erschließen sind sehr groß.

3.1.3 Infrastrukturelle Bedingungen

Wie bereits aufgezeigt wurde, führt die Einführung von Elektrofahrzeugen erstmals zu einer Verknüpfung zweier bisher im Wesentlichen getrennten Branchen: Der Automobilindustrie und der Energiewirtschaft. In den bisherigen Kapiteln wurde gezeigt, dass die Automobilhersteller, Zulieferer und auch der Maschinen- und Anlagenbau größtenteils eine gute Ausgangsbasis haben, um die Anforderungen, die sich aus der Einführung der Elektromobilität ergeben, zu erfüllen.

Für die Energiewirtschaft bedeutet die Elektromobilität zwar ein komplett neues Geschäftsfeld bei dem man sich den damit verbundenen Herausforderungen und Risiken stellen muss, allerdings bieten sich aber auch zahlreiche Chancen und Potenziale. Nach (PwC 2010) lässt sich die Elektromobilität in die Wertschöpfungskette (Abbildung 43) der deutschen Energiewirtschaft relativ leicht implementieren. Am wichtigsten für den Erfolg der Elektromobilität sind der Aufbau einer entsprechenden Infrastruktur, ein stabiles Stromversorgungsnetz (beides Netzbetrieb), die Betankung oder Versorgung mit erneuerbaren Energien (Stromerzeugung und Großhandel) und für die Elektromobilität funktionierende, rentable Geschäftsmodelle (Vertrieb). Allerdings sind die Bereiche, gerade

bei den Transport- und Verteilnetzen, stark reguliert, was den regulatorischen Aufwand für die Marktteilnehmer erhöht (PwC 2010).

Die Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft

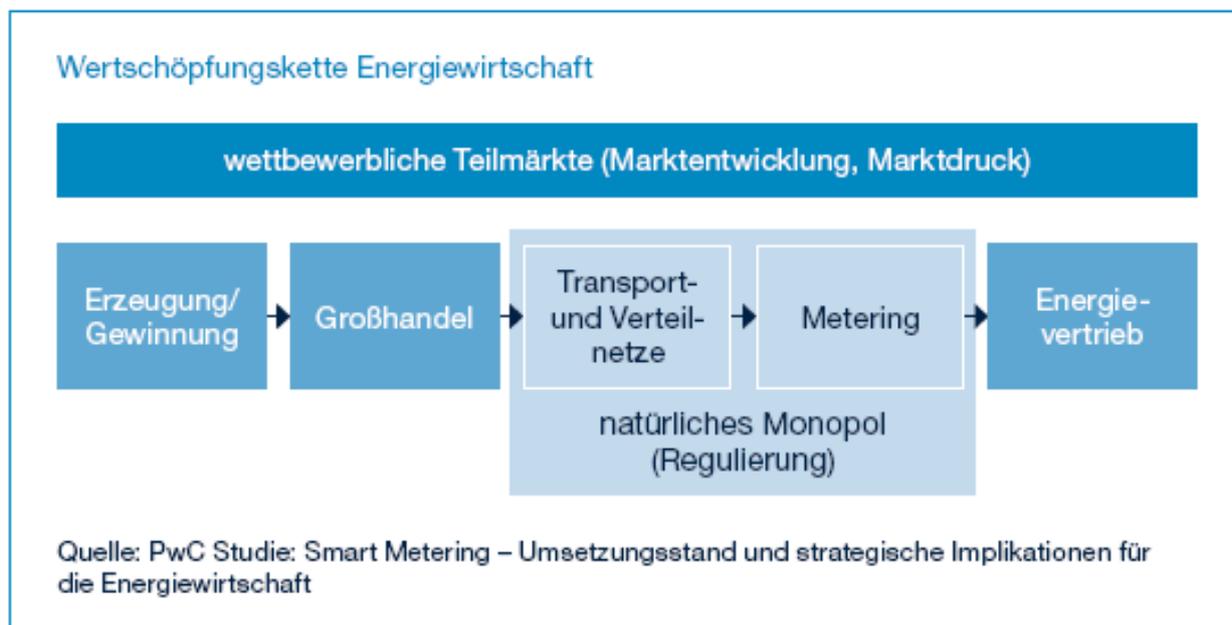


Abbildung 43: (PwC 2010).

Die Unternehmen in den verschiedenen Bereichen und die bereits existierende Struktur der Energiewirtschaft zeigen gute Voraussetzungen, um dieses neue Geschäftsfeld zu entwickeln und in die bestehende Wertschöpfungskette zu integrieren. Initiativen zeigen dabei sowohl die großen 4 Energieversorgungsunternehmen in Deutschland mit verschiedenen Feldversuchen, dem Aufbau von Ladeinfrastruktur und ersten Mobilitätsangeboten, aber auch verschiedene Stadtwerke und Ökostromanbieter (Günter 2011; Weber 2010; E.ON 2011; Vergleiche Kapitel 3.1.1)

Der Aufbau einer Infrastruktur zur Betankung von Elektrofahrzeugen ist wie bereits beschrieben notwendige und erste Erfolgsvoraussetzung. Auch wenn die meisten Feldversuche zeigen, dass der Großteil der Nutzer zuhause oder am Arbeitsplatz lädt und viele öffentliche Ladestationen nur sehr wenig genutzt werden, sind gerade Letztere, nach Meinung vieler Experten in Deutschland, für den Abbau der Reichweitenängste und die Kundenakzeptanz entscheidend (PwC 2010; NPE 2011; Günter 2011; Weber 2010; E.ON 2011). Deutschland besitzt zwar ein flächendeckendes und gut zugängliches Stromnetz – die Verfügbarkeit von Stromleitungen stellt also keinen limitierenden Faktor dar – letztlich müssen jedoch Ladepunkte aufgebaut und vor allem finanziert werden. Die NPE (2011) hat den Bedarf und die Investitionskosten an Ladepunkten für die drei Marktphasen abgeschätzt. Auch hierbei überwiegen zunächst vor allem die Heimpladung und das Laden am Firmenparkplatz. Bis 2014 sind, bei einem Fahrzeugbestand von 100.000, ca. 120.000 Ladepunkte zu installieren. Alleine der Aufbau der öffentlichen Ladepunkte (ca. 20.000)

verursacht dabei Kosten von rund 35,5 Millionen Euro. Für eine Millionen Elektrofahrzeuge bis 2020 werden im Weiteren ebenso viele Ladepunkte benötigt, mit einem zunehmenden Anteil an öffentlichen Ladestellen. RWE (Günter 2011) geht davon aus, dass der Aufbau der Infrastruktur in Deutschland 3-4 Mrd. Euro kosten wird. Auch wenn Forschung und Entwicklungsarbeiten notwendig sind, eine technische Limitierung gibt es dabei zunächst nicht. Unklar ist allerdings noch, wie der Aufbau der notwendigen Infrastruktur finanziert werden soll und wer insbesondere die Kosten dafür trägt. Aus diesem Grund sind geeignete Geschäfts- und Finanzierungsmodelle notwendige Voraussetzung, die von geeigneten rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen begleitet werden. Ein weiterer Erfolgsfaktor werden einheitliche Standards und Normen bei der Ladeinfrastruktur, z.B. hinsichtlich Steckerverbindung, Datenkommunikation und Stromzähler (on-board/off-board) sein, auf die sich die Branche einigen muss.

Neben der Infrastruktur ist eine stabile und zuverlässige Stromversorgung essentiell für Realisierung der Elektromobilität. Die Statistiken zeigen, dass Deutschland eines der zuverlässigsten Stromnetze weltweit hat und in Europa mit einer Ausfallzeit von knapp 15 min pro Jahr die besten Werte erzielt (VDE 2011). Die NPE geht davon aus, dass bis 2020 keine Überlastung der Verteilnetze durch das Laden der Elektrofahrzeuge erfolgen wird und nur bei gleichzeitigem Laden vieler Fahrzeuge mit hoher Leistung an einem Netzstrang punktuelle Netzausbauten notwendig sein könnten. In jedem Fall ist es notwendig geeignete Maßnahmen, z.B. Anreize oder ähnliches, für ein gesteuertes Laden zu ergreifen, um diese Netzverstärkungen vermeiden zu können. Der Netzausbau wird im Zusammenhang mit dem zunehmenden Anteil der regenerativen Energien eine sehr bedeutende Rolle spielen (dena 2011; BDEW 2011).

Zudem müssen nicht nur neue Leitungen verlegt werden, sondern insbesondere ein intelligentes Netz („Smart Grid“) etabliert werden, um die Herausforderungen fluktuierender Stromerzeugung durch Wind und Photovoltaik zu lösen. Die Elektromobilität kann von diesem Ausbau der Netze und der Erweiterung zu einem „Smart Grid“ profitieren, da es die Netzverfügbarkeit und Flexibilität (gesteuertes Laden) erhöht. Andererseits unterstützen Elektrofahrzeuge aber auch den Ausbau der erneuerbaren Energien und den Aufbau eines intelligenten Netzes, da sie mit dem Vehicle-to-Grid-Konzept (V2G) oder als verschiebbare Last (gesteuertes Laden) zur Netzstabilisierung und Netzintegration fluktuierender Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien beitragen können und dadurch den Netzausbaubedarf verringern können.

Welche Auswirkungen hat allerdings der zusätzliche Energiebedarf der Elektrofahrzeuge für die Stromversorgung in Deutschland und insbesondere für die gewünschte Kopplung mit erneuerbaren Energien?

Energiebedarf von Elektrofahrzeugen in 2020, 2030 und 2050 im Vergleich zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und dem Bruttostromverbrauch Deutschlands

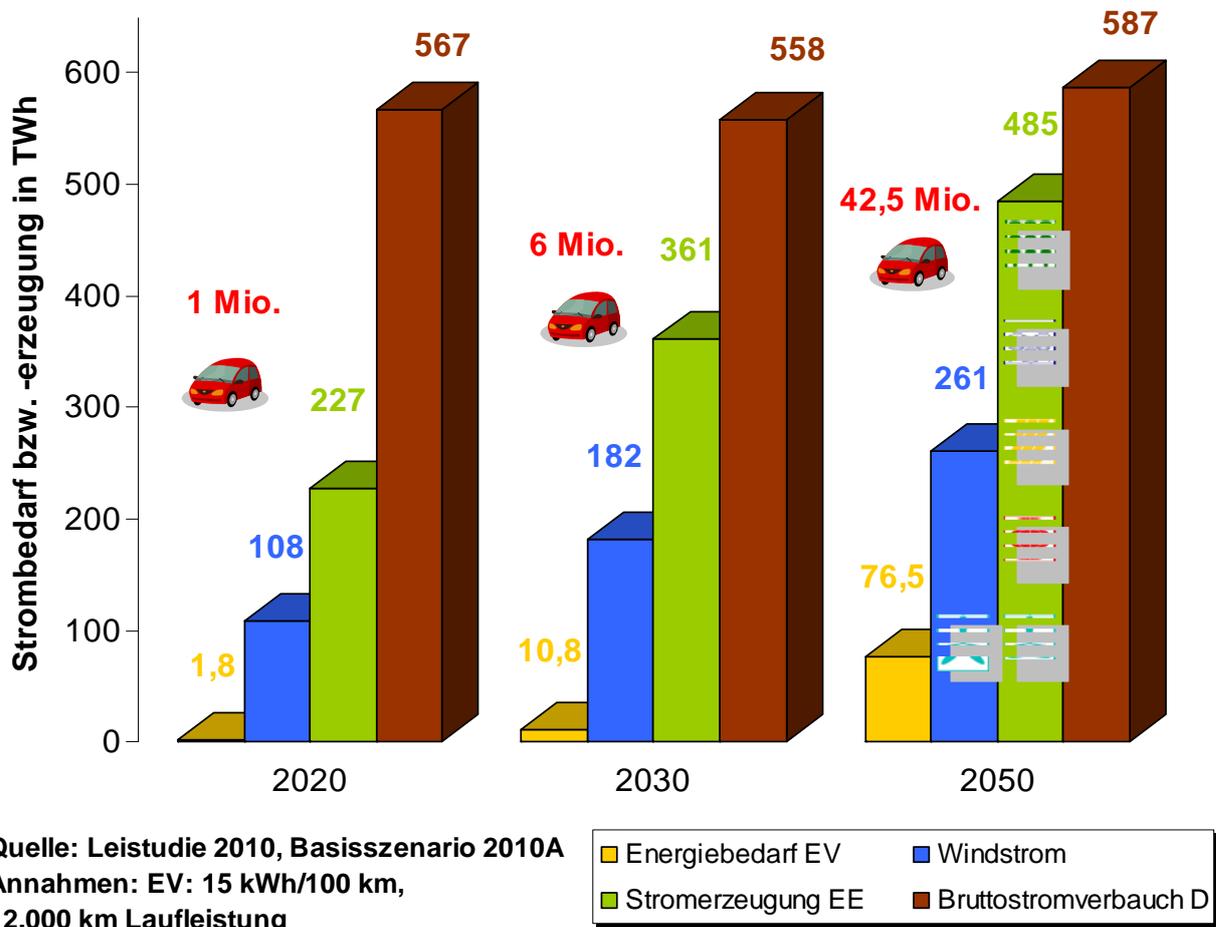


Abbildung 44: Eigene Darstellung. Eigene Berechnung anhand Daten nach Leitstudie 2010, Basisszenario 2010A.

Letztlich bedeutet der zusätzliche Strombedarf von einer Millionen Elektrofahrzeugen im Jahr 2020 gerade einmal einen Anteil von 0,3% am Bruttostromverbrauch Deutschlands und bedeutet keinen Engpass für die Stromerzeugung. Der Bedarf könnte sogar bis zum Jahr 2050, unter Annahme eines Komplettbestandes an Elektrofahrzeugen in Deutschland, theoretisch vollständig durch Strom aus erneuerbaren Energien gedeckt werden (Abbildung 44). Der Anteil am Bruttostromverbrauch würde sich jedoch auf signifikante 13% erhöhen. Dies müsste mit den Energiezielen vereinbar sein und dafür muss der Bedarf für Elektrofahrzeuge in die langfristige Kapazitätsplanung für die Erzeugung aus erneuerbaren Energien einbezogen werden.

Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Energiewirtschaft mit dem neuen Geschäftsfeld Elektromobilität vor zahlreichen Herausforderungen steht, das Grundgerüst aus Stromnetzbetrieb, Stromerzeugung und Vertrieb jedoch eine sehr gute Basis zum Aufbau und zur Entwicklung der Infrastruktur und Dienstleistungen für Elektromobilität bietet.

3.2 Wirtschaftliche Bedingungen in China

Auf welchen Gebieten China eine „Catch-Up“- und auf welchen eine „Leap-Frog“-Strategie verfolgt, obliegt nicht dem Zufall. Obgleich es keine Publikationen dazu gibt, nach welchen Kriterien und wie die Entscheidungsprozesse darüber im Detail verlaufen, kann davon ausgegangen werden, dass die Auswahl jener Punkte, an denen ein Leapfrog erfolgen soll sehr gründlich und gewissenhaft erfolgt. Dies macht gerade die Priorisierung der Entwicklung und Markteinführung der BEV sehr anschaulich deutlich. Im Folgenden werden einige wichtige Eckpunkte rekonstruiert, die dazu geführt haben, dass China gerade auf dem Gebiet der BEV eine Leap-Frog-Strategie entwickelt.

3.2.1 Leap-Frog-Analyse

Konzeptionell kann sich eine Leap-Frog-Analyse auf zwei Verfahren stützen: Zum einen auf die bereits erwähnte CNP-Analyse (Comprehensive-National-Power-Analyse) (CICIR 2000; Huang 1999), zum anderen auf die SWOT-Analyse, also auf eine Strengths-Weakness-Opportunities-Threats-Untersuchung (Mintzberg 1994: 36; Pelz 2004), wobei sich gerade die letztere sehr häufig und aus guten Gründen auf die Arbeiten des bekannten chinesischen Militärstrategen und Philosophen Sun Zi beruft (Wee 2002).

Ausgehend von der CNP- und der SWOT-Analyse sind es insbesondere die bereits in Abbildung 31 dargestellten Punkte, das Know-how, die Rohstoffe, die Infrastruktur, die Firmen, die Nutzer und der Markt, die eine Leap-Frog-Strategie auf dem Gebiet der Entwicklung und Markteinführung der BEV für China erfolgversprechend erscheinen lassen. Im Folgenden werden diese sechs Punkte für China schrittweise näher beschrieben.

3.2.1.1 Rohstoffe

Bei allen drei für die Elektromobilität eingangs genannten strategischen Rohstoffgruppen hat China im Vergleich zu Deutschland und vielen anderen westlichen Industrieländern außergewöhnlich günstige Bedingungen, was im Folgenden näher gezeigt werden soll.

Lithium

Was Deutschland anbelangt wurde bereits aufgezeigt, dass keinen nennenswerten lokalen Vorkommen vorhanden sind. China befindet sich im Hinblick auf die Lithium-Versorgung in einer wesentlich komfortableren Lage.

Das Reich der Mitte gehört zu den weltgrößten Lithium-Produzenten. Nach unterschiedlichen Schätzungen rangiert es nach Chile, Australien und Argentinien auf Platz 4 (Wendl 2009: 22) oder nach Chile direkt auf Platz 2 (Bethel 2010: 3). Und, was strategisch noch bedeutsamer ist, China verfügt über erhebliche Lithium-Ressourcen und -Reserven. Auch hier differieren die Schätzungen wieder erheblich (siehe etwa Schott 2009: 5 und Bethel 2010: 3), doch liegt China bei diesen unterschiedlichen Prognosen immer auf Platz 3 respektive 4 (RIC 2009: 2; Schott 2009: 5; Angerer et al. 2009: 8; Bethel 2010: 3). Diese Ressourcen und Reserven befinden sich vor allem in Qinghai, Tibet, Sichuan, Xinjiang und Jiangxi (RIC 2009: 3) und dort wiederum oft in schwer zugänglichen und bislang wenig erschlossenen Gebieten. Nach Einschätzung des Fraunhofer ISI befindet sich der kommerzielle Lithium-Abbau in China erst im Anfangsstadium (Angerer et al. 2009: 7) und es kann damit gerechnet werden, dass er in den nächsten Jahren trotz der zum Teil sehr schwierigen geographischen und infrastrukturellen Bedingungen beschleunigt ausgebaut wird.

Trotz dieser vergleichsweise sehr günstigen Situation unternimmt China vor dem Hintergrund seines sehr hohen Wirtschaftswachstums insgesamt und speziell des Wachstums der lithiumverbrauchenden „Strategic and Emerging Industries“ aber auch große Anstrengungen, Zugang zu anderen, ausländischen Lithium-Reserven zu bekommen. Besonders interessant ist hierbei das so genannte „Lithium Triangle“, das auch als „Middle East of Lithium“ bezeichnet wird (Bethel 2010: 4). Dabei handelt es sich um ein Gebiet, das im Grenzbereich von Argentinien, Chile und Bolivien liegt, in dem sich ungefähr 70-75% der Welt-Lithium-Reserven befinden sollen (ebd.) und das bislang so gut wie gar nicht erschlossen ist. Da China gegenwärtig rund 78% seiner Lithium-Importe aus Chile und 20% aus Argentinien bezieht (ebd.: 8), gibt es bereits traditionelle Handelsbeziehungen zu Ländern des „Lithium-Triangles“, über die der strategische Zugang zu diesen Reserven zielgerichtet ausgebaut werden kann. Darüber hinaus forciert China auch seine Lithium-Aktivitäten in Bolivien. In diesem Jahr hat der Präsident Boliviens, Evo Morales, ein Agreement mit der chinesischen Investment-Firma CITIC-Group unterzeichnet, in der dieser gestattet wird, das Potenzial der Lithium-Reserven in Salar de Coipasa, einem Areal 20 km nördlich vom „Lithium Triangle“, zu erkunden (Brown 2011).

Sowohl was die globale Reichweite der Lithium-Vorräte betrifft als auch im Hinblick auf die eigenen Ressourcen und die Zugänge zu strategischen Reserven, die sich China im Ausland sichert, kann davon ausgegangen werden, dass eine Markteinführung der BEV in den nächsten vier Jahrzehnten nicht an einer mangelnden Verfügbarkeit von Lithium scheitert. Mehr noch, gegenüber anderen BEV-Konkurrenten, wie beispielsweise Frankreich oder Deutschland, befindet sich China in einer entschieden besseren Situation, weil es temporäre Lieferengpässe oder volatile Preisbewegungen sehr gut abfedern kann. Insofern ist die

Lithium-Versorgung ein erster Pluspunkt, den China bei seiner BEV-Leap-Frog-Strategie verbuchen kann.

Seltene Erden

Noch günstiger als bei Lithium ist die Situation für China bei den seltenen Erden. Diese Materialgruppe, zu der insgesamt 17 chemische Elemente gehören, und zwar die 15 Mitglieder der Lanthanfamilie plus Scandium und Yttrium, spielt eine Schlüsselrolle bei fast allen Hochtechnologien, angefangen von Computerfestplatten und Bildschirmen über Motoren für Elektrofahrzeuge und Windräder bis hin zu Raketen und Raketenabwehrsystemen, Flugzeug- und Satellitentechnik oder Panzerungen (Humphries 2010: 2, 4; Kennedy 2010; Bopp 2011). Die Japaner bezeichnen die „rare earths“ auch als „Vitamine der Industrie“ (zit. nach Hilpert/Kröger 2011: 3). 1992 erklärte Deng Xiaoping, der Initiator des chinesischen Reformprogramms lapidar: „There is oil in the Middle East; there are rare earths in China“ (zit. nach Levkowitz/Beauchamp-Mustafaga 2010: 2). Diese Einschätzung erwies sich geradezu als prophetisch.

1927 entdeckten chinesische Wissenschaftler die ersten Vorkommen an seltenen Erden in Bayan Obo und 1957 begann die systematische Produktion (Tse 2011: 1). Bis Mitte der 80er Jahre wuchs sie langsam aber stetig. Ab Mitte der 80er sind zwei Trends zu beobachten (ebd. 3): Die USA, die bis dahin bei der Produktion der seltenen Erden führend waren, sowie andere Länder senkten ihre Produktionsquoten kontinuierlich und fuhren sie schließlich nahezu auf Null. Demgegenüber wuchs die chinesische Produktion exponentiell. Die gegenläufigen Trends führten dazu, dass China heute Quasimonopolist beim Abbau und bei der Produktion von seltenen Erden ist. China hat gegenwärtig einen Anteil von 97% an der globalen Produktion von seltenen Erden (Hilpert/Kröger 2011: 3; Humphries 2010: 6). 2010 teste China seine globale Monopolmacht durch eine Reduzierung der Exportquoten. Die Reaktion kam prompt und war eindeutig: So kletterten zum Beispiel die Preise für Lanthanoxid und Ceroxid von rund 5 US-Dollar/kg im Februar 2009 auf 50 Dollar im Oktober des gleichen Jahres, wobei sie im Juni noch unter 10 Dollar lagen und dann bis Oktober geradezu senkrecht in die Höhe schossen (Hilpert/Kröger 2011: 4).

Es geht aber nicht nur um die bloße Verfügbarkeit von seltenen Erden. Mindestens genauso bedeutsam ist die Tatsache, dass China heute nahezu die gesamte globale Wertschöpfungskette dominiert. Förderung, Trennung, Verhüttung, Legierung, Produktion - jede Stufe dieser Kette wird von China allein oder nahezu allein beherrscht (Levkowitz/Beauchamp-Mustafaga 2010: 3; Humphries 2010: 8; Hilpert/Kröger 2011: 7). Hinzu kommt, dass China auch für jede dieser Stufen das Know-how besitzt. Zwei große Laboratorien, das Rare Earth Materials, Chemistry and Application Lab und das Rare Earth Resource Utilization Lab, und zwei große Institute, das Changchun Institute of Applied Chemistry und das Baotou Research Institute of Rare Earth sowie eine Reihe kleinerer Forschungseinrichtungen untersuchen jede Stufe dieser Wertschöpfungskette und arbeiten an deren Optimierung und Ökonomisierung (Humphries 2010: 9).

Trotz seiner Vorkommen an seltenen Erden und seiner Dominanz über die globale Wertschöpfungskette versucht China auch systematisch Zugang zu ausländischen Vorkommen zu erhalten. Im Mittelpunkt steht hierbei das Bemühen, entsprechende Bergbauunternehmen zu erwerben oder sich in diese einzukaufen. Derartige Versuche gab es beispielsweise 2005 bei der Mountain Pass Mine in Kalifornien und 2009 bei der Mount Weld Mine in Westaustralien sowie der Nolans Bore Mine in Nordaustralien (Levkowitz/Beauchamp-Mustafaga 2010: 5)

Was die seltenen Erden betrifft, ist China also nicht nur in einer günstigen, sondern in einer kaum zu überbietenden exzellenten Situation: Es verfügt über die „Vitamine der Industrie“ sowie über das Know-how zu ihrer Herstellung, es kann Konkurrenten ruinöse Preiskämpfe aufdrängen und es versucht seine Monopolstellung nicht nur zu halten, sondern immer weiter auszubauen. Im Hinblick auf die weltweite Markteinführung der BEV bedeutet dies, dass das Reich der Mitte potenziell in der Lage ist, die Batterie- und Motorenfertigung sowie den Auf- und Ausbau von grünen Stromtechnologien rohstoffseitig zu beeinflussen. Kein Wunder also, dass in transatlantischen Medien darüber spekuliert wird, ob und inwieweit es China gelingen könnte, die US-amerikanische und japanische BEV-Produktion abzuwürgen (Mick 2010).

Sonstige Materialien

Zu den sonstigen Material, die für die Produktion und Markteinführung der BEV notwendig sind, sollen hier nur noch drei etwas näher betrachtet werden, und zwar Kupfer, Kobalt und Aluminium.

Was Kupfer betrifft, spricht zunächst vieles dafür, dass wir hier global in den nächsten Jahren mit einer ähnlichen Situation konfrontiert sind, wie beim Erdöl, dass nämlich gegen 2020 ein Peak in der Kupferproduktion erreicht wird (Laherrère 2010: 1). Vor diesem Hintergrund befindet sich China in einer guten bis sehr guten Position. Bei der Kupfer-Förderung sowie den Kupfer-Reserven liegt es nach Chile, Peru, den USA und Indonesien auf Platz 5, bei der Vorratsbasis sogar auf Platz 4 (CDA 2010). Bei der Hütten- und Raffinerieproduktion belegt China weltweit Platz 1 (USGS 2010a).

Bei Kobalt ist die Situation auf den ersten Blick etwas schlechter. Hier belegt China bei der Förderung nach der Demokratischen Republik Kongo, Zambia, Kanada, Rußland, Australien und Kuba Platz 7 der Weltrangliste und bei den Kobalt-Reserven liegt das Reich der Mitte sogar „nur“ auf Platz 8 (USGS2010b).

Aber sowohl was Kupfer als auch was Kobalt anbelangt, hat sich China in den letzten zehn Jahren sehr gute und vor allem langfristige Zugänge zu großen Abbaugeländen und wichtigen strategischen Reserven verschafft. Exemplarisch zeigt dies das Engagement des Landes in der Demokratischen Republik Kongo (DRC), speziell in der rohstoffreichen Provinz Katanga. Auf den ersten Blick scheinen die Kupfervorräte der DRC nicht ins Gewicht zu fallen. Was jedoch die Vorräte so bedeutsam macht, ist die Tatsache, dass der Kupfergehalt der Erze fünf- bis zehnmal höher ist als etwa der chilenischen Kupfererze (ANN 2007).

Gleiches gilt für Kobalt, auch hier liegt der Metallgehalt des Erzes deutlich höher als in allen anderen Abbaugebieten (ebd.). Im Jahre 2008 wurde zwischen China und der DRC ein Abkommen unterzeichnet, das auch schon als „contract of the Century“, „new era of cooperation“ oder „new type of strategic partnership“ (Hellendorff 2011: 17, 7) bezeichnet wurde. Der Kern dieses Abkommens besteht darin, dass China 9 Milliarden US-Dollar in die Infrastruktur der Republik Kongo investiert und im Gegenzug den Zugang zu 10,6 Millionen Tonnen Kupfer und 600.000 Tonnen Kobalt erhält. Die einen bezeichnen diese Kontraktspolitik als „Scheckbuchdiplomatie“ (Schüller/Asche 2007: 2) andere sprechen von „soft power“ und „charm offensive“ (Hellendorff 2011: 9, 10). Und es ist auch schon darüber diskutiert worden, ob es sich tatsächlich um einen neuen Typ der Partnerschaft handelt, bei dem beide Seiten gewinnen oder nur um eine neue Form des Kolonialismus (Marysse/Geenen 2009; RAID 2009).

Wie immer man dies im Einzelnen bewerten mag, der Einfluss Chinas in Katanga ist erheblich. Mehr als 60 der 75 Aufbereitungsanlagen in Katanga sind in chinesischem Besitz und über 90% der Mineralien Katangas werden nach China exportiert (Global Witness 2011: 13). Hinzu kommt, dass in den Joint Ventures zwischen China und der DRC das Reich der Mitte über eine Zweidrittel Mehrheit verfügt (Marysse/Geenen) 2009: 13).

Im Hinblick auf die Rohstoffversorgung für die chinesische BEV-Produktion kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der inländischen Quellen und des unmittelbaren Zugriffs auf ausländische Ressourcen, in den nächsten 10 bis 20 Jahren keine Versorgungsengpässe bei Kupfer und Kobalt zu erwarten sind.

Auch bei dem letzten hier zu diskutierenden Rohstoff, Aluminium, befindet sich China in einer günstigen Position. Das Metall spielt bei der BEV-Produktion eine wichtige Rolle, angefangen von Batterie- und Motorgehäusen über Karosserieteile bis hin zu den Ladestationen (Gärtner/Larsen/Boeker 2011). China ist mit erheblichem Abstand der weltgrößte Aluminiumproduzent und hat darüber hinaus noch genügend freie Produktionskapazitäten (USGS 2010c). Nach Australien liegt es auf Platz 2 bei der Bauxit-Förderung (USGS 2009). Nicht ganz so gut ist die Situation im Hinblick auf die Bauxit-Vorräte und -Reserven. Hier belegt China nach Australien, Guinea und Jamaika lediglich Platz 4 (ebd.). Wie bei Lithium, seltenen Erden, Kupfer und Kobalt, versucht China auch bei Bauxit sich den Zugang zu strategischen Reserven zu sichern. Ein Beispiel dafür sind Chinas diesbezügliche Aktivitäten in Australien. So versucht das chinesische Staatsunternehmen Chinalco seinen Anteil an dem großen britisch-australischen Rohstoffkonzern Rio Tinto systematisch auszubauen (Sprothen 2009). Wie bei den anderen BEV-relevanten Rohstoffpositionen besitzt China also auch bei Aluminium und Bauxit eine solide Ausgangsbasis für seine Leap-Frog-Strategie.

Stichpunktartig zusammengefasst ergibt sich damit im Hinblick auf die Rohstoff-Dimension der chinesischen BEV-Leap-Frog-Strategie folgendes Bild:

Rohstoff-Dimension der BEV-Leap-Frog-Strategie

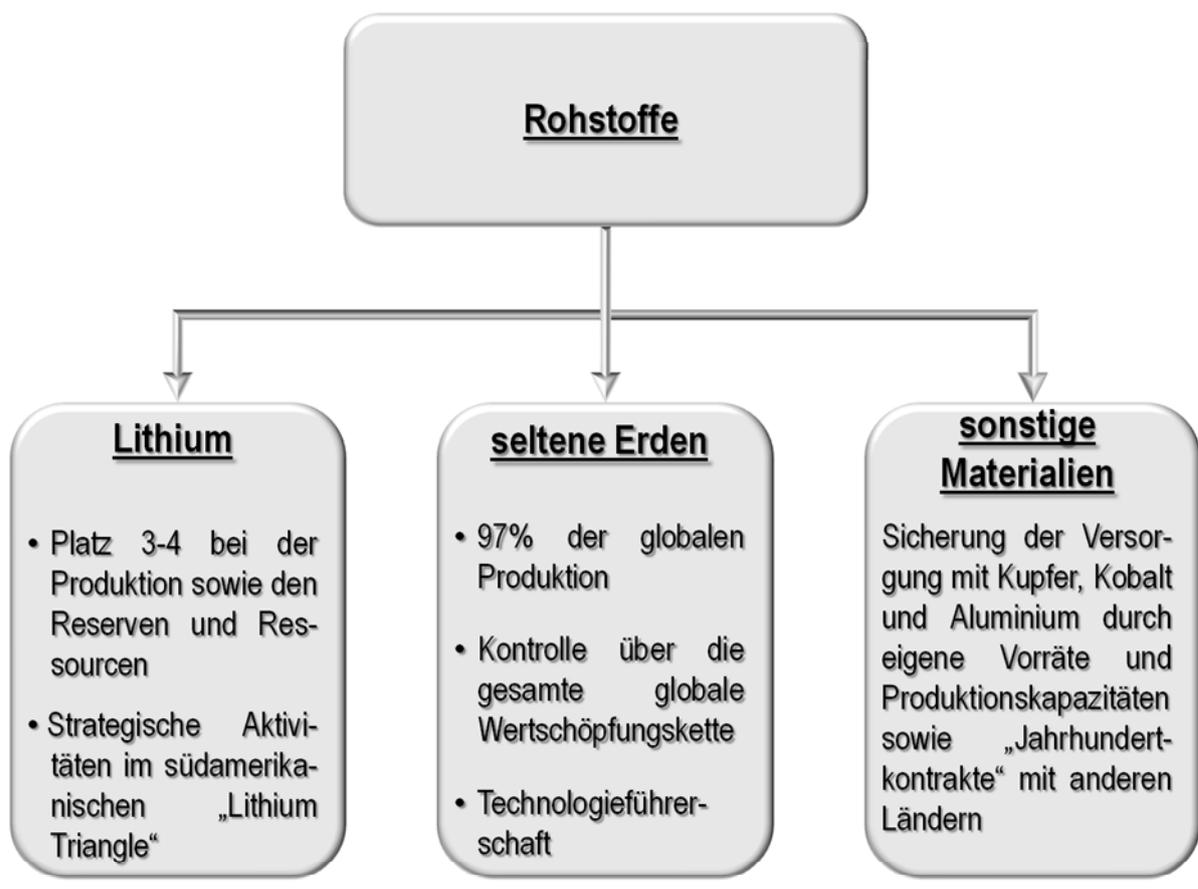


Abbildung 45: Eigene Darstellung. (Hilpert/Kröger 2011: 3; Humphries 2010: 6; RIC 2009: 2; Schott 2009: 5; Angerer et al. 2009: 8; Bethel 2010: 3)

3.2.1.2 Infrastruktur

Eine wichtige Voraussetzung für die Markteinführung der BEV ist eine BEV-gerechte Infrastruktur. Diese umfasst mindestens drei Kernstrukturen, und zwar Straßen, elektrische Netze und Ladestationen. Die BEV-Leap-Frog-Strategie China's orientiert auf den beschleunigten Ausbau aller Kernstrukturen.

Straßen

Nach den USA hat China mit 65.000 km das zweitgrößte Schnellstraßensystem der Welt (ATH 2011). Bis 2020 soll das Schnellstraßen- und Autobahnnetz auf insgesamt 3 Millionen

Kilometer ausgebaut werden (ebd.). Kern dieses Netzes ist das so genannte National Trunk Highway System (NTHS), dessen erste Ausbaustufe 1990 in Betrieb genommen wurde und das sowohl alle großen Städte untereinander als auch mit den Häfen verbinden soll. Das NTHS wird auch als 7918-Netzwerk bezeichnet, weil es 7 Autobahnen umfasst, die sternförmig von Peking ausgehen, 9 vertikale Nord/Süd-Schnellstraßen und 18 horizontale Ost/West-Schnellstraßen (siehe Kapitel 2). Das NTHS soll bis 2020 so ausgebaut werden, dass es alle Provinzhauptstädte sowie alle Städte mit mehr als 200.000 Einwohnern miteinander verbindet (ATH 2011). Zur besseren verkehrstechnischen Erschließung der ländlichen Gebiete plant die Regierung bis 2020 ungefähr 270.000 Kilometer Straßen neu zu bauen beziehungsweise zu modernisieren (ebd.).

Ein Teil dieser Straßen sind gebührenpflichtig. China besitzt nicht nur das größte Mautstraßensystem der Welt, sondern liegt mit einem Anteil von 70% an allen Mautstraßen der Welt mit Abstand auf Platz 1 (ebd.). Der Mautsektor gehört zu den profitabelsten Geschäftsfeldern im Reich der Mitte. 2009 lag er nach der Finanz- und Immobilienbranche auf Platz 3 (ebd.). Zu den im Mautsektor tätigen Gesellschaften gehören beispielsweise solche großen Unternehmen wie die Sichuan Expressway, die China Communications Construction Co. Ltd. oder die Shenzhen Expressway.

Durch den geplanten Anstieg der Urbanisierungsrate von heute 47% auf 65% im Jahre 2030 und 70-80% im Jahre 2050 (HSBC 2010: 15; Financial 2011), werden neue Millionen Städte entstehen und alte weiter wachsen. Beim Aus- und Neubau dieser insgesamt 240 Millionen Städte wird ein 5 Milliarden m² umfassendes Straßennetz gebaut werden (Andrew Leung 2011: 10/11). Vor diesem Hintergrund und der Tatsache, dass bereits heute in vielen Bereichen der Großstädte das Verkehrschaos mit der wachsenden Zahl der Fahrzeuge zunehmend größer wird, werden so genannte „ultra-wide streets“ (Jianchuan et al. 2007). projiziert. Während die Champs-Élysées in Paris ungefähr 70 Meter und die Straße Unter den Linden in Berlin 60 Meter breit sind, fangen die ultra-wide-streets erst bei dieser Größe an und erreichen Breiten von 120 Metern, wie etwa der Century Boulevard in Hangzhou, oder von 135 Metern, wie der Shennan Boulevard II in Shenzhen (ebd.: 6). Dabei gibt es unterschiedliche Typen von ultra-wide-streets, unter anderem auch solche mit zwei Ebenen, wobei die untere Straße 80 und die obere 25 Meter breit ist (ebd.: 5). Neben den ultra-wide-streets sind auch ganz neue Verkehrsträger in Planung, wie beispielsweise der „3D Express Coach“, ein Riesenbus, der in der kleinen Version 300, in der großen 1.200 Passagiere befördern soll. Dieses Gefährt ist eine Art fahrender Tunnel, der im oberen Bereich den Passagieren Platz bietet und der im unteren Bereich von Autos durchfahren werden kann (Suk 2010; Wikipedia 2011a).

Der Aus- und Neubau der inner- und interstädtischen Straßennetze bietet die Möglichkeit, integrierte Verkehrskonzepte zu entwickeln, in denen die BEV Teil solcher multimodalen Gesamtkonzepte sind. Und sie bieten die Chance, einen zukunftsfähigen Verkehrsmittelwechsel zwischen einzelnen Verkehrsträgern zu organisieren. Ob und wie diese Möglichkeiten und Chancen genutzt werden und welche Rolle dabei die BEV spielen, wäre in einer gesonderten Studie zu untersuchen.

Netze

Die Entwicklung und der Aufbau eines Smart Grid gehört zu den Top Prioritäten Chinas (Global Times 2010). Dafür sollen in den nächsten 10 Jahren insgesamt über 600 Milliarden Dollar ausgegeben werden (ebd.). Allein von 2011 bis 2015 wird der Smart-Grid-Markt von 22,3 Mrd. Dollar auf 61,4 Mrd. Dollar anwachsen, was einer jährlichen Steigerungsrate von über 29% entspricht (Zpryme 2011: 1). Die Notwendigkeit des Aufbaus eines solchen Netzes erwächst aus vielen Faktoren: die Versorgung ländlicher Gebiete mit Elektrizität, die Vermeidung von Ausfällen und Überlastungen, die Erhöhung der Effizienz und die Senkung von Netzverlusten, die Verbindung der großen Elektrizitätswerke im Westen mit den Ballungszentren an der Südküste, das Management des wachsenden Anteils regenerativer Energien an der Elektrizitätserzeugung usw. Vor diesem Hintergrund ist die Versorgung von Elektrofahrzeugen mit Strom zwar eine strategisch wichtige, aber momentan nicht die Haupt- oder gar alleinige Triebkraft für den Aufbau eines Smart Grid in solchen Dimensionen.

Eines der großen Teilprojekte des chinesischen Smart Grid ist das so genannte „West-East Electricity Transfer Project“, das die bevölkerungsarmen aber ressourcenreichen Gebiete im Westen des Landes mit den bevölkerungsreichen industriellen Ballungsgebieten im Süden verbinden soll. Dabei sollen bis 2010 drei Übertragungsstrecken errichtet werden, von denen jede eine Kapazität von 20 GW hat (Zpryme 2011: 2). Im Rahmen dieses Projektes ist geplant, die erste 1.000 KV-Strecke der Welt mit einer Länge von 640 Kilometern zwischen Shanxi und Hubei zu errichten (ebd.). Insgesamt wird an der Entwicklung und dem Aufbau aller Smart-Grid-Komponenten gearbeitet, angefangen vom technischen Equipment und der drahtloser Kommunikationsinfrastruktur über die Soft- und Hardware bis hin zu den Sensoren und Motoren.

Chinas größte Netzgesellschaft State Grid Corp of China (SGCC) hat einen 3-Phasen-Plan für ihre Smart-Grid-Aktivitäten entwickelt (Smart Grid 2011). In der 1. Phase (2009-2010) erfolgte die Planung und Errichtung von Pilotprojekten, in der 2. Phase (2011-2015) soll ein flächendeckendes Netz mit Ultrahochspannungsleitungen und interregionalen Übertragungsstrecken errichtet werden, das eine Kapazität von 250 GW besitzt und eine Versorgungssicherheit von 99,9% in städtischen Räumen garantiert. In der 3. Phase (2016-2020) will SGCC die Technologie- und Weltmarktführerschaft auf dem Gebiet der Smart Grids erreichen, wobei 2020 die Gesamtkapazität des Netzes 400 GW erreichen und alle großen Kohle-, Wasserkraft-, Atom- und Windkraftwerke verbinden soll.

In die ambitionierten Smart-Grid-Pläne Chinas sind neben der SGCC eine Vielzahl weiterer inländischer Unternehmen sowie eine ganze Reihe ausländischer Firmen integriert, so beispielsweise General Electric, IBM, Hewlett-Packard, Siemens, Cisco, ABB, Duke Energy oder Telvent (Zpryme 2011: 4-6). In diesen Kooperationsprojekten werden Technologiefelder betreten, die auch für westliche Firmen noch Neuland darstellen (Hottelet 2010).

Im Rahmen des hier skizzierten Netzaus- und -neubaus werden auch die unterschiedlichsten Ladestationen für Elektrofahrzeuge errichtet.

Ladestationen

Die Netzgesellschaft SGCC baut 6.209 Anschlüsse für Elektrofahrzeuge und 75 Ladestationen in 27 Städten (Xinhua 2011). Doch das ist erst der Anfang. SGCC will während der laufenden Fünfjahrplanperiode 2.351 Batterie-Lade- und Wechselstationen sowie 220.000 Ladepunkte bauen (Meng 2011). Und Medienberichten zufolge erklärte der Präsident der Beijing Automotive Holding, Wang Dazong, auf der diesjährigen Detroit Auto Ausstellung, dass bis 2020 ungefähr 10 Millionen Ladestationen und Ladepunkten in China errichtet werden sollen (Loveday 2011).

Shenzhen hat sich zum Ziel gesetzt, dass bis Ende nächsten Jahres 34.000 Elektrofahrzeuge auf der Straße sind, für die 200 Schnellladestationen und 2.000 Ladestationen mittlerer Geschwindigkeit sowie 20.000 konventionelle Ladestationen gebaut werden (Becker 2011).

Die Liste derartiger Daten und Fakten ließe sich mühelos erweitern. Die Projektionen der BEV-Produktion und des Baus von BEV-Ladestationen sind aufeinander abgestimmt. Nichts deutet darauf hin, dass sich hier in den nächsten zehn Jahren eine Planungslücke größeren Umfangs auftut. Die Anzahl der verschiedenen Ladestationen und Lademöglichkeiten dürfte also nicht der Engpass bei der Markteinführung der BEV sein. Auch in China liegt das eigentliche Kernproblem bei der Errichtung von Ladestationen weniger auf der technischen, finanziellen oder logistischen, sondern mehr auf der psychologischen Ebene und heißt „range anxiety“ oder Reichweitenangst. (Siehe dazu auch Kapitel 3.1.3)

Kurz zusammengefasst ergibt sich damit folgendes Bild für die Infrastruktur-Dimension der BEV-Leap-Frog-Strategie:

Infrastruktur-Dimension der BEV-Leap-Frog-Strategie

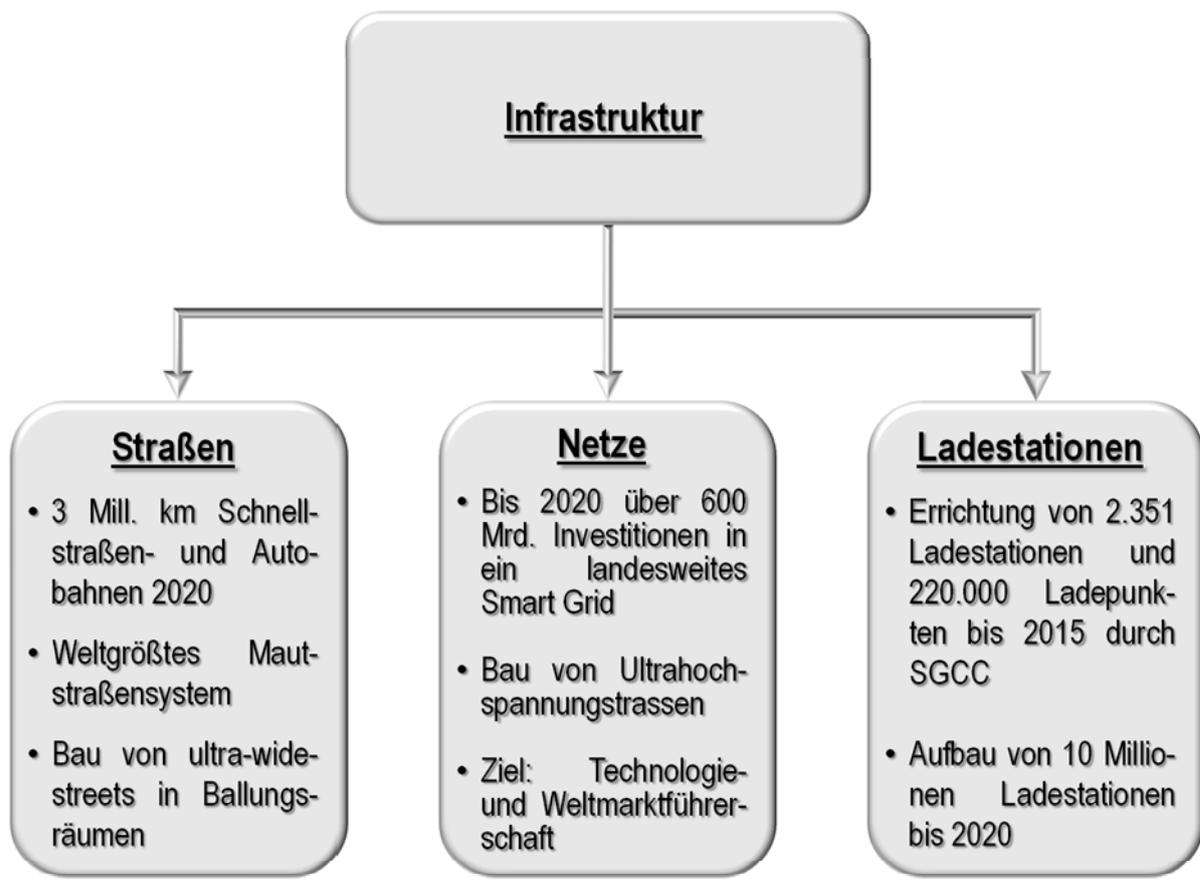


Abbildung 46: Eigene Darstellung. (ATH 2011, Global Times 2010, Meng 2011, Loveday 2011)

3.2.1.3 Know-how

Prof. Wan Gang, der ehemalige Präsident der renommierten Tongji Universität und heutiger Minister für Wissenschaft und Technologie, der nicht nur in Deutschland studierte und promovierte, sondern fast zehn Jahre bei Audi in leitenden Funktionen der Forschung und Entwicklung tätig war, bis er dann im Jahre 2000 nach China zurückkehrte und an der Tongji Universität ein Forschungsinstitut für Elektrofahrzeuge gründete, erklärte 2003 in einer vertraulichen Runde, dass Diesel- und Ottomotoren die europäische Antwort auf die Herausforderungen des 19. und 20. Jahrhunderts seien, während die Elektromobilität die Lösung für die Probleme des 21. Jahrhunderts darstelle und China große Chancen habe, hierbei die Technologieführerschaft zu übernehmen (Canzler/Knie 2011: 104). Wan Gang begründete diese Chance vor allem mit drei Argumenten: Erstens sei die Know-how-Differenz zwischen den westlichen Industrieländern und China auf dem Gebiet der

verbrennungsmotorischen Antriebe erheblich größer, als bei den Elektroantrieben. Was den Verbrennungsmotor anbelange, läge sie bei 6 bis 7 Jahren. Bei den elektromotorischen Antrieben vielleicht bei 1 bis 2 Jahren. Zweitens gäbe es bei den Elektrofahrzeugen noch eine ganze Reihe technischer Probleme, die weder in China noch in den Ländern der Triade gelöst seien. Und bei der Bewältigung dieser Probleme besitze China mindestens das gleiche wissenschaftlich-technische Lösungspotenzial wie die westlichen Staaten. Drittens sei China durch sein praxisorientiertes Innovationsmanagement, das es in den letzten zwei Jahrzehnten bereits in vielen anderen Bereichen unter Beweis gestellt habe, in der Lage, praktikable Anwendungen zu entwickeln und gesamtgesellschaftlich durchzusetzen.

Verfolgt man die Initiativen des von Prof. Wan Gang geleiteten chinesischen MOST auf dem Gebiet der Elektromobilität und speziell der BEV, dann zeigt sich, dass sie genau auf diese drei Leap-Frog-Hebel gerichtet sind: auf die Verringerung und Umkehrung der Know-how-Differenz zwischen China und der Triade, auf die Stärkung des wissenschaftlich-technischen Lösungspotenzials und auf das praxisorientierte Innovationsmanagement im BEV-Bereich. Im Folgenden werden alle drei Leap-Frog-Hebel skizziert. Im Kapitel 4 und 5 wird diese Skizze dann weiter entwickelt und vertieft.

Wissen

Dass die westlichen Industrieländer nach mehr als 125-jähriger verbrennungsmotorischer Forschung und Entwicklung einen erheblichen Know-how-Vorsprung besitzen, der - wenn überhaupt - nur langfristig aufzuholen ist, dürfte unbestritten sein. Ob er nun gegenwärtig 5 bis 6 oder 8 bis 9 Jahre beträgt sei ebenso dahin gestellt, wie die Prognose, ob er in 20 oder in 30 Jahren aufzuholen ist. Angesichts der im Kapitel 1 dargestellten globalen BEV-Treiber ist klar, dass der klassische Verbrennungsmotor im 21. Jahrhundert nicht zukunftsfähig ist. Und vor dem Hintergrund des im Kapitel 2 beschriebenen spezifisch chinesischen Treiber-Ensembles gilt dies für China in ganz besonderem Maße. Von daher ist es in der Tat sinnvoller, die Ressourcen und Kräfte lieber in einen zukunftsfähigen Antrieb zu investieren, als in ein Auslaufmodell. Die Frage ist, wie groß die Know-how-Differenz auf dem Gebiet der BEV ist und worin sie im Einzelnen genau besteht. Die folgende Antwort erhebt selbstredend keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern versteht sich als eine erste ungefähre Ortsbestimmung, die einer weiterführenden und vertiefenden Analyse bedarf.

Sowohl die zu dieser Studie durchgeführten Recherchen als auch die Experteninterviews bestätigen zunächst die grundsätzliche These Wan Gangs, dass die Know-how-Differenz zwischen China und dem Westen bei Elektroantrieben erheblich kleiner ist, als bei verbrennungsmotorischen Fahrzeugen. Auch was die Größe dieser Differenz anbelangt, wurde seine Einschätzung geteilt, ja zumeist sogar noch verschärft. Es ist nämlich nicht so, dass es eine generelle Wissens-Differenz von ein, zwei oder drei Jahren gibt, die China von der Triade trennt und die nun Zug um Zug auf breiter Front geschlossen werden muss. Bei genauerer Betrachtung stellt sich die Wissensdifferenz komplizierter und für die westlichen Industrieländer noch viel dramatischer dar. Es gibt Bereiche, wo China dem Westen

unterlegen ist, aber auch solche, wo es mit ihm gleich auf liegt. Und es gibt Felder, wo das Reich der Mitte die Triade übertrifft.

In erster Näherung ergibt sich in etwa folgendes Bild (Janssen 2010: 8): In vielen Bereichen, wie beispielsweise beim Elektromotor, dem Kühlsystem für die Leistungselektronik und die Batterie, der Fahrzeugheizung und der Batterieladetechnik liegt China mit dem Westen ungefähr gleich auf. Ein Rückstand besteht in bestimmten Bereichen der Leistungselektronik, speziell bei der Kontrolle des Elektromotors und dessen Schnittstellen sowie bei den elektrischen Netzen, und zwar sowohl was deren Zuverlässigkeit als auch was deren Technologie betrifft. Ferner besteht ein Wissens-Rückstand Chinas im Hinblick auf die automobilspezifische Organisation der Produktions- und Zulieferlogistik. Ein Vorsprung hat China auf dem Gebiet der Batterietechnologie und -produktion.

Wie weiter oben bei der Beschreibung der Infrastruktur-Dimension des BEV-Leap-Frog gezeigt, werden vorhandene Rückstände von chinesischer Seite nicht nur erkannt, sondern insbesondere im Hinblick auf die elektrischen Netze in den nächsten Jahren zielgerichtet ausgeglichen, wenn nicht gar umgekehrt. Angesichts des vom MIIT vorgelegten und bereits mehrfach erwähnten „National Development Plan of the Energy-Saving and New Energy Vehicle Industry of China (2011-2020)“ (MIIT 2011), kann davon ausgegangen werden, dass das auch für die noch vorhandenen technologischen Rückstände gilt. Damit lässt sich die Wissens-Differenz zwischen China und der Triade auf drei Punkte zuspitzen: Bei der Batterietechnologie und -produktion hat China einen leichten Know-how-Vorsprung, bei der automobilspezifischen Produktions- und Zulieferlogistik ist das Reich der Mitte im Rückstand und in allen anderen Bereichen ist die Wissens-Differenz in etwa ± 0 .

Hat Willi Dietz vom Institut für Automobilwirtschaft in Nürtingen recht, wenn er meint „Der Motor ist im E-Auto nicht mehr das Herzstück. Wettbewerbsdifferenzierend wird vor allem die Batterie“ (zitiert nach Lisakowski 2011: 2), dann hat China in einem wissenschaftlich-technischen Kernbereich der BEV-Entwicklung einen Wissens-Vorsprung. Von daher lohnt es sich, diesen Bereich etwas genauer zu betrachten.

Die Einschätzung, dass China in der Batterietechnologie und -produktion, speziell bei den Lithium-Ionen-Batterien zu den Weltmarktführern gehört, wird von Experten allgemein geteilt (hierzu siehe u.a. Early et al. (2011): 2; PRMT 2011: 13). Wie Abbildung 47 zeigt, stehen bereits vier chinesische Forschungsinstitute unter den Top30 der Welt auf dem Gebiet der Lithium-Ionen-Batterie. Zwei davon sind sogar unter den Top10. Europäische Institute finden sich in der Liste ebenfalls nur vier, drei aus Frankreich und eines aus Italien.

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

Rangliste der internationalen Forschungsinstitute auf dem Gebiet der Lithium-Ionen-Batterie

Rank	Name of organization	Country	Number of papers
1	AIST (National Institute of Advanced Industrial Science And Technology)	Japan	368
2	Kyoto University	Japan	280
3	The Chinese Academy of Sciences	China	267
4	Tokyo Institute of Technology	Japan	255
5	<u>Argonne National Laboratory</u>	<u>USA</u>	<u>241</u>
6	Hanyang University	Korea	210
7	Kyusyu University	Japan	169
8	Saga University	Japan	168
9	Fudan University	China	158
10	Seoul National University	Korea	157
11	Dalhousie University	Canada	152
12	CNRS	France	148
13	Université De Picardie Jules Verne	France	142
13	KAIST (Korea Advanced Institute of Science And Technology)	Korea	142
15	Cordoba University	Spain	141
16	<u>University of California</u>	<u>USA</u>	<u>139</u>
17	GS Yuasa	Japan	134
17	<u>Lawrence Berkelev National Laboratory</u>	<u>USA</u>	<u>134</u>

Rank	Name of organization	Country	Number of papers
19	Università Degli Studi Di Roma	Italy	133
19	Tokyo University of Science	Japan	133
21	National University of Singapore	Singapore	131
21	Tsinghua University	China	131
23	Iwate University	Japan	130
24	University of Wollongong	Australia	121
24	<u>Massachusetts Institute of Technology</u>	<u>USA</u>	<u>121</u>
26	Wuhan University	China	119
26	KIST (Korea Institute of Science And Technology)	Korea	119
28	Bar-Ilan University	Israel	118
29	Université Pierre Et Marie Curie	France	117
30	Tohoku University	Japan	113

Abbildung 47: (Lowe et al (2010).)

Firmen wie BYD, BAK oder Lishen, um hier nur einige der bekanntesten zu nennen, produzieren und exportieren seit Jahren Lithium-Ionen Batterien für Consumer-Electronics, insbesondere für Notebooks und Mobiltelefone. Weniger bekannt ist, dass China bereits jetzt der größte Produzent für Batterien ist, die in Elektrofahrzeugen eingesetzt werden. Über 90% aller in der Welt hergestellten Elektrofahrzeuge werden zurzeit in China produziert (Ram 2010). In diese Rechnung gehen nicht nur Elektroautos, sondern auch elektrische Zweirad- und Dreiradfahrzeuge sowie leichte Elektrofahrzeuge für die unterschiedlichsten Einsatzzwecke ein. Diese Tatsache ist weder unter noch über zu bewerten. Dass die chinesischen Produzenten und Nutzer langjährige Erfahrungen mit batteriebetriebenen Fahrzeugen haben, ist ein nicht zu unterschätzender Vorteil bei der BEV-Markteinführung auf den weiter unten noch genauer eingegangen wird. Daraus den Schluss zu ziehen, dass BEV-Batterien nichts weiter als große Fahrrad-Batterien wären, ist natürlich sowohl technologisch als auch fertigungsorganisatorisch falsch. Problematisch stellt sich aktuell allerdings noch die Qualität von Li-Ionen-Batterien für BEV in China. Dies geht darauf zurück, dass einige Produktionsschritte noch manuell durchgeführt werden, was die Fehlerzahl verständlicherweise erhöht. Komplett automatisierte und teure Produktionslinien werden erst bei höheren Produktionsraten eingeführt werden. Zurzeit (2010) wurden in China nur knapp 1.000 BEV/PHEV verkauft (McKinsey 2011c). Trotzdem stellen die Erfahrungen bei der Entwicklung, Produktion und Nutzung von Batterien im Fahrzeugbereich einen wichtigen Teil des Wissensvorsprungs dar, den China auf diesem Feld gegenüber der Triade hat.

Bei der Bewertung des Wissensvorsprungs in der Batterieentwicklung und -herstellung im Allgemeinen und der Fertigung von Lithium-Ionen-Batterien im Besonderen ist allerdings nicht so wichtig, wie groß dieser Vorsprung nun genau ist, ob 0,5 oder 1,5 Jahre. Und dies nicht nur, weil dieser Vorsprung sowieso nicht so präzise zu ermitteln ist, sondern vor allem

deshalb, weil eine andere Frage viel wichtiger ist, nämlich, ob und wie sich so ein Vorsprung überhaupt nutzen lässt. Bei der Beantwortung dieser Frage wird häufig auf das Patentproblem verwiesen, das es China unmöglich mache, sein Wissensplus gegenüber der Triade im größeren Umfang zu nutzen, weil die überwiegende Zahl der BEV-relevanten Patente im Besitz der westlichen Industrieländer sei.

Um eine exakte Beantwortung der Patentfrage würde eine eigene Studie erforderlich machen, denn die Datenlage ist mehr als diffus. Es gibt Untersuchungen, die darauf hinauslaufen, dass Japan und die USA sowohl bei den Patenten im Bereich der Lithium-Ionen-Batterien als auch bei den wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu diesem Bereich an erster Stelle stehen, während China weit abgeschlagen die hinteren Ränge belegt (siehe etwa Lowe et al 2010: 23-26). In anderen Untersuchungen, die sich auf CATARC-Veröffentlichungen stützen, wird davon gesprochen, dass das Reich der Mitte weltweit die zweithöchste Anzahl der BEV-Patente inne habe (Shao 2011: 9). Ohne an dieser Stelle den Versuch zu unternehmen, die Stellung Chinas genauer zu verorten, sei auf vier Gesichtspunkte aufmerksam gemacht, die bei einer genaueren Positionsbestimmung unbedingt beachtet werden sollten.

Erstens hat sich die Dynamik der chinesischen BEV-Patente in den letzten Jahren erheblich erhöht (siehe etwa Wang/Zhang 2011: 2463), was auch für die New Energy Vehicles (Ouyang: 28) und die Patentanmeldungen insgesamt gilt (Gatewood 2010: 8). Und es gibt Untersuchungen, die prognostizieren, dass China Japan und die USA in diesem Jahr erstmalig bei den Patentanmeldungen insgesamt überholen wird (InterChina 2011: 6). Zweitens benutzen die Hersteller von Lithium-Ionen-Batterien sehr unterschiedliche Materialkombinationen. Und da sich gegenwärtig noch keine dominante Kombination abzeichnet, die sich patentrechtlich schützen ließe (Valentine-Urbschat/Bernhart 2009a: 4), ist hier eine erhebliche Grauzone vorhanden, in der sich Patentzwänge umgehen lassen. Drittens ist China dabei, eine grundlegende Offensivstrategie zu entwickeln und zu praktizieren, die es nicht nur gestattet Patentrestriktionen im BEV-Bereich aus der Welt zu schaffen, sondern es ermöglicht, sich auf diesem Gebiet beachtliche legale Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Auf diese Strategie wird weiter unten bei der Firmen-Dimension der BEV-Leap-Frog-Strategie näher eingegangen. Und viertens schließlich gilt auch im High-Tech-BEV-Bereich die alte Bauernregel „Wo kein Kläger ist, ist auch kein Richter“. Es gibt jetzt schon eine Vielzahl von Patentverletzungen, die mehr oder weniger stillschweigend geduldet werden, weil es dabei eine große Ungewissheit und eine ebenso große Gewissheit gibt. Die Ungewissheit besteht darin, dass sehr fraglich ist, ob der Kläger in den jahrelangen, aufwendigen und teuren Patentstreitigkeiten Recht bekommt. Die Gewissheit besteht darin, dass sich ein Kläger mit solchen Patentrechtsprozessen ein für alle mal den Zugang zum chinesischen Binnenmarkt versperrt und sein Chinaengagement gleich beenden kann. Auch auf diesen Gesichtspunkt wird im nächsten Abschnitt anhand von Beispielen näher eingegangen.

Innovationspotenzial

Wie im Kapitel 2 gezeigt, vollzieht sich in China im gesamten Bildungsbereich eine große Wissensrevolution, angefangen vom Kindergarten über die schulische und gewerbliche Ausbildung bis hin zu den Universitäten und dem Weiterbildungsbereich. Diese Revolution trägt bereits jetzt Früchte. China verfügt zunehmend über immer mehr und immer besser ausgebildete Fachkräfte. Neueren Untersuchungen zu Folge ist das Land dabei, den Shift zu einer innovationsgetriebenen Ökonomie zu vollziehen und hat dabei bereits Südkorea, einen der innovationsreichsten Tigerstaaten, überholt (Chan-Soo 2011: 9).

20% der weltweit in der Forschung und Entwicklung arbeitenden Experten entfallen auf China und mit einem „top-level R&D labor pool“ in Höhe von rund 1,2 Millionen liegt das Land dicht hinter den USA (ebd.). Einer gemeinsamen Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft und der Deutsche Bank Research zu Folge wird in Deutschland der Akademikerbedarf der E-Mobilität in den folgenden Jahren nur schwer zu decken sein. Gleiches gilt für die berufliche Bildung (Heymann/Koppel/Puls 2011: 9-13). Diese Sorgen wird China definitiv nicht haben. Viele Unternehmen haben gemeinsame Labore mit Universitäten. Allein die Tsinghua Universität in Shanghai, deren Präsident Prof. Wan Gang nach seiner Rückkehr aus Deutschland war, hat 63 solcher Forschungslabore, wovon 20 gemeinsam mit ausländischen Firmen betrieben werden (Batelle 2011: 29). Nur an den Universitäten der so genannten „C9 League“, also den 9 besten Universitäten des Landes, werden gegenwärtig 264.000 Studenten ausgebildet (ebd.: 28). Hinzu kommen hunderttausende Auslandsstudenten. Alleine 2010 waren es rund 100.000 in den USA, mehr als 80.000 in Japan, rund 50.000 in Großbritannien und 50.000 in Australien sowie 26.000 in Deutschland (Lietsch 2010). Auf dieses Jahr für Jahr immer größer werdende Expertenpotenzial können die Forschungsinstitute und Firmen der BEV-Branche in ihren Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen zurückgreifen.

Allein der Shooting Star unter den chinesischen BEV-Produzenten, BYD, hat nur in Shanghai 3.000 Ingenieure beschäftigt und plant, in seinem Heimatsitz Shenzhen 10.000 Ingenieure zusätzlich (!) einzustellen (Garthwaite 2010). Das Argument, „nicht die Masse, sondern die Klasse macht's“ und „mit hundert Einbeinigen lässt sich kein 100-Meter-Sprint gewinnen“, ist im Prinzip richtig, versagt aber bei der Einschätzung des chinesischen Innovationspotenzials im BEV-Bereich völlig. Angefangen von Minister Wan Gang, der kein phrasendreschender tumber Funktionär ist, sondern der sehr wohl weiß, worüber er redet, über die Zehntausende bestens an westlichen Spitzenuniversitäten und -hochschulen ausgebildeten Ingenieur bis hin zu hochmotivierten Facharbeitern, formiert sich in China ein nicht zu unterschätzendes Innovationspotenzial, das man tunlichst nicht in die Liga der geistig Einbeinigen einsortieren sollte.

Und dieses Innovationspotenzial trägt bereits die ersten Früchte: Die vier größten chinesischen Autofirmen gehören auch zu den „Fortune Global 500“ (Li/Sun 2011: 68). Im Jahre 2001 hatte China lediglich 6 Firmen unter den Top 50 der Autobranche, im Jahre 2009 waren es bereits 21 (Baker/Hyvonen 2011: 28). 2010 gehörten Chery und BYD zu den TOP 20 bei den Patentanmeldungen (Girling 2011: 2). Auch FAW hat zunehmend Patente

angemeldet (Li/Sun 2011: 64). Und das ist nur der Anfang. Nach Wan Gangs MIIT-Plan für die New Energy Vehicles soll ein großes nationales Batterieforschungszentrum gegründet werden, das die Ressourcen der großen Batterieproduzenten in dem großen High-Tech-Gürtel Beijing/Tianjin, Yangtse Delta und Pearl River Delta bündelt (MIIT 2011).

Diese und viele weitere Indizien sprechen dafür, dass China in den nächsten zehn Jahren im BEV-Bereich über ein quantitativ und qualitativ wachsendes Innovationspotenzial verfügen wird. Die Frage ist, ob es dieses wachsende Potenzial auch nutzen kann. Im Kapitel 5 wird dieser Frage detailliert nachgegangen. Im Folgenden soll lediglich an Hand eines Beispiels gezeigt werden, welche Wege chinesische BEV-Firmen bei ihrem Innovationsmanagement gehen.

Management

Die BYD Company Limited, die momentan in die Negativschlagzeilen gekommen ist, und zwar aus Gründen, die weiter unten bei der Firmen-Dimension der BEV-Leap-Frogstrategie noch näher beleuchtet werden, hat im Verlauf ihres kometenhaften Aufstiegs vom Batterie- zum BEV-Produzenten diverse Spitznamen erhalten. Sie gilt als „Gene Carrier in the Manufacture Sector“, „International OEM King“ oder „Global OEM Stealth Champion“ (Singh/Lin 2009: 4). BYD hat vier große Produktionsstandorte, und zwar in Xian, Peking, Shenzhen und Shanghai sowie ein zentrales Forschungs- und Entwicklungszentrum in Shanghai, mit mehr als 3.000 Beschäftigten, das jedes Jahr über 500 staatliche Patente zur Anmeldung bringt (ebd.). 1997 gegründet, war BYD bereits 2003 nach Energizer der weltweit zweitgrößte Produzent von wiederaufladbaren Batterien und drei Jahre später gehörte die Firma bereits zu den Top 100 der weltbesten neuen Unternehmen (ebd.).

Als der sagenumwobene Warren Buffett sehr zum Ärger vieler seiner Landsleute 2008 bei BYD einstieg und seitdem 10% der Firma hält, fragte er den Firmengründer Wang Chuanfu warum er denn eigentlich soweit gekommen sei. Dieser antwortete: „Our company is built on technological Know-how ... We'll never, never rest.“ (zit. nach Singh/Lin 2009: 17) Abgesehen von dem Show-Wert solcher medialen Inszenierungen, die Wang Chuanfu immer wieder sehr gut beherrscht, hat diese Aussage einen wahren und sehr ernst zu nehmenden Kern. Der BYD-Chef hat in seiner Firma ein in vielerlei Hinsicht hochgradig interessantes Innovationsmanagement entwickelt. Dieses Innovationsmanagement integriert drei Ebenen: Organisationale Innovationen, Innovationen im Human Resource Management sowie technische Innovationen (Wang/Kimble 2010). Da wir auf dieses integrative Innovationsmanagement nicht detailliert eingehen können, ohne den Rahmen dieser Studie zu sprengen, beschränken wir uns im Folgenden auf einige wenige Stichpunkte, um die Spezifik dieses Managements zu umreißen.

Der erste und vielleicht auch wichtigste Punkt dieses Managements besteht zunächst darin, dass die BYD-Innovationsstrategie nicht auf die wissenschaftlich technische Ebene allein fokussiert ist, sondern das Unternehmensinnovationen als ein Ensemble von organisatorischen, technischen und sozialen Innovationen verstanden, initiiert und geführt werden. Diese Integration bringt den eigentlichen Innovationsschub. Oder, anders gesagt:

Wer technische Innovationen und nicht nur „Innovatiönchen“ haben will, muss auch organisatorisch und sozial innovieren, weil sonst die bestehenden Strukturen sehr leicht zur Fessel der individuellen und kollektiven technischen Kreativität werden.

Was die organisationalen Innovationen betrifft, hat BYD vor allem auf zwei Gebieten Furore gemacht, und zwar bei der Einführung einer arbeits- statt kapitalintensiven Fertigung und bei der extrem hohen vertikalen Integration der Wertschöpfungskette (ebd.: 83-85). Ersteres wird zuweilen vorschnell als eine Art Re-Fordisierung abgetan, was sicher zu kurz greift. Auch und gerade in westlichen Industrieländern mit einer hohen strukturellen Arbeitslosigkeit sollte über arbeitsintensive Produktionsmodelle im High-Tech-Bereich im allgemeinen und bei der BEV-Produktion im besonderen nachgedacht werden, zumal sich auf dem hier bereits erreichten Niveau noch erheblich mehr Chancen eröffnen als in China. Was die hohe vertikale Integration anbelangt, dürfte diese vor allem aus einer strukturellen Schwäche der gegenwärtigen BEV-Infrastruktur resultieren. Wenn BYD ungefähr 70% der Komponenten für seine Fahrzeuge selbst produziert (ebd.: 84), dann nicht allein aus Selbstzweck, sondern weil das industrielle Umfeld die entsprechenden Komponenten weder schnell genug noch qualitätsgerecht bereitstellen kann. Natürlich ist ein solch vertikaler Integrationsgrad aus den verschiedensten Gründen problematisch. Aber angesichts der Tatsache, dass bei der BEV-Fertigung die Karten insgesamt neu gemischt und sich betriebliche und volkswirtschaftliche Wertschöpfungsketten verändern werden, kommen auch die Unternehmen in den Ländern der Triade nicht umhin, über neue Organisationsformen nachzudenken.

Die Innovationen im Human Resource Management von BYD betreffen vor allem die systematische, dauerhafte und praxisorientierte Aus- und Weiterbildung, sowie ein in sich geschlossenes „social and welfare system“ (ebd.: 85-87). Beide Systeme sind zwar chinesischen Verhältnissen entsprungen und auf diese abgestimmt, bieten jedoch mehr als genug Stoff, um darüber nachzudenken, ob und wie bei einer BEV-Fertigung in Deutschland Innovationen auch auf diesem Gebiet möglich und notwendig sind. Eine zukunftsfähige individuelle und kollektive technische Kreativität, die den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts gerecht wird, ist mit einem Human Resource Management des 20. oder gar 19. Jahrhunderts nicht zu haben.

Auf der technologischen Ebene ist das BYD-Innovationsmanagement schwerpunktmäßig auf zwei Punkte fokussiert. Erstens auf eine F&E-Strategie in der drei Ebenen miteinander verbunden sind, und zwar das zentrale Research Lab in Shenzhen, die verschiedenen Forschungsinstitute in Shenzhen und Shanghai, sowie die Produktionsstätten in Xian, Shenzhen und Peking (ebd. 87-88). Zweitens auf eine, wie Takahiro Fujimoto es nennt, „quasi-open modular product architecture“ (zitiert nach Wang/Kimble 2010: 88), die nicht nur eine große Flexibilität ermöglicht, sondern die es auch gestattet, bestehende Patentbarrieren zu umschiffen.

Gerade im Hinblick auf die anvisierte BEV-Serienproduktion in Deutschland ist es aus unserer Sicht zwingend geboten, internationale Erfahrungen bei der Einführung, Entwicklung und Praktizierung eines integrativen Innovationsmanagements zu studieren und auf ihre mögliche Anwendbarkeit zu prüfen. Nicht nur BYD, sondern auch andere chinesische Firmen wären hier gute Ansprechpartner.

Stichpunktartig zusammengefasst ergibt sich damit in Bezug auf die Know-how-Dimension der chinesischen BEV-Leap-Frog-Strategie folgendes Bild:

Know-how-Dimension der BEV-Leap-Frog-Strategie

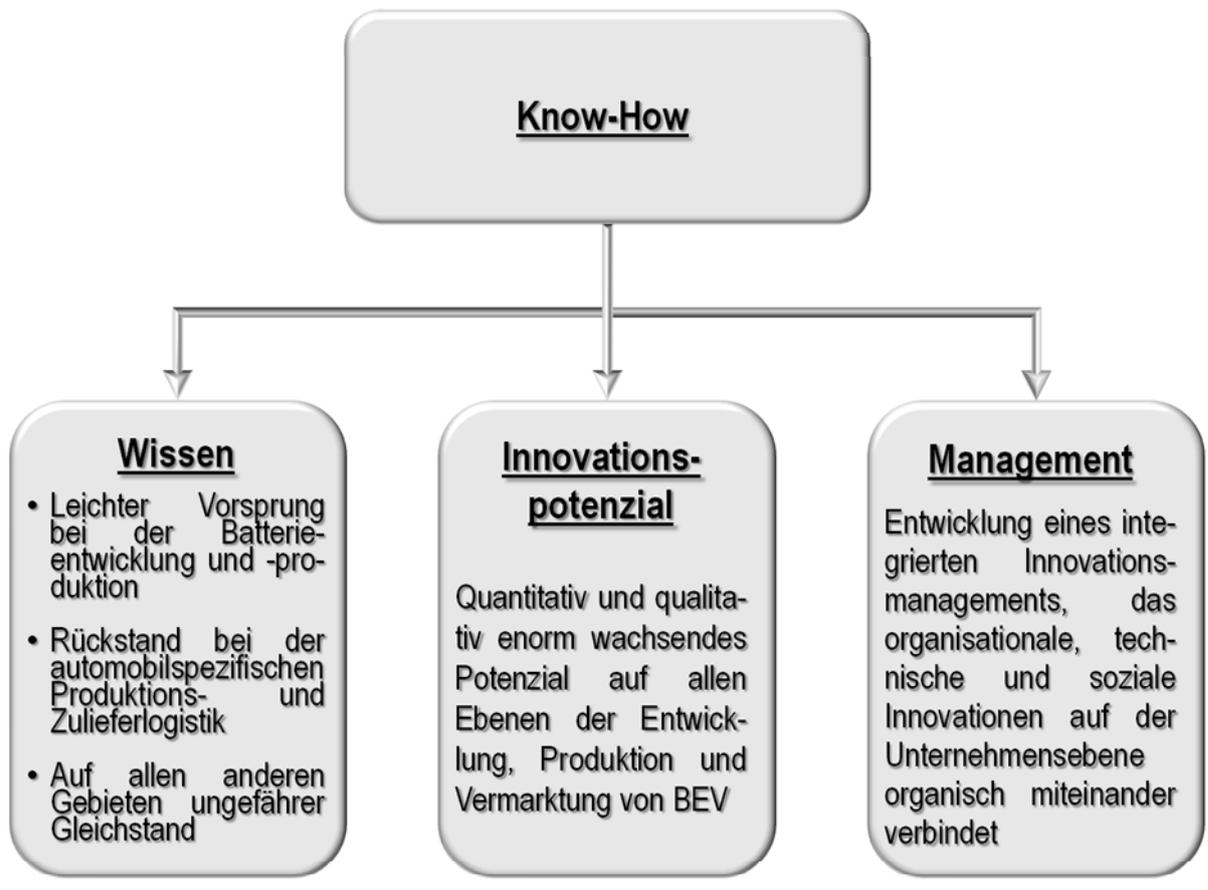


Abbildung 48: Eigene Darstellung.

3.2.1.4 Firmen

In gewisser Hinsicht gehören die Firmen zum BEV-Know-how, denn das für den Leapfrog notwendige wissenschaftliche und technische Wissen, entsteht nämlich nicht allein und auch nicht vorrangig in akademischen Elfenbeintürmen, aus denen es dann in die Wirtschaft transferiert wird, sondern es entsteht vor allem auch in betrieblichen Forschungs- und Entwicklungsprozessen, in der Fertigung sowie im Labor- und Testflottenbetrieb der Unternehmen. Gerade die iterativen Rückkopplungsschleifen zwischen BEV-Entwicklung und BEV-Nutzung stellen ein wesentliches Quellgebiet für das BEV-Know-how dar, worauf im Kapitel 5 gesondert eingegangen wird.

Wenn die Firmen in der vorliegenden Studie dennoch nicht als ein Unterpunkt des BEV-Know-how, sondern als eine besondere, eigene Dimension der chinesischen Leap-Frog-Strategie betrachtet werden, dann deshalb, weil ein solcher Quantensprung nicht nur wissenschaftlich-technisches Wissen, sondern auch produktionsorganisatorisches und produktionstechnisches Wissen erfordert. Es geht nicht schlechthin um die Produktion, sondern um die Massenproduktion von BEV, und zwar in einem bislang völlig unbekanntem Ausmaß. Elektrofahrzeuge als Unikate oder in kleiner Stückzahl herzustellen ist das eine. Etwas ganz anderes ist es, eine stabile und effiziente Serienfertigung einschließlich der dazugehörigen Zuliefernetzwerke aufzubauen. Ob und inwieweit chinesische Firmen dazu in der Lage sind, soll im Folgenden in drei Schritten exemplarisch diskutiert werden. In einem ersten Schritt wird die Autobranche im Hinblick auf eine BEV-Fertigung skizziert. Ausgehend davon wird im zweiten Schritt der BEV-Kern dieser Branche betrachtet, nämlich jene chinesisch-ausländischen Joint Venture, die eine solche Serienfertigung planen und vorbereiten. Drittens schließlich wird auf eine bedeutsame Allianz eingegangen, die für die weitere Entwicklung und Vermarktung der BEV in China von zentraler Bedeutung ist.

Auto-Branche

Vor dem 2. Weltkrieg hatte China keine eigene Autoindustrie. Fahrzeuge wurden ausschließlich importiert. 1947 wurde in Nanjing die erste chinesische Autofirma, und zwar die Nanjing Automobile Group ins Leben gerufen. 1953 folgte dann in Changchun die Gründung der FAW (First Automotive Works). FAW stellte zunächst einen Lkw namens „Jiefang“ („Befreiung“) her, der eine Kopie des sowjetischen GAZ-51 darstellte. Zwei Jahre später wurde dann bei FAW der erste chinesische Pkw mit der Bezeichnung „Hongqi“ („Rote Fahne“) gebaut. Ende der 50er bis Ende der 60er Jahre wurden dann weitere Firmen in Shanghai, Jinan und Peking gegründet.

Einen ersten rapiden Aufschwung erfuhr die chinesische Autoindustrie mit der Reformpolitik Deng Xiaopings. Im Zuge dieser Reformen wurden eine Vielzahl von Unternehmen gegründet, die mittlerweile weltweit bekannt sind, wie etwa BYD, Chery oder Geely. Heute besteht die Branche aus einer Vielzahl von Firmen. Dazu gehören zum Beispiel Baolong, Foton, BAW, Chery, ChangAn, Great Wall Motors, Brilliance, South East, Forta, Dongfeng, Dadi, Changhe, Gonow, Hafei, Lifan, Heima, Quingling, Yuejin, SMA, ZXAuto, Xinkai, Polarsun, TianQI Meiya, Liaoning Shuguang, SAIC, Lushan, Jincheng oder Zotye, um hier nur einige zu nennen. Seit 2000 entwickelt sich die chinesische Autoproduktion exponentiell: 2000 fertigte China rund 2 Millionen Fahrzeuge, 2005 waren es bereits über 5,7 Millionen und 2010 schon über 18,2 Millionen (OICA 2011). Heute liegt China damit unangefochten auf Platz 1, gefolgt von Japan mit 9,6 Millionen und den USA mit 7,7 Millionen (ebd.). Wer hätte eine solche Entwicklung vor 10 Jahren für möglich gehalten?

Ein wesentlicher Faktor, der mit zu diesem kometenhaften Aufstieg beigetragen hat und der auch im Hinblick auf die BEV-Produktion bedeutsam sein wird, ist die Kunst des Kopierens, in der viele chinesische Autohersteller eine Meisterschaft erreicht haben. Nicht nur das erste Serienfahrzeug, der „Jiefang“ von FAW, ist ein originalgetreues Abbild des sowjetischen

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

GAZ-51, auch viele spätere chinesischen Autos haben Vorbilder, denen sie mehr oder weniger ähnlich sind. In der folgenden Tabelle sind einige Beispiele für die chinesische Kopierkunst exemplarisch zusammengestellt:

Tabelle 1: Beispiele für die Kopierkunst der chinesischen Autohersteller. Eigene Darstellung nach Wagner 2007; AutoBild 2006; T-Online 2010; Wikipedia 2011b.

<u>Firma</u>	<u>Model</u>	<u>Original</u>
BYD	BYD S8	Mercedes CLK/Renault Megane CC
	BYD F1	Toyota Aygo
	BYD F3	Toyota Corolla
Great Wall Motor	GW Peri	Fiat Panda
Chery	Chery QQ	Daewoo Matiz
Shuanghuan	Shuanghuan Noble	Mercedes Smart
Dongfeng	EQ2050	AM General HMMWV
Zonda	A9	MAN-Neoplan Starliner
ShuangHuan	Sceo	BMW X5
BAIC	BAIC301Z	Mercedes B-Klasse

Der Begriff „Kopierkunst“ ist nicht zynisch oder abfällig gemeint. Ein Auto auseinander zu legen und dann detailgetreu nachzubauen macht man nicht mit Links. Dies erfordert Ingenieurskunst und logistisches Können und daran können sich diese Kunst und dieses Können auch schulen. Hinzu kommt, dass die chinesische Kopierkunst weit mehr ist als ein Innovationspfad für arme und zurückgebliebene Leute. Sie ist von strategischer Bedeutung, und zwar gerade im Hinblick auf die BEV-Produktion und -Vermarktung. Zwei Beispiele mögen das verdeutlichen: Bis 2015 sollen in China 2 Millionen Schutzrechte angemeldet werden, und zwar sowohl Patente als auch Gebrauchsmuster (Dyson 2011). Zu den Gebrauchsmustern gehören vor allem technische Verbesserungen bestehender Patente. Grob vereinfacht gesagt: 1. Schritt, ein Basis-Patent wird kopiert. 2. Schritt, der Kopie wird eine technische Verbesserung hinzugefügt. 3. Schritt, Kopie plus technische Verbesserung werden als neues Schutzrecht angemeldet. Für eine solche 3-Schritte-Patentstrategie sind die Kopierkünstler der Autobranche geradezu prädestiniert. Ein anderer Weg besteht darin, europäische oder deutsche Patente, die in China bislang nicht geschützt wurden, dort zum Patent anzumelden. Wie gut das funktioniert, zeigt der deutsche Transrapid. Mittlerweile sind

fast alle Grundpatente der Magnetschwebbahn von chinesischen Firmen in China angemeldet worden (LDE 2010).

Seit 2009 muss jedes der über 100 chinesischen Pkw-Unternehmen mindestens ein zugelassenes New Energy Vehicle in seiner Produktpalette haben (Janssen 2010: 4), am besten natürlich mehrere und vor allem BEV, bei denen ja der Leapfrog im Bereich der Autoindustrie geplant ist. In der folgenden Tabelle sind exemplarisch 15 Autofirmen und deren BEV-Modelle aufgeführt:

Tabelle 2: Beispiele für BEV-Modelle chinesischer Autofirmen. Eigene Darstellung nach Chinautoweb 2011.

<u>Firma</u>	<u>Modell</u>	<u>Batterietyp</u>
Beijing Auto	C30 EV	Lithium Ionen
BYD	e6	LiFePO ₄
Chana	Benni EV	LiFePO ₄
Chery Riich	M1	LiFePO ₄
Foton	Midi EV	LiFePO ₄
Geely	EK-2	LiFePO ₄
Great Wall	Haval M3 EV	LiFePO ₄
Hafei	Saibao EV	Lithium Ionen
Haima	Freema	LiFePO ₄
JAC	Tojoy EV J3	LiFePO ₄
Lifan	620 EV	LiFePO ₄
Shuanghuan	E-Noble	LiFePO ₄
Zotye	Nomad	LiFePO ₄

An der Tabelle zeigt sich ein Patentproblem, das allerdings ein weltweites ist. Dieses bezieht sich auf Lithium-Eisen-Phosphat (LiFePO₄) als Kathodenmaterial für Lithium-Ionen-Batterien. Dieses Material wird häufig für Batterien mit einem hohen Sicherheitsstandard eingesetzt. Das Patent ist heute nach Zukauf der Firma Phostec im Besitz der Südchemie. Es ist jedoch nicht in China angemeldet, so dass LiFePO₄-Batterien für den chinesischen Markt produziert werden können. Für den Export werden jedoch Lizenzgebühren fällig, z.B. für den chinesischen Hersteller BYD.

Dies sind einige, bei weitem nicht alle Unternehmen, die an BEV-Modellen arbeiten. Die chinesischen BEV-Hersteller haben eine unterschiedliche Herkunft und auch eine unterschiedliche Zukunft. Was zunächst die Herkunft anbelangt, so kommen Chinas BEV-

Produzenten zum einen aus verschiedenen Industriezweigen, zum anderen aus verschiedenen Eigentumsstrukturen.

FAW, die First Automotive Works, beispielsweise wurde als Staatsunternehmen gegründet und ist nach wie vor ein solches. Die Firma gehört heute zu den so genannten „Big Four“ der chinesischen Autoindustrie, sowie zu den „Fortune Global 500“ (Li/Sun 2011: 68). In einem Interview erklärte der Chef der FAW Electric Vehicle Company: „FAW and the government have built strong trust in the cooperation. This can explain why in China FAW is also famous for its special nickname ‘the Republic’s eldest son’“ (ebd.: 47). Im Unterschied zur fast 60jährigen FAW ist BYD - ein Kürzel, das für „Build Your Dreams“ steht - ein ganz anderes Unternehmen. Es wurde erst 1995 von Wang Chuanfu gegründet, der aus der Armenprovinz Anhui stammt und in einem Dorf aufwuchs, das den Spitznamen „Kleinsibirien“ trägt (Kamp 2010). BYD machte zunächst als Hersteller für wiederaufladbare Batterien im Consumer-Bereich Karriere, vor allem von Lithium-Ionen-Batterien. Mit der Übernahme der Tsinchuan Automobile im Jahre 2002 stieg es dann in die Autobranche ein, wo es bereits als „Wunderkind“ gehandelt wurde (Erling 2011) und Chuanfu zum reichsten Mann Chinas wurde (Maier 2009: 1). Durch die Verbindung von Batterie- und Autobau-Kompetenz galt BYD als einer der zukünftigen globalen Top-Favoriten in der Produktion und Vermarktung von BEV. BYD's Elektrofahrzeuge werden unter Branchenkennern als „fahrbare Batterien“ (ebd.: 3) bezeichnet. Als dann noch 2008 Warren Buffet über seinen legendären Berkshire Hathaway-Fond mit 230 Millionen Dollar bei BYD einstieg und Daimler 2010 mit dem Newcomer ein neues BEV-Joint Venture gründete, schien Chuanfus Vision, 2015 der größte BEV-Produzent Chinas und 2025 der ganzen Welt zu werden, nichts mehr im Wege zu stehen. In diesem Jahr kam BYD zunehmend in Schwierigkeiten und die Presse überschlug sich in Katastrophen- und Tartarenmeldungen (siehe etwa Fromm/Grzanna 2011).

Womit diese Schwierigkeiten letztlich auch immer zu tun haben mögen, ein Faktor dürfte dabei eine ganz wichtige Rolle spielen, nämlich die Differenzen, die im Vergleich zwischen FAW und BYD besonders deutlich in Erscheinung treten: Auf der einen Seite Chinas „eldest son“, ein erfahrener, zunehmend effizient arbeitender Staatskonzern, der ebenso in der nationalen wie der globalen Top-Liga spielt und über jahrzehntelange vertrauensvolle Verbindungen zu den Führungsgremien der Partei und des Staates verfügt. Auf der anderen Seite Chinas „richest son“, der bettelarme Junge aus Klein-Sibirien, der mit dem geborgten Geld seines Cousins ein Privatunternehmen aus dem Boden gestampft hat, das erst die Batterie- und nun die Automobilbranche das Fürchten lehrt. FAW und BYD stehen für zwei sehr unterschiedliche Wege, den „Chinese Dream“ und den „Chinese Way of Life“ zu realisieren. Es ist in China verpönt, die Streitigkeiten zwischen Familienmitgliedern in der Öffentlichkeit auszutragen, gar noch in der ausländischen Öffentlichkeit. Ob und wie BYD zukünftig überleben wird, dürfte weniger von technischen und/oder ökonomischen Gründen abhängen, sondern von den innerchinesischen Guanxi-Geflechten, die auch und gerade die BEV-Entwicklung und -Markteinführung wesentlich bestimmen. Ausländische Beobachter sind gut beraten, dies immer im Blick zu behalten und nicht aus vordergründigen technischen und betriebswirtschaftlichen Hiobsbotschaften die falschen Schlüsse zu ziehen.

Das FAW/BYD-Beispiel zeigt, dass nicht nur die Herkunft, sondern auch die Zukunft der chinesischen BEV-Produzenten sehr schnell, sehr anders verlaufen kann. Und es wäre

hochgradig problematisch, derartige jähe Wendungen in alten ideologischen Schwarz/Weiß-Schemata zu interpretieren und den Erfolg oder Misserfolg eines BEV-Unternehmens allein der Nähe oder Entfernung zum „Funktionärssystem“ zuzuschreiben (siehe etwa Rudolph 2006). Klar ist, dass sowohl in der über hundert Unternehmen umfassenden chinesischen Autobranche insgesamt als auch in deren BEV-Bereich in den nächsten Jahren ein Konsolidierungs- und Konzentrationsprozess stattfinden wird. Und in diesem Prozess hat kein Unternehmen eine Carte blanche, weder der „eldest“ noch der „richest“ son, denn es geht nicht um die Ambitionen dieser oder jener BEV-Produzenten, sondern um den Aufstieg Chinas zur Weltmacht über eine Leap-Frog-Strategie und nur dem fühlt sich die chinesische Führung verpflichtet.

Für den Konzentrationsprozess im BEV-Bereich sind für die nächsten Jahre klare und unmissverständliche Ziele formuliert: Was die BEV-Produktion betrifft, sollen 1 bis höchstens 2 große Unternehmensgruppen entstehen, die über 1 Million Fahrzeuge pro Jahr herstellen, sowie 3 bis 5 kleinere Unternehmensgruppen, die über 500.000 BEV pro Jahr produzieren (MIT 2010). Die Batterieproduktion soll in 2 bis 3 großen Unternehmensgruppen organisiert werden und die Fertigung von Schlüsselkomponenten für diese Batterieherstellung, insbesondere für Lithium-Ionen-Hochleistungsbatterien, soll ebenfalls in nur 2, höchstens 3 Unternehmensgruppen erfolgen. Gleiches gilt für andere BEV-Komponenten: Die Motorproduktion wird bei 2 bis 3 Unternehmen konzentriert und für die BEV-Elektronik sowie die Hochleistungselektronik soll jeweils eine dafür spezialisierte Unternehmensgruppe verantwortlich zeichnen (ebd.).

Die großen chinesischen Batteriefirmen (z.B. BYD, Lishen, BAK) planen bis 2015 große Summen in die Automatisierung zu stecken, wie Abbildung 49 zeigt. Vergleicht man weltweit die Investitionen und damit mögliche Produktionsraten, stellt man im Vergleich zu den geplanten EV-Produktionsraten einen großen Batterieüberschuss fest. Es wird weltweit und auch in China zu einer Konsolidierung kommen und nur wenige Firmen werden nach 2015 übrigbleiben. In China geht man nach Roland Berger (2010b) von BYD, Lishen, CITIC Guaoan und SAIC/A123 (Abbildung 50).

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

Investitionen in Produktionsanlagen für Lithium-Ionen-Batterien bis 2015

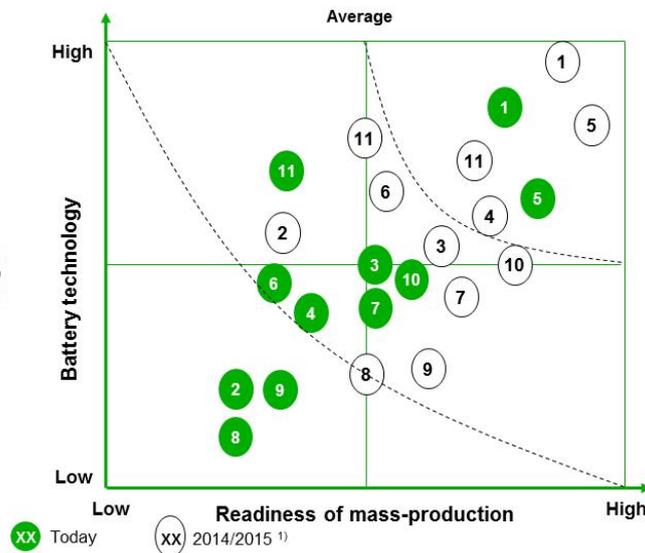


Abbildung 49: (Pillot 2011).

Prognostizierter Konsolidierungsprozess in der chinesischen Batterieindustrie

Selected battery suppliers in China

1. BYD
2. Suzhou Phylion
3. Shenzhen Thunder Sky
4. Tianjin Lishen
5. CITIC Guoan MGL
6. Ningbo Thunder Sky
7. Wanxiang EV
8. Shenzhen XingKe
9. Tianjin Lan Tian Shuanghuan
10. Shenzhen BAK
11. SAIC/A123 Systems



Priority of potential battery suppliers

- BYD
- Tianjin Lishen
- CITIC Guoan MGL
- SAIC/A123

Abbildung 50: (Roland Berger 2010b).

Joint Venture

Im BEV-Bereich der Autobranche bilden die Joint Ventures zwischen chinesischen und ausländischen Unternehmen das Herzstück der Entwicklung und Markteinführung, und diese mindestens aus drei Gründen: Erstens findet in den Joint Ventures, ein wechselseitiger Know-how-Transfer statt, der technische, produktionsorganisatorische und marktliche Synergien erzeugen kann. Zweitens stehen die verschiedenen Joint Ventures untereinander in einer immer härter werdenden Konkurrenz, die die Entwicklung und Markteinführung der Batterie-Elektrofahrzeuge weiter vorantreibt. Drittens schließlich erfolgt der Durchbruch zum chinesischen und zum Weltmarkt mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit über solche Joint Ventures.

Sowohl was bereits bestehende als auch was mögliche zukünftige Joint Ventures im BEV-Bereich betrifft, sind zunächst drei Gruppen von Joint Ventures von besonderen Interesse, und zwar „Big Four“-Joint Venture, „Newcomer“-Joint Venture und langjährige Joint Venture.

Bei den „Big Four“-Joint Ventures handelt es sich um gemeinsame Unternehmen westlicher Firmen mit den großen Vier der chinesischen Automobilbranche, also mit der Dongfeng Motor Corporation (DFM), der Shanghai Automotive Industry Corporation (SAIC), der FAW Group Corporation (FAW) und der China Changan Automobile Group (CCAG). Joint Ventures mit diesen Unternehmensgruppen gewinnen ihre Bedeutung vor allem aus der Größe und dem Einfluss, den die chinesische Muttergesellschaft in China besitzt, insbesondere was den Zugang zum chinesischen Binnenmarkt betrifft. Unter Umständen ist für die Markteinführung von BEV nicht so sehr ein BEV-Joint Venture mit den großen Vier als überhaupt ein Joint Venture mit ihnen wichtig. Ein Beispiel für ein BEV-Joint Venture mit den „Big Four“ ist die Shanghai General Motors, ein Joint Venture zwischen SAIC und GM. Insgesamt unterhalten die beiden Unternehmen 10 Joint Venture in China. In diesem Jahr beschlossen die beiden Großen der Branche gemeinsame Elektroautos für den chinesischen Markt zu entwickeln (Inoue 2011).

Bei den „Newcomer“-Joint Venture gründen renommierte ausländische Firmen und vielversprechende chinesische Aufsteiger-Firmen ein gemeinsames Unternehmen. Hier zählt nicht so sehr der gegenwärtige, sondern vor allem der zu erwartende zukünftige Einfluss der chinesischen Muttergesellschaft. Dabei werden in der chinesischen Firma zumeist besondere technologische Potenziale gesehen, die diese besitzt und die gemeinsam zur (Welt-) Marktführerschaft ausgebaut werden können. Ein Musterbeispiel für eine solche Zusammenarbeit ist die Kooperation von Daimler und BYD in der 2010 gegründeten Shenzhen BYD Daimler New Technology Corporation, in die beide Unternehmen über 70 Millionen Euro investieren und an der sie jeweils zu 50% beteiligt sind (Auto Motor und Sport 2011). Ab 2013 sollen in der neuen Firma BEV serienmäßig vom Band rollen. Den Grund für dieses Joint Venture formulierte der Asien-Pazifik Chef von Daimler, Ulrich Walker, so: „Die Kombination passt, wenn ein Partner 125 Jahre Erfahrung im Autobau mitbringt und die andere relativ junge Firma bereits langjährige Erfahrungen in der Batterietechnologie gesammelt hat“ (zit. nach Fromm/Grzanna 2011: 2).

Die langjährigen Joint Venture beziehen ihre Kraft vor allem aus der Dauer und Stabilität von Kooperations- und Vertrauensbeziehungen, die gerade im chinesischen Guanxi-System von außerordentlicher Bedeutung sind. Ein prägnantes Beispiel für solche langjährigen Joint Venture ist die Zusammenarbeit von VW mit FAW. Die FAW-Volkswagen Automotive Corporation wurde als eines der ersten Joint Venture in der chinesischen Autobranche Anfang 1991 gegründet. In diesem Jahr erhielt VW die Erlaubnis, im Rahmen seines Joint Ventures gemeinsam mit FAW ein neues Elektroauto zu entwickeln, zu produzieren und zu vermarkten, und zwar den Kaili (Spiegel Online 2011a). Diese BEV-Kooperation kann sich auf eine zwanzigjährige Zusammenarbeit bei der Fertigung von klassischen verbrennungsmotorischen Fahrzeugen stützen.

Die Landschaft der BEV-Joint Venture ist aus verschiedenen Gründen oft sehr unübersichtlich. Zum einen ist es möglich, dass eine chinesische Firma mit unterschiedlichen ausländischen Firmen Joint Venture eingeht. Dies ist etwa bei einem der „Big Four“, und zwar Dongfeng der Fall, der unter anderem Joint Ventures mit Peugeot-Citroën, Nissan, Honda und Kia unterhält. Auch der umgekehrte Fall ist möglich, also das ein ausländisches Unternehmen mehrere Joint Venture mit chinesischen Firmen gründet. Dies macht beispielsweise Toyota. Das japanische Unternehmen hat unter anderem Joint Ventures mit FAW und der Guangzhou Automobile Group. Auch Daimler hat verschiedene Joint Venture, neben dem schon erwähnten mit BYD auch eins mit der staatseigenen Fujian Motors Group und der taiwanesischen Mitsubishi Tochtergesellschaft China Motor Corporation. Das Joint Venture heißt Fujian Daimler Automotive Co., Ltd, wurde 2007 gegründet produziert seit 2010 zunächst den Mercedes Benz Viano sowie den Vito. Auf den ersten Blick mag so ein Joint Venture nichts mit den BEV zu tun zu haben, bei genauerer Betrachtung und unter Berücksichtigung der Guanxi-Verflechtungen können jedoch auch solche Unternehmen wichtige Zugänge zum chinesischen BEV-Markt schaffen, insbesondere wenn man berücksichtigt, dass Daimler auch schon an einem Joint Venture in China beteiligt war, das inzwischen aufgegeben wurde, nämlich die Beijing-Benz DaimlerChrysler (BBDC).

Ein weiterer Grund für die schwere Über- und Durchschaubarkeit der chinesischen Joint Venture-Landschaft sind die Beziehungen, die die chinesischen und ausländischen Muttergesellschaften zueinander auf anderen Märkten unterhalten. Ein gutes Beispiel dafür ist die „BMW Brilliance Automotive Limited“, ein Joint Venture, das die beiden Unternehmen BMW und Brilliance 2003 gründeten. In diesem gemeinsamen Tochterunternehmen wird ein Teil der BMW 3er- und 5er-Modelle für den asiatischen Markt gefertigt. Brilliance unternahm mehrere Versuche, seine Fahrzeuge auf dem europäischen Markt einzuführen, die jedoch bislang mehr oder weniger erfolglos waren. Bei diesen Markteintrittsversuchen gab es für Brilliance keine sichtbare Unterstützung durch BMW, sei es durch die Vertriebsorganisation oder durch das Image der Münchener. Mehr noch. Es entstand eher der Eindruck, dass beide nichts miteinander zu tun haben, ja sich nicht einmal kennen. Dessen ungeachtet arbeiteten Brilliance und BMW weiter eng zusammen. Die BMW Brilliance Automotive stellte in diesem Jahr das Konzept einer Plug-in-Hybrid-Limousine im Premium-Segment vor und beide Unternehmen werden auch bei der BEV-Entwicklung und -Vermarktung sehr eng zusammenarbeiten. Und genau wie Daimler mit BYD und VW mit FAW wird BMW mit

Brilliance eine eigene Marke für die Produktion und Vermarktung von Elektrofahrzeugen in China gründen (Spiegel Online 2011b).

„T10“-Allianz

Neben dem Konzentrationsprozess in der chinesischen Autobranche im Allgemeinen sowie bei den BEV-Produzenten im Besonderen und der Dynamik in dem auf die BEV-Entwicklung gerichteten Joint-Ventures-Bereich gibt es ein weiteres Moment, das für die BEV-Produktion in China sehr wichtig ist, und zwar die so genannte „National Electric Vehicle Industry Alliance“ oder, kürzer, die „T10“-Allianz. Diese Allianz wurde im September 2008 gegründet und umfasst die 10 größten Fahrzeughersteller Chinas, also zunächst die „Big Four“, SAIC, CCAG, DFM und FAW, sowie GAC, BAW, Brilliance, Chery, Heavy Duty Truck und JAC (Li/Sun 2011: 56; IEA 2011: 20). Auffällig ist, dass BYD nicht zu dieser Allianz gehört.

Bei der T10-Allianz handelt es sich nicht um einen reinen Industrie- oder Branchenverband, sondern um eine wirtschaftspolitische Allianz, die es sich zum Ziel gesetzt hat die Kräfte bei der BEV-Entwicklung für den Leapfrog Chinas auf diesem Gebiet zu bündeln. Dies bringt nicht nur der Name zum Ausdruck, sondern zeigt auch eine Sitzung, die im Juli 2009 stattfand und in deren Ergebnis beschlossen wurde, dass alle zehn Unternehmen künftig bei der Entwicklung der BEV-Technologie zusammenarbeiten und ihre Ressourcen gemeinsam nutzen werden (ebd.). Aber nicht nur das: Der Generalsekretär der China Automobile Association, Dong, erklärte: „The T10 companies will not only do the joint R&D, but will also establish the standard working group to formulate both the electric vehicle standard and components standards“ (zitiert nach Li/Sun 2011: 56).

Nach dem Vorbild der T10-Allianz haben sich auch auf der lokalen Ebene ähnliche Allianzen gebildet, die die gleichen Ziele verfolgen. Ein Beispiel ist die „Electric Vehicle Industry Alliance“ in der Provinz Jilin, in der auch FAW ansässig ist. Diese Allianz umfasst mehr als 20 Firmen der regionalen Elektrofahrzeug- und High-Tech-Industrie (Li/Sun 2011: 56). Im Prinzip hat jedes T10-Mitglied eine Doppelmitgliedschaft: Zum einen als Mitglied der nationalen T10-Allianz, zum anderen als Mitglied der jeweiligen regionalen T10-Allianzen.

Mit diesem nationalen und regionalen T10-Netzwerk werden wichtige BEV-Firmen, die mit ihren Joint Ventures untereinander im harten Konkurrenz- und Überlebenskampf stehen (Stichwort Konsolidierungsprozess) auf einer wirtschaftspolitischen Ebene zusammengebunden und verpflichtet, ihre Ressourcen für den BEV-Leap-Frog zu bündeln.

Es wäre eine ebenso interessante, wie strategisch wichtige Untersuchung, zu analysieren, wie die nationalen und regionalen T10-Netzwerke als Technologie-Transfer-Stellen funktionieren, in denen das Know-how der unterschiedlichen, miteinander im Wettstreit liegenden Joint Venture zusammengefasst, gebündelt und für den BEV-Leap-Frog Chinas mobilisiert wird. Derartige Untersuchungen liegen bislang nicht vor, wären aber auch und gerade für die deutsche BEV-Politik zweifellos von Interesse.

Führt man sich nun noch einmal die Skizze der Firmen-Dimension des BEV-Leap-Frog vor Augen, dann wird deutlich, dass auch auf diesem Gebiet sehr günstige Bedingungen für

einen Quantensprung bestehen. Dort, wo es technologische und/oder produktionsorganisatorische Defizite gibt, werden sie durch eigene Anstrengungen sowie eine äußerst geschickte Joint-Venture-Politik geschlossen. Stichpunktartig zusammengefasst ergibt sich damit folgendes Bild:

Firmen-Dimension der BEV-Leap-Frog-Strategie

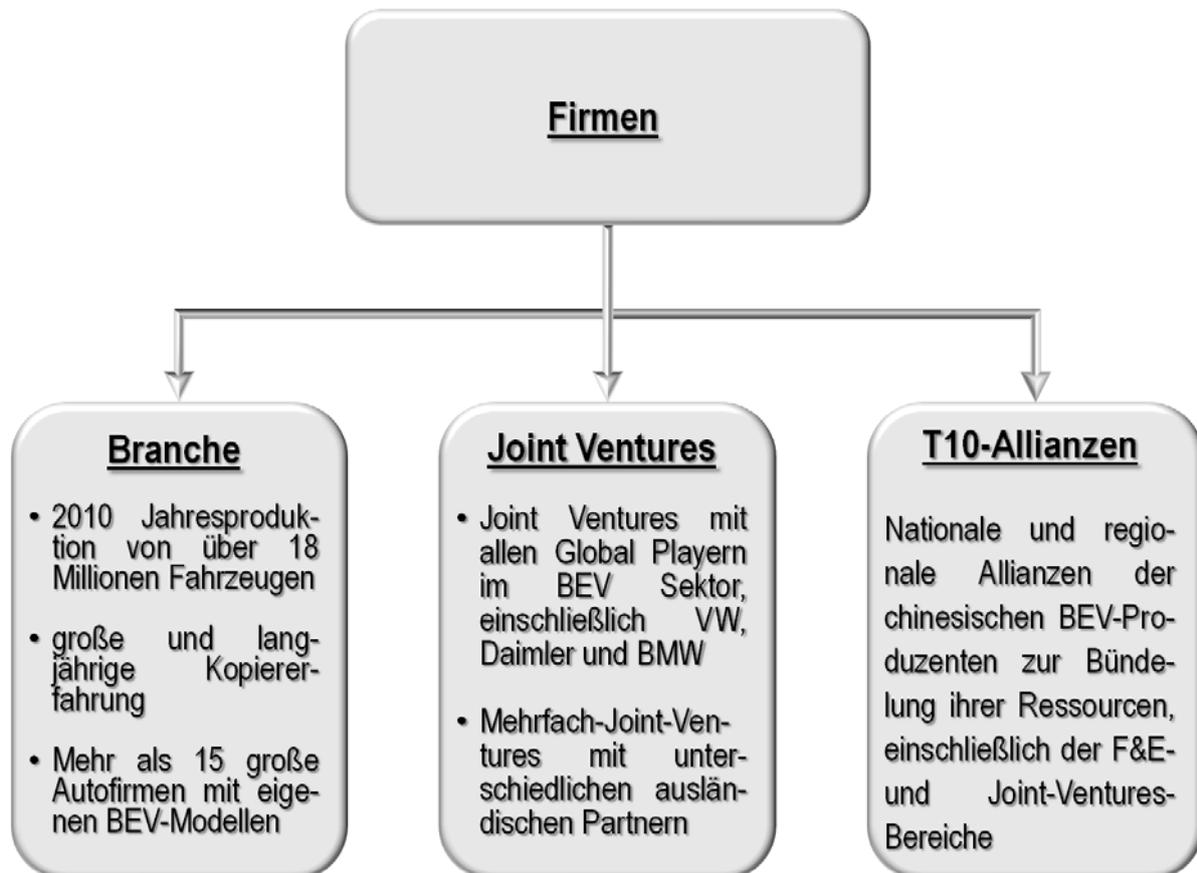


Abbildung 51: Eigene Darstellung. (OICA 2011)

3.2.1.5 Nutzer

Vor dem eingangs genannten Hintergrund soll im Folgenden die Ausprägung der drei Faktoren „Erfahrungen“, „Akzeptanz“ und „Kaufbereitschaft“ in China etwas näher betrachtet werden.

Erfahrungen

Was zunächst die Erfahrungen mit elektrischen Fahrzeugen anbelangt, bietet China günstige Voraussetzungen: „In China’s cities and rural areas, millions of people are driving e-bikes, e-

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

trikes and low-speed e-cars. Low cost, low-speed and short range battery-powered vehicles are already commercialized and they are an important means of individual mobility in China”, wie Linda Luo im „China Automotive Review” schrieb (Luo 2011).

Bei den elektrischen Zweiradfahrzeugen, den sogenannten E2W (Electric Two Wheelers), stehen elektrische Fahrräder und elektrische Motorroller im Mittelpunkt. Die ersten E2W wurden Ende der 90er Jahre verkauft. Seit 2003/2004 entwickelt sich ihr Verkauf exponentiell (Cherry 2010: 1; Weinert et al. 2008: 2). Ab 2008 werden jährlich 20 Millionen E2W in China verkauft (Cherry 2010: 1). Ausgehend davon kommen Marktbeobachter zu der Einschätzung: „Over 90% of the world's electric vehicles are made in China, mainly for use in China” (RAM 2010).

Die Klassifizierung der elektrischen Fahrräder und Motorroller ist der folgenden Abbildung zu entnehmen:

Klassifizierung der elektrischen Fahrräder und Motorroller in der VR China

Class	Type	Power (Engine Size in kW)	Top Speed (km/h)	Energy or Fuel Use per 100 km	Range (km)	Picture
Bicycle		Not applicable	10–15	Not applicable	Not applicable	
Electric two-wheeler	Electric bicycle (BSES)	0.25–0.35	20–30	1.2–1.5 kWh	30–40	
	Electric scooter (SSEB)	0.3–0.5	30–40	1.5 kWh	30–40	

Abbildung 52: Eigene Darstellung (Patil 2009: 14).

Diese Klassifizierung zeigt, dass der Unterschied zwischen elektrischen Fahrrädern und Motorrollern fließend ist und Hochleistungsfahrräder durchaus auch schon gewisse Motorroller-Parameter erreichen können. Dies hat zu Sicherheitsbedenken und zu einer Überarbeitung der Standards geführt (Cherry 2010: 24). Anders gesagt: Die E-Bike-Technik ist schon so ausgereift, dass sie die Grenzen ihres ursprünglichen Anwendungsfeldes erreicht hat und überbieten kann. Auf dem chinesischen Markt wird eine Vielzahl

unterschiedlicher E2W's angeboten. Die entsprechende Batterietechnik ist, auch im Vergleich mit anderen Ländern, auf einem hohen Entwicklungsstand (hierzu siehe Patil 2009).

Neben den E2W's spielen in China auch die e-Trikes oder E3W's eine wichtige Rolle, und zwar sowohl für die Personenbeförderung als auch für den Güterverkehr, und zwar nicht nur im urbanen sondern auch im ländlichen Raum. Auch hier wird auf dem chinesischen Markt eine Vielzahl verschiedener Modelle angeboten (Alibaba 2011). Zudem wird wieder deutlich, dass es unterschiedliche Klassen und Verwendungsfunktionen von E3W's gibt. Neben den hier beschriebenen E2W's und E3W's gibt es auch nichtlizenzierte Elektrofahrzeuge für ländliche Gebiete, die zwar nicht offiziell zugelassen sind, deren Betrieb aber von den Behörden geduldet wird und von denen pro Jahr ungefähr 50.000 Stück verkauft werden (Earley 2011: 6). Alles in allem zeigt sich, dass es eine qualitativ unterschiedliche und quantitativ große Palette von Elektrofahrzeugen gibt, mit denen potenzielle BEV-Nutzer frühzeitig in Kontakt kommen und eigene Erfahrungen sammeln können.

Akzeptanz

Nicht nur in absoluten Zahlen, sondern auch gemessen an der Bevölkerung insgesamt ist die Verbreitung von E2W's und E3W's in China beachtlich. Ausgehend von dieser Verbreitung und auf Grund der aktiven Erfahrung als Nutzer sowie der passiven Erfahrung als Beobachter, hat sich bei vielen Menschen eine hohe Akzeptanz gegenüber Elektrofahrzeugen entwickelt. E-Vehicles sind nicht „das unbekannte Wesen“, sondern fester Bestandteil des Alltags und der Mobilitätsroutinen. Die Nutzer kennen die Stärken und Schwächen dieser Fahrzeuge aus jahrelanger eigener Erfahrung. Von daher bringen sie neuen Elektrofahrzeugen im Allgemeinen und den BEV im Besonderen zunächst keine spezifischen Ressentiments entgegen. Mehr noch, sie sind Elektrofahrzeugen gegenüber ausgesprochen und überdurchschnittlich aufgeschlossen. Nach Umfragen von TNS Infratest ist die Akzeptanz gegenüber Elektrofahrzeugen mit 73,4% in China deutlich höher als in Frankreich (53,5%), der Schweiz (47,0%), Österreich (46,9%), Deutschland (43,1%), Japan (40,3%), Großbritannien (37,1%) und den USA (25,5%) (Janssen 2010: 9).

Hinzu kommt, dass sich für eine bestimmte Gruppe der aufstrebenden und ständig wachsenden Mittelschicht die Elektrofahrzeuge - ähnlich wie ein iPhone oder ein iPad - besonders gut als Distinktionssymbol und als Ausdruck ihres neuen Lebensstils und Lebensgefühls eignen. Green ist „Mega In“, Oil ist „Mega Out“. Diese Trendsettergruppe zeichnet sich unter anderem durch folgende Charakteristika aus (Deloitte 2011: 2):

- „Male and educated with majority with bachelors degree or higher
- Affluent and living in urban areas
- Very knowledgeable about EVs and view EVs as 'green and clean'
- Consider themselves to be environmentally conscious, tech savvy, trendsetters, and politically active

Wirtschaftliche Bedingungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in Deutschland und China

- They viewed the EVs much higher in positive dimensions such as being cool convenient, safe stylish, and a good value”

Auch wenn diese Gruppe relativ gesehen vergleichsweise klein ist, so wächst sie doch und dürfte bereits jetzt mindestens im einstelligen Millionenbereich liegen. Anders gesagt: Für die schrittweise Markteinführung der BEV sind genug potenzielle Nutzer vorhanden.

Sowohl im Hinblick auf die aus dem E-Mobility-Alltag resultierende Grundakzeptanz gegenüber den BEV, als auch in Bezug auf die Akzeptanz, die sich aus dem hohen symbolischen Potenzial der BEV ergibt, gibt es in China zunächst sehr günstige Bedingungen für die Markteinführung dieser Fahrzeuge.

Kaufbereitschaft

Die gegenüber anderen Ländern signifikant größere Akzeptanz von Elektrofahrzeugen im Allgemeinen und BEV im Besonderen, bildet eine wichtige Voraussetzung für die Herausbildung einer Kaufbereitschaft bei potenziellen BEV-Kunden. Allerdings handelt es sich dabei um eine notwendige, aber keineswegs um eine hinreichende Voraussetzung. Wie bereits erläutert wurde stellen konventionelle Fahrzeuge einen nur schwer zu überwindenden Benchmark hinsichtlich des erzielbaren Kosten-Nutzen-Verhältnisses dar. Und je mehr ICE am Markt verkauft werden, desto mehr verfestigt sich deren Benchmarking in den Köpfen und Mobilitätsroutinen der Nutzer. Immer weniger werden dann die BEV mit den bisherigen E2W's oder E3W's verglichen und als ein Zugewinn an E-Mobility-Komfort und E-Mobility-Image erlebt und empfunden.

Es ist erstaunlich, dass sich diese elementare Erkenntnis in Deutschland und in China nur sehr langsam Bahn bricht. Nach wie vor dominiert sowohl hier als auch im Reich der Mitte der Versuch, die BEV als ICE-Substitution im Markt einzuführen. Und da hier wie dort die Kunden weder Narren noch schwerreiche Umweltidealisten sind, stehen bei einer solchen Markteinführungsphilosophie notwendigerweise immer wieder zwei Fragen im Mittelpunkt der Diskussion: Erstens, wie können die BEV-Kosten gesenkt werden und zweitens, wie kann der Staat durch Subventionen die Preis- und Funktionslücke zwischen BEV und ICE schließen. Dabei wird zumeist ein wesentlicher Faktor möglicher Kosten- und damit auch Subventionssenkungen von vornherein ausgeblendet, nämlich die Frage, ob und inwieweit die BEV tatsächlich ICE-Parameter erreichen müssen.

Und eine andere Frage wird nur zögerlich aufgeworfen, nämlich ob es sinnvoll, legitim und möglich ist, den Wert der ICE für die Nutzer zu senken, beispielsweise durch: Fahrverbote im innerstädtischen Bereich, eine Vervielfachung der Parkgebühren, Umwelt- und Benzinsteuern, Zulassungsbeschränkungen usw. Selbstverständlich ist das nur durchsetzungsfähig, wenn zugleich attraktive Mobilitätsalternativen entwickelt und angeboten werden. Aber wäre es nicht besser, die Milliarden in solche zukunftsfähigen Alternativen zu investieren, als sie in einem BEV-Tuning zu versenken?

Nutzer-Dimension der BEV-Leap-Frog-Strategie

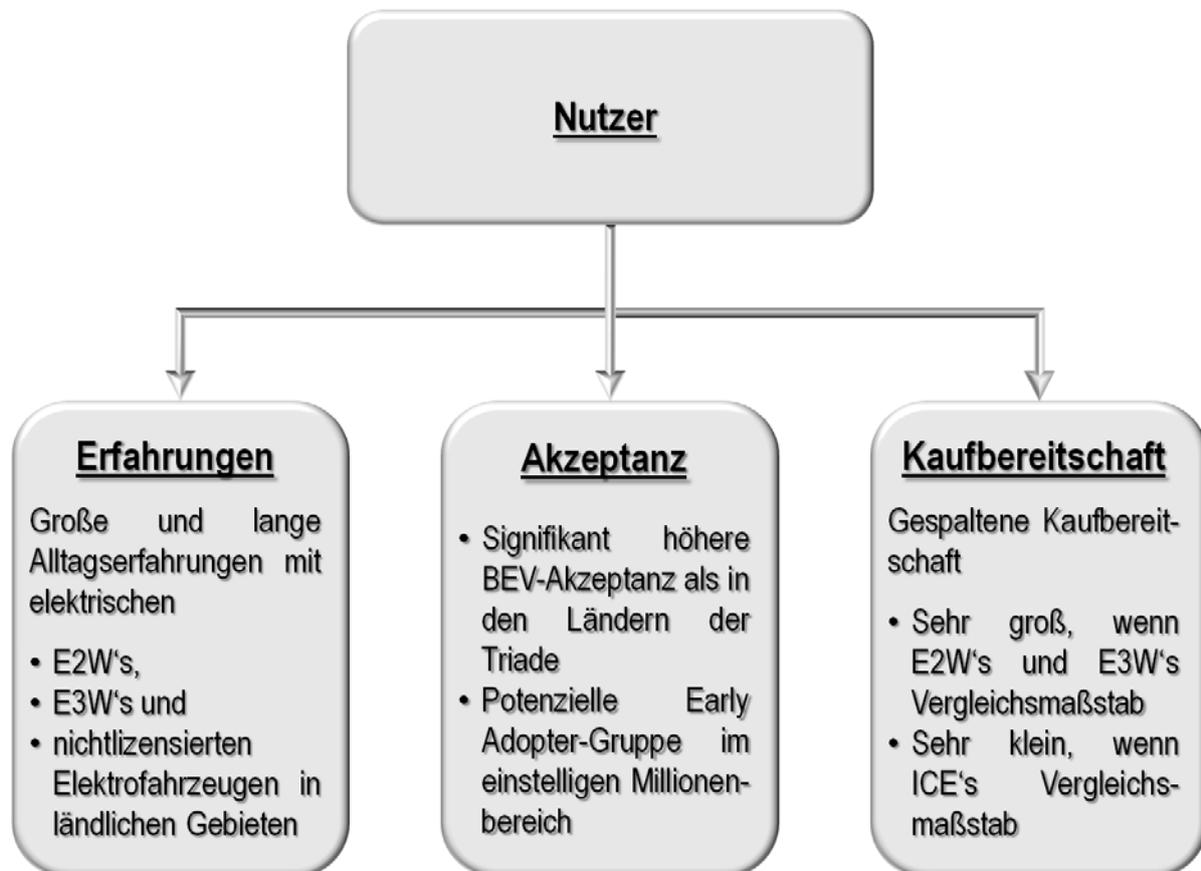


Abbildung 53: Eigene Darstellung.

China hat gegenüber Deutschland mindestens drei Vorteile. Erstens hat sich das ICE-Benchmarking noch nicht so verfestigt wie hierzulande, sondern ist erst dabei, sich herauszubilden. Zweitens ist der Problemdruck zur BEV-Einführung (siehe Kapitel 2) in Größenordnungen höher als in Deutschland. Und drittens lassen sich unpopuläre Maßnahmen im gegenwärtigen Entwicklungsstadium der Mobilität im Reich der Mitte leichter durchsetzen. Aber ob BEV in Deutschland oder in China, in den USA oder Frankreich eingeführt werden, in jedem Fall muss die Politik eine Doppelstrategie entwickeln, die darauf gerichtet ist, für die Nutzer den Wert der BEV zu erhöhen und zugleich den der ICE zu senken. Diesbezügliche Ansätze in China werden im Kapitel 4 skizziert.

Stichpunktartig zusammengefasst ergibt sich im Hinblick auf die Nutzer-Dimension der chinesischen BEV-Leap-Frog-Strategie das in Abbildung 53 gezeigte Bild.

So wichtig die Erfahrungen, die Akzeptanz und die Kaufbereitschaft auch sind, sie bilden eine zwar notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung für den BEV-Quantensprung. Um einen solchen Quantensprung zu vollziehen, braucht es eine chinesische Massenproduktion und eine Massenvermarktung im Reich der Mitte. Die Chancen für eine Massenproduktion wurden weiter oben skizziert. Die Möglichkeiten einer Massenvermarktung in China sollen im Folgenden beleuchtet werden.

3.2.1.6 Markt

Der chinesische Markt besitzt eine eigene Spezifik, die sich Fremden nur schwer und zuweilen auch gar nicht erschließt. Und es gibt eine breite Palette von Versuchen, diese Spezifik zu erfassen. Das Spektrum reicht dabei von einer Indikatoren-Bewertung und Indexbildung, wie sie beispielsweise das World Economic Forum in seinen Global Competitiveness Reporten vornimmt, in denen die Ökonomien von 139 Ländern an Hand von 12 Hauptindikator- und 114 Unterindikatorgruppen bewertet und miteinander verglichen werden (WEF 2010), bis hin zu entnervten Erlebnisberichten über die Besonderheiten und Kuriositäten des chinesischen Marktes (Rudolph 2011). Zudem gibt es eine unüberschaubare Anzahl von Beratungsfirmen, die sich auf den chinesischen Markt spezialisiert haben und die unterschiedlichsten Einführungsseminare und Einführungsmaterialien für Neulinge und Fortgeschrittene anbieten. Wenn im Folgenden der chinesische BEV-Markt mit einigen Stichworten grob umrissen wird, dann erhebt diese Skizze keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit, sondern will nur für einige Probleme sensibilisieren, die man bei der Analyse dieses Marktes im Blick behalten sollte. Drei Spezifika sollen dabei näher betrachtet werden, und zwar der Zugang, das Potenzial und die Nachfrage.

Zugang

Ein chinesisches Sprichwort sagt: „Foreign Tiger not powerful as local worm“ (Rudolph 2006). Oder, ins Investorendeutsch übersetzt: Wie hochentwickelt und mächtig ihr auch auf dem Weltmarkt seien mögt, in China seid ihr weniger als eine schrottreife Klitsche. Und das ist kein Witz, sondern bitter ernst gemeint. Ohne chinesische Hilfe geht nichts. Der Zugang zum chinesischen Markt läuft nur über chinesische Partner. Und dies bedeutet, vor allem wenn es sich um Hochtechnologie handelt, über Joint Ventures mit chinesischen Firmen. Daran führt kein Weg vorbei. Die vielen Joint Venture westlicher und chinesischer Firmen erwachsen aus der Einsicht, dass dies die einzige Zugangschance ist und alle Umgehungsversuche von vornherein zum Scheitern verurteilt sind.

Und eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit chinesischen Partnern heißt Guanxi, also der Aufbau eines Netzwerkes aus persönlichen Beziehungen, in dem sich ganz langsam Vertrauen herausbildet und dessen Entwicklung viel Zeit braucht. Letztlich wird es einem Ausländer so gut wie nie gelingen, in die inneren chinazentrierten Guanxi-Zirkel aufzusteigen, aber ohne den Versuch, wenigstens in der Peripherie dieser Netzwerke Fuß zu fassen, bekommt er buchstäblich kein Bein auf die Erde und bleibt überall außen vor.

Dieses grundlegende Zugangsproblem gilt auch für die BEV, verschärft sich hier aber noch auf ganz besondere Weise. Da die BEV zu jenen 7 Strategic and Emerging Industries der

Grand Strategy gehören, bei denen China einen Leap-Frog erreichen und sich als Technologie- und Weltmarktführer etablieren will, ergibt sich hier für ausländische Firmen eine besonders diffizile Marktzugangssituation.

Sowohl die chinesischen Unternehmen als auch die staatlichen Institutionen setzen alles daran, das Ziel der BEV-Technologie- und -Weltmarktführerschaft zu erreichen, und zwar in zwei Schritten. In einem ersten Schritt soll die Markteinführung der chinesischen BEV auf dem Binnenmarkt erfolgen. Wenn hier der Verkauf der Fahrzeuge läuft, die üblichen „Kinderkrankheiten“ überwunden sind und die Marktführerschaft gesichert ist, soll dann in einem zweiten Schritt Zug um Zug der Weltmarkt erobert werden. Dies bedeutet zunächst, dass Fahrzeuge aus der chinesischen Eigen-, sowie der Joint Venture-Produktion Vorrang genießen und allen anderen BEV der Zugang zum chinesischen Binnenmarkt erschwert oder völlig unmöglich gemacht wird.

Die Joint-Venture-BEV spielen dabei eine Zwitterrolle. Als teils chinesische Produkte müsste ihnen der Markt geöffnet, als teils westliche Produkte müsste ihnen dieser blockiert werden. Aus dieser Zwitterrolle erwächst das bekannte Tauschproblem: Marktzugang gegen technologisches und produktionsorganisatorisches Know-how. Den chinesischen Partnern ist klar, dass sie trotz aller Fortschritte in bestimmten Bereichen (Stichwort Batterietechnik, seltene Erden etc.) technologische und produktionsorganisatorische Defizite haben und dringend dementsprechendes westliches Know-how benötigen, um ihre Leap-Frog-Strategie durchzusetzen. Und es ist ihnen klar, dass sie dieses Know-how nicht bekommen, wenn sie den westlichen Partnern keinen Marktzugang ermöglichen. Für die westlichen Firmen stellt sich das gleiche Problem spiegelverkehrt da. Aus dieser komplementären Interessenlogik ergibt sich strukturell für die chinesische Seite die Maxime „viel Know-how, wenig Marktzugang“ und für die westliche Seite „viel Marktzugang, wenig Know-how“. Dabei ist beiden Seiten diese entgegengesetzte Interessenlage klar. Was die Situation besonders schwierig macht, ist das oben beschriebene Guanxi- und Vertrauensproblem. Wie soll Vertrauen bei einer solchen Interessenkonstellation erwachsen?

Die gegenwärtig am häufigsten praktizierte Lösung lautet: In Joint Ventures gemeinsam neue BEV entwickeln und vermarkten. Das ist gegenwärtig vermutlich die einzig mögliche Lösung, aber sie ist nur vorläufig und schafft den strukturellen Konflikt nicht aus der Welt, sondern verschiebt ihn in die Zukunft. Solange ein chinesisch/westliches Joint Venture vor dem Problem steht, überhaupt BEV am chinesischen Binnenmarkt zu etablieren und sich dabei gegen andere Konkurrenz-Joint-Ventures durchzusetzen, kann und muss der strukturelle Konflikt der Partnerschaft zunächst verdrängt werden. In dem Maße jedoch, wie das gelingt und Produktion sowie Verkauf hochgefahren werden, wird der virulente Interessengegensatz notwendigerweise wieder akut werden. In jedem Fall bedürfen solche Joint Ventures, wenn sie denn erfolgreich sein wollen, außergewöhnlicher Managementfähigkeiten, um sie im chinesischen Guanxi-System lebensfähig zu halten, obgleich die Grundlage dieses Systems, das gegenseitige Vertrauen, immer substantiell gefährdet ist. Mit großer Wahrscheinlichkeit dürfte diese soziale Seite der gemeinsamen Joint Venture mindestens ebenso bedeutsam, wenn nicht bedeutsamer sein, als die technische und Marketing-Seite solcher Unternehmen.

Potenzial

Das Potenzial des chinesischen Automarktes im Allgemeinen und des BEV-Marktes im Besonderen wird gemeinhin an zwei Größen gemessen, und zwar an einer absoluten und an einer relativen. Die absolute Größe ist die Bevölkerung, die gegenwärtig rund 1,3 Milliarden Menschen umfasst und bei der relativen Größe handelt es sich um den Autobesitz in Stück pro 1.000 Personen, der aktuell 47 beträgt (CapitalChina 2011; Baker/Hyvonen 2011: 28). Beide Größen sind in der Tat beeindruckend und vermitteln ein Bild vom Marktpotenzial, das schier unendlich erscheint. Ehe 1,3 Milliarden potenzielle Kunden mit Autos versorgt sind, müssen über viele Jahrzehnte pro Jahr viele Millionen Autos produziert werden. Und führt man sich beispielsweise vor Augen, dass der Autobesitz pro 1.000 Einwohner in den USA 817, in Japan 617, in Frankreich 599, in Deutschland 546 und in Korea 355 Fahrzeuge beträgt (Baker/Hyvonen 2011: 28.), dann ist in China mit 47 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner sowohl absolut als auch relativ gesehen viel Platz nach oben.

Vor dem Hintergrund dieser Zahlen scheint der Kurs klar: „Full Speed Ahead“ (AlixPartners 2011). So beeindruckend und verlockend eine solche Potenzialvorstellung auf den ersten Blick ist, so problematisch ist sie. Das quantitative Bild bedarf dringend qualitativer Präzisierungen, gerade im Hinblick auf das Potenzial des BEV Marktes.

Die erste Präzisierung betrifft den Vergleich zwischen China und den westlichen Ländern. Allein im Hinblick auf die höhere Bevölkerungsdichte dürfte es schlicht unmöglich sein, dass China irgendwann einen Fahrzeugbestand erreicht, wie die westlichen Industrieländer. Selbst wenn die oben skizzierten gigantischen Infrastrukturprojekte in vollem Umfang realisiert werden, wäre einfach nicht genügend Platz für so viele Autos. Hinzu kommt, dass selbst bei den optimistischsten BEV-Prognosen davon ausgegangen werden muss, dass die Elektrofahrzeuge erst langsam am Markt Fuß fassen und die ICE-Autos verdrängen werden. Innerhalb der nächsten zwei Jahrzehnte ist damit nicht zu rechnen. Dies wiederum bedeutet, dass eine Erhöhung des Fahrzeugbestandes zunächst primär über den ICE-Pfad erfolgen wird, was allein schon aus den im Kapitel 2 geschilderten ökologischen und energetischen Folgewirkungen problematisch ist. Ein ungebremstes Wachstum des Fahrzeugbestandes wird es, insbesondere in den urbanen Räumen, nicht geben.

Die zweite Präzisierung betrifft die regionale Differenziertheit des Fahrzeugbestandes in China. Bei den 47 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohnern handelt es sich um einen Durchschnittswert, der - wie viele Durchschnittswerte - tatsächliche Problemlagen sehr leicht verdeckt oder verfälscht. Während der Bestand in Peking 228 Fahrzeuge pro 1.000 Einwohner und in anderen Großstädten 110 Fahrzeuge beträgt, liegt er in kleineren Städten bei 8 (Ernst&Young 2011: 5) und in ländlichen Gebieten noch darunter. Dies wiederum bedeutet, dass es im Grunde nicht einen chinesischen Automarkt gibt, sondern viele verschiedene Märkte, mit sehr unterschiedlichen Potenzialen und Sättigungsgraden, in denen wiederum die Potenziale für eine BEV-Markteinführung völlig unterschiedlich sind. Dies macht sehr anschaulich das System der Fahrzeugzulassungen in Peking deutlich, das zugleich auf eine weitere Präzisierung der Marktpotenzialvorstellungen verweist.

Diese dritte Präzisierung betrifft den Einfluss von gesamtgesellschaftlichen und/oder regionalen politischen Entscheidungen auf das Marktpotenzial der BEV. Ende Dezember letzten Jahres hat die Pekinger Stadtregierung kurzfristig ein ganzes verkehrspolitisches Restriktionspaket für 2011 verabschiedet. Davon seien nur drei Punkte herausgegriffen (ebd.: 4). Zunächst wurde die Anzahl der Neuzulassungen auf 20.000 pro Monat, also auf 240.000 für das ganze Jahr 2011 beschränkt. Die Vergabe der Lizenzen erfolgt weiterhin nach dem Zufallsprinzip in einem Lotterieverfahren. Parallel dazu wurde es Fahrzeugen, die nicht in Peking registriert sind verboten, während der Rush Hour in die Stadt zu fahren. Außerdem wurden die Parkgebühren erhöht. Diese und weitere Maßnahmen hatten einen Einbruch der Verkaufszahlen zur Folge. Wenn andere Städte ähnliche Regelungen einführen, dann kann dies nach Berechnungen der Unternehmensberatung Ernst & Young zu einer Reduzierung der jährlichen Verkaufszahlen in der Größenordnung von 6-14 % führen, je nachdem, wie viel Städte sich mit welchem Restriktionsgrad dem Hauptstadtbeispiel anschließen (ebd.: 5).

Eine vierte Präzisierung betrifft den Einfluss der schon öfter erwähnten urbanen Revolution auf das BEV-Marktpotenzial. Wenn diese Revolution so verläuft, wie prognostiziert und tatsächlich jährlich 10 bis 20 Millionen Menschen zusätzlich in die städtischen Ballungsgebiete ziehen, dann werden sich die ohnehin schon sehr verschiedenen Marktpotenziale weiter ausdifferenzieren. Während etwa in ländlichen Gebieten mit einer vergleichsweise geringen Bevölkerungsdichte das BEV-Potenzial gegenüber den ICE-Fahrzeugen auf längere Sicht eher klein bleiben wird, wächst dieses Potenzial in den großen Städten und Megastädten allein schon aus ökologischen Gründen zusehends. Und wenn dann noch verkehrspolitische Entscheidungen getroffen werden, die die BEV präferieren, dann erhöht sich das BEV-Potenzial quasi über Nacht. Denkbar wären dabei Entscheidungen wie: Unbeschränkte BEV-Zulassung bei weiterer Quotenreduzierung für ICE-Fahrzeuge, kostenloser Parkraum für BEV bei gleichzeitiger Erhöhung der Parkgebühren für ICE, unbeschränkte freie Fahrt für BEV bei weiteren Fahrbeschränkungen für ICE-Autos, Erhöhung der Diesel- und Benzinpreise, Konstanthalten der BEV-Strompreise usw. usf.

Allein diese vier Präzisierungen zeigen, dass eine undifferenzierte, rein quantitative Vorstellung über „den chinesischen Automarkt“ oder „das BEV-Potenzial“ den verschiedenen BEV-Märkten Chinas und ihrer weiteren Ausdifferenzierung nicht gerecht wird. Und sie zeigen auch, dass eine klassische, rein ökonomistische Marktanalyse die Besonderheiten des chinesischen Wirtschaftssystems (siehe etwa Brink 2010) und den Einfluss politischer Entscheidungen auf die jeweiligen Automärkte und ihre Potenziale nicht erfassen kann. Notwendig wäre eine Analyse des BEV-Marktpotenzials, die insbesondere die ökologische und urbane Revolution in den Ballungsräumen berücksichtigt und ausgehend davon unterschiedliche Markteinführungsszenarien entwickelt.

Nachfrage

Ähnlich wie beim Marktpotenzial verbieten sich auch bei der BEV-Nachfrage pauschalisierende Durchschnittswertbetrachtungen, weil sie den tatsächlichen Verhältnissen der verschiedenen chinesischen BEV-Märkte nicht gerecht werden. Die Analyse, vor allem jedoch die Prognose der BEV-Nachfrage hat eine Vielzahl von Faktoren zu berücksichtigen, deren Ausprägung und Stellenwert in den unterschiedlichen Märkten sehr stark variiert. Die BEV-Nachfrage in Peking wird von anderen Faktoren dominiert, als die in der Inneren Mongolei oder in Xinjiang. Und: Bestimmte Faktoren, können sich sehr schnell und auf eine unvorhersehbare Art und Weise ändern. Man denke nur an das zuvor erwähnte verkehrspolitische Maßnahmenpaket der Pekinger Stadtregierung. Hinzu kommt, dass sich die BEV-Nachfrage in den nächsten Jahren immer in einem bestimmten Spannungsfeld entwickeln wird, und zwar mit den E2W's und E3W's auf der einen und den ICE-Fahrzeugen auf der anderen Seite, woraus die oben beschriebene gespaltene Kaufbereitschaft resultiert, die zwischen diesen beiden Polen pendeln oder sich in der einen oder anderen Richtung verfestigen kann. Und schließlich ist zu bedenken, dass sich die BEV-Nachfrage von der E2W- und E3W-Nachfrage einerseits und der ICE-Nachfrage andererseits in einem wichtigen Punkt unterscheidet: Die E2W's, E3W's und ICE's werden seit Jahren in Großserie produziert und sind bereits millionenfach auf den Straßen. Die BEV's kommen erst sehr langsam in die Hände von Privatkunden. Trotz, oder besser gerade wegen dieser vielen Unwägbarkeiten sollen im Folgenden drei Faktoren skizziert werden, die bei tiefer gehenden und regional spezifischen Nachfrage-Untersuchungen zu bedenken sind.

Ein erster Faktor betrifft die generelle Aufgeschlossenheit potenzieller Kunden gegenüber den BEV. Dieser Tatbestand wird in unterschiedlichen Untersuchungen immer wieder hervorgehoben. In einer umfangreichen theoretisch-empirischen Analyse über die Einstellung chinesischer Konsumenten gegenüber Elektrofahrzeugen kommen Catalin Ivan und Alexander Penev unter anderem zu dem Schluss: „One specific characteristic for China is that people rely strongly on government and companies. They are not so skeptical like in the West“ (Ivan/Penev 2011: 85). In die gleiche Richtung weisen die schon mehrfach erwähnten Infratest-Umfragen, nach denen potenzielle chinesische Kunden eine signifikant höhere BEV-Kaufbereitschaft haben, als jene in den westlichen Ländern (Janssen 2010: 9). Das bestätigen auch Untersuchungen der Unternehmensberatung Ernst & Young, in denen 60% der Befragten in China angaben, dass sie ein sehr großes Interesse haben, ein Elektrofahrzeug zu erwerben, was ungefähr fünfmal so viel waren, als in den USA, Deutschland, Großbritannien und Japan (ECR 2010). Diese generelle Aufgeschlossenheit potenzieller BEV-Kunden ist gerade im Hinblick auf den Early-Adaptor-Bereich sehr wichtig, insbesondere wenn man bedenkt, dass diese Aufgeschlossenheit nicht etwa aus Naivität oder Unkenntnis resultiert, sondern sich auf Alltagserfahrungen mit E2W's, E3W's oder nichtlizenzierten Elektrofahrzeugen stützt.

Ein zweiter Faktor sind die zum Kauf eines BEV zur Verfügung stehenden Geldmengen. Die heißesten Wünsche und die größte Aufgeschlossenheit nutzen nichts, wenn sie sich nicht in der Sprache des Marktes, sprich in zahlungsfähiger Nachfrage, also in Geld, artikulieren können. Im Kapitel 2 wurde bereits gezeigt, dass durch die steigenden Einkommen, die wachsende Mittelschicht sowie die diversen staatlichen Programme zur Ankurbelung der Binnennachfrage und zur Senkung der Sparquote die potenziell zum BEV-Kauf einsetzbare

Geldmenge nicht nur bereits jetzt sehr hoch ist, sondern in den kommenden Jahren weiter steigen wird. Es gibt allerdings zwei Spezifika, die die zum BEV-Kauf zur Verfügung stehende Geldmenge nicht unwesentlich beeinflussen und die bislang nicht erwähnt wurden. Das erste Spezifikum ist der Stellenwert der chinesischen Familie im Allgemeinen und bei Autokauf im Besonderen. Viele Untersuchungen zeigen, dass die Meinung der Familie, die ja den Kern der Guanxi-Netzwerke bildet, wesentlich darüber entscheidet, welche Automarke und -klasse wann gekauft wird (siehe etwa Haddock/Tse 2007: 5). Die Kehrseite dieses hohen Mitsprache- und Entscheidungsrechtes besteht darin, dass die Familie im Bedarfsfall alle ihre Ressourcen mit einbringt, um einen entsprechenden Autokauf zu finanzieren - oder davon abzuraten. Das heißt, wer nur Einkommenshöhen und BEV-Preise miteinander in Beziehung setzt und daraus eine Nachfragekurve ableitet, hat die Rechnung ohne den Wirt gemacht. Die tatsächliche Nachfrage kann erheblich über oder unter dieser Kurve liegen, je nachdem, wie die Familie dazu steht. Ein zweites Spezifikum ist der so genannte „car provident fund“ (Li 2011: 6). Es gibt in China Vorsorge- und Unterstützungsfonds, die ursprünglich für den Kauf eines Hauses gedacht waren, nun aber in den Kauf eines Autos umgewandelt werden können. Diese Fonds umfassen gegenwärtig ein Volumen von umgerechnet 47 Milliarden Euro (ebd.) - eine für die Analyse der BEV-Nachfrage nicht unerhebliche Größe.

Ein dritter Faktor betrifft schließlich die verschiedenen staatlichen Maßnahmen zur Entwicklung und Stabilisierung der BEV-Nachfrage. Die nationalen und regionalen Behörden beeinflussen die BEV-Nachfrage neben der Errichtung der entsprechenden Infrastruktur (Ladestationen, Straßen, etc.) sowie der Unterstützung der Firmen, die Elektrofahrzeuge produzieren, mindestens auf vier verschiedenen Ebenen, und zwar durch eine symbolische Flottenpolitik, Kaufzuschüsse, Steuererleichterungen und Restriktionen. Die symbolische Politik spielt in China eine erheblich größere Rolle als in Deutschland. Wenn zum Beispiel in Tianjin Elektrofahrzeuge in Ämtern oder bei der Polizei eingesetzt werden (Lockström/Callarmann/Lei 2011: 73) dann dokumentiert dies das Engagement, mit dem die Behörden hinter dieser neuen Technik stehen. Die Auswirkungen einer solchen symbolischen Early-Adopter-Führerschaft lassen sich nicht quantifizieren, haben aber zweifellos eine Signalfunktion, die auch in Deutschland nicht ohne Wirkung bleiben würde.

Markt-Dimension der BEV-Leap-Frog-Strategie

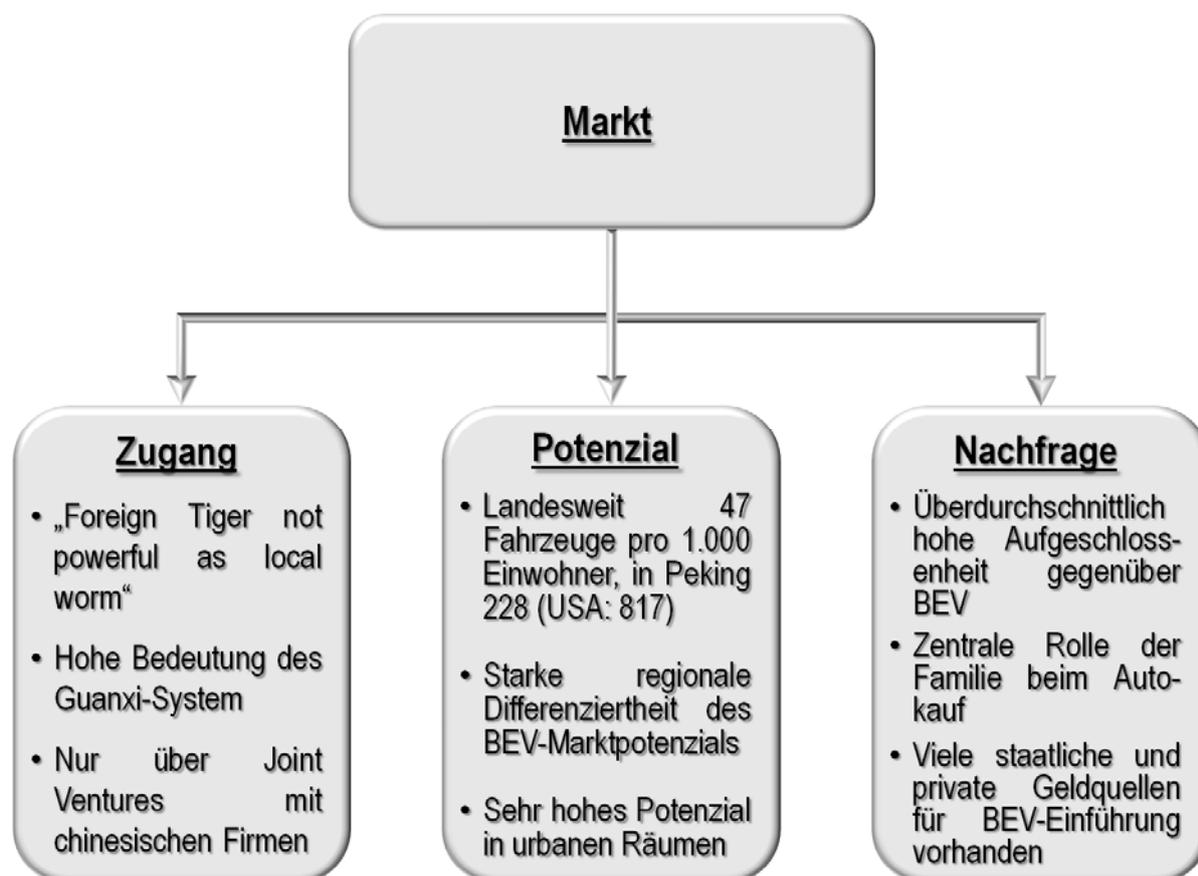


Abbildung 54: Eigene Darstellung. (Baker/Hyvonen 2011: 28)

Die Kaufzuschüsse für private Nutzer sind erheblich. In Shenzhen zum Beispiel, der Heimatstadt von BYD, erhalten Kunden beim Erwerb eines BEV maximal 6.600 € von der Zentralregierung sowie zusätzlich maximal weitere 6.600 € von der Stadtregierung (JPM 2010: 1). Auch die geplanten Steuererleichterungen sind nicht unerheblich. So sieht beispielsweise der „National Development Plan of the Energy-Saving and New Energy Vehicle Industry of China (2010-2020)“ unter anderem vor, dass BEV-Käufer im Zeitraum von 2011 bis 2020 von bestimmten Steuern befreit werden (MIIT 2011). Und die drohenden, jeder Zeit möglichen Restriktionen, wie etwa das erwähnte Regel-Paket der Peking Stadtregierung, können, wenn die BEV davon ausgenommen werden, ebenfalls einen erheblichen Nachfrageimpuls auslösen. Es ist weniger eine einzelne fiskalische, symbolische oder verkehrspolitische Maßnahme, die die BEV-Nachfrage wirksam beeinflussen kann, sondern die Kombination und das Ineinandergreifen dieser verschiedenen Maßnahmepakete. In den Kapiteln 4 und 5 wird die chinesische BEV-Politik detaillierter analysiert und auch vergleichend mit Deutschland in Beziehung gesetzt.

Lässt man noch einmal die verschiedenen Facetten des Marktzugangs, des Marktpotenzials sowie der Marktnachfrage Revue passieren, dann zeigt Abbildung 54, dass die BEV-Leap-Frog-Strategie auch in dieser Hinsicht gut bedacht ist.

3.3 Vergleich der wirtschaftlichen Bedingungen in Deutschland und China

Kernpunkte	Deutschland	China
 <p>Markt</p>	<p>Strukturwandel im Marktangebot und neue Geschäftsfelder : <u>Chance und Herausforderung, gute wirtschaftliche Ausgangsbasis</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vielfältige Aktivitäten hinsichtlich neuer <i>Mobilitätsdienstleistungen</i> • Kunden: Generelle Akzeptanz, <i>Aufbrechen bestehender Bedarfsstrukturen</i> 	<p>Hohes Marktpotenzial: <u>Chance für lokale, aber auch für internationale Unternehmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Abhängig von den Besonderheiten des chin. Wirtschaftssystems und polit. Entscheidungen → <i>Risiko</i> • Kunden: <i>Aufbrechen des Benchmarking konv. Fahrzeug</i> → <i>moderate Herausforderung</i>
 <p>Industrie</p>	<p>Veränderung der Wertschöpfungskette führt zu Strukturwandel: Deutsche Industrie mit <u>guter Know-how-Basis</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Know-how-Verschiebung, Neuverteilung der Kompetenzen</i> → Chance für <i>Wettbewerb</i> • <i>Kompetenzen in Schlüsselfeldern Fahrzeugbau/-technik, Elektromotor, Elektronik u.a.</i> • <i>Fehlende Batterieindustrie</i> → <i>Aufholbedarf</i> • <i>Bestehende Strukturen müssen aufgebrochen werden</i> → <i>Herausforderung</i> 	<p>BEV als „Technologierevolution“: <u>Günstige Ausgangsbedingungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hohe Dynamik bei Patenten und Qualifizierung</i> → <i>Chance</i> • <i>Technologierückstand bei BEV max. 1-2 Jahre, aber Vorsprung bei Batterie</i> → <i>Herausforderung</i> • <i>Joint-Venture-Strategie: Know-how gegen Marktzugang</i> • <i>„Kopierkunst“ + Patentstrategie</i> • <i>Weltgrößter Automobil- und Batterieproduzent (Mobilität)</i> • <i>Allianzen (National und Regional)</i> → <i>Know-how-Bündelung</i> • <i>Qualifizierungsinitiativen</i>
 <p>Infrastruktur</p>	<p><u>Gute Voraussetzungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bestehende Marktstruktur erleichtert Marktintegration</i> • <i>Aufbau Smart Grid für EE</i> 	<p><u>Potenzial und Chance:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Enorme Ausbaupläne</i> • <i>BEV profitieren vom Ausbau Straßen und Stromnetz/Smart Grid</i>

Kernpunkte	Deutschland	China
 <p>Rohstoffe</p>	<p><u>Keine nennenswerten Vorkommen</u> bei Kernrohstoffen (Li, Kupfer, Seltene Erden)→ <i>Wettbewerbsnachteil</i></p>	<p><u>Sehr gute Rohstoffbasis</u> bei Kernrohstoffen als <i>Wettbewerbsvorteil</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Einer der <i>weltgrößten Produzenten</i> für <i>Lithium-Rohstoffe</i>• <i>Quasimonopol</i> bei <i>seltene Erden</i>• Lithium, Kupfer und Kobalt: <i>Zugang zu strategischen Reserven gesichert</i>

4. Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

Die Autoren vieler Studien, wie z.B. (Kampman et al. 2011; PwC 2010; Deutsche Bank Research 2011b), sind der Meinung, dass Elektrofahrzeuge nur mit politischer Unterstützung einen signifikanten Marktanteil erreichen werden. Naturgemäß stimmen viele Unternehmen, z.B. in Deutschland diesem Tenor zu und fordern in regelmäßigen Abständen Kaufprämien für Elektrofahrzeuge (n-tv 2010; Zeit 2010; WiWo 2011). Darin spiegelt sich eine Problematik wider, die als technische Benchmarking-Falle des Verbrennungsmotors bezeichnet werden kann. Diese besteht darin, dass batterieelektrische Fahrzeuge de facto als Substitut der verbrennungsmotorisch betriebenen „Rennreiselimousine“ angesehen und gemanagt werden. Die technisch-ökonomischen Parameter dieser Rennreiselimousine wie Geschwindigkeit, Beschleunigung, Elastizität, Reichweite, Gewicht, Raumangebot, Nutzlast, Stückpreis etc. gelten als Zielpunkte für die Entwicklung von Elektroautos. Dies führt notwendigerweise dazu, dass die Praxistauglichkeit und Marktreife des Batteriefahrzeugs daran gemessen wird, ob es die verbrennungsmotorischen Parameter überbietet oder wenigstens erreicht. Dies mag für einzelne Parameter gelingen, nicht jedoch für deren Gesamtheit. Soweit zu sehen, ist es auf absehbare Zeit unmöglich, dass Elektroautos die technisch-ökonomische Parameter-Spinne der verbrennungsmotorischen Rennreiselimousine erreichen oder gar überbieten können. Die Ausrichtung der F&E-Arbeit am Benchmarking des Verbrennungsmotors stellt eine Fehloptimierung dar. Die sich in der Benchmarking-Falle manifestierende gesellschaftliche Wert-Barriere besteht darin, dass die technisch-ökonomischen Parameter der Rennreiselimousine nicht nur in Pflichtenheften oder Hochglanzbroschüren stehen, sondern fest im jahrzehntelangen Mobilitätsverhalten und im Wertesystem von Millionen Menschen verankert sind. Die Parameter-Spinne des Verbrennungsmotors definiert nach wie vor für die überwiegende Mehrzahl der Fahrzeugbesitzer, was ein „gutes“ und was ein „schlechtes“ Auto ist. Das heißt praktisch: Ein „gutes“ Auto erreicht oder überbietet die Parameter-Spinne, ein „schlechtes“ Auto schafft das nicht. Damit ist das Elektroauto a priori für das Gros der potenziellen Kunden ein „schlechtes“ Auto. Aus einer solchen Perspektive besteht die Marketingaufgabe zugespitzt formuliert darin, ein „gutes“ Produkt durch ein „schlechtes“ Produkt zu substituieren. Dies wird auf die Dauer nicht gelingen, auch wenn das „schlechte“ Produkt hoch subventioniert wird. Um bei der Einführung batterieelektrischer Fahrzeuge nicht erneut an der Benchmarking-Falle und der Wert-Barriere zu scheitern, ist es notwendig, Elektromobilität nicht als technische Produkt-, sondern als gesellschaftliche Systeminnovation zu behandeln und zielgerichtet ein Management der nutzerorientierten (Canzler, Marz 2011) und entscheidungsträgerorientierten (Marz, Krstacic-Galic 2010a) Inwertsetzung zu entwickeln und zu betreiben.

Wesentlicher Teil der Inwertsetzung von batterieelektrischen Fahrzeugen stellen länderspezifische Markteinführungsstrategien dar, die die spezifischen nationalen und regionalen Gegebenheiten, wie z.B. bestehende Mobilitätsstrukturen, potenzielle Käuferstrukturen, Infrastruktur, Konkurrenzsysteme, Nutzerverhalten etc., berücksichtigen.

Die politischen Maßnahmen genauso wenig wie die Elektromobile an sich können nicht für jede Wirtschaft und jeden Markt gleich gestaltet werden. Politische Entscheidungsträger können neue Technologien in der Markteinführungsphase unterstützen, wenn sie der Meinung sind, dass die Technologie gesamtgesellschaftlich sinnvoll und notwendig ist und ohne den Eingriff der Politik gar nicht oder nicht rechtzeitig die Marktreife erlangen und die gesellschaftlichen Vorteile schaffen würde (Kampmann et al. 2011). Häufig wird dieses wirtschaftspolitische Eingreifen des Staates mit dem Ansatz des Marktversagens (Fritsch et al. 1993) oder dem des „Lead markets“ (Beise und Rennings 2003) begründet. Welcher Ansatz für welche Staaten zutreffend ist, müsste im Rahmen weiterer Studien untersucht werden. Der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität (NEP) in Deutschland gibt zumindest die Vorgabe eines „Leitmarktes Elektromobilität“.

Wie man aus einer allgemeinen Analyse des internationalen Umfelds (Kapitel 4.1) erkennen kann, ergreifen die meisten Länder auf den ersten Blick gesehen ähnliche Ansätze. Der detaillierte Vergleich von Deutschland und China (Kapitel 4.2, 4.3 und 4.4) lässt, vor dem Hintergrund der differierenden Treibereinflüsse (Kapitel 2), jedoch wesentliche Unterschiede zwischen dem Industrie- und dem Schwellenland erkennen. Um aus diesem Ergebnis allgemeine Aussagen für die unterschiedlichen Strategien in Abhängigkeit der länderspezifischen Treiber und Gegebenheiten ableiten zu können müsste eine umfassende Studie die anderen Länder mit Aktivitäten zur Elektromobilität konsequent weiter untersuchen und vergleichen.

4.1 Internationales Umfeld

Betrachtet man die Markteinführungsstrategien für Elektrofahrzeuge im internationalen Kontext, so lassen sich verschiedene Kategorien von Instrumenten und Maßnahmen sowie unterschiedliche Marktphasen erkennen. In Anlehnung an (Kampmann et al. 2011; Shulock et al. 2011) lassen sich die Maßnahmen wie folgt klassifizieren:

- Infrastruktur: Verbesserung der Verfügbarkeit und Erreichbarkeit von Ladeinfrastruktur
- F&E und Industrienaufbau: Anreize für Fahrzeughersteller finanzielle Ressourcen in die Entwicklung von EV und den Aufbau von Produktionskapazitäten zu stecken
- Marktanreize: Kaufanreize für Kunden
- Rahmenbedingungen: Erleichterung des Marktaufbaus zum Beispiel durch Standardisierung

Schematische Marktphasen für die Entwicklung von Elektromobilität und damit zusammenhängenden politischen Rahmenbedingungen

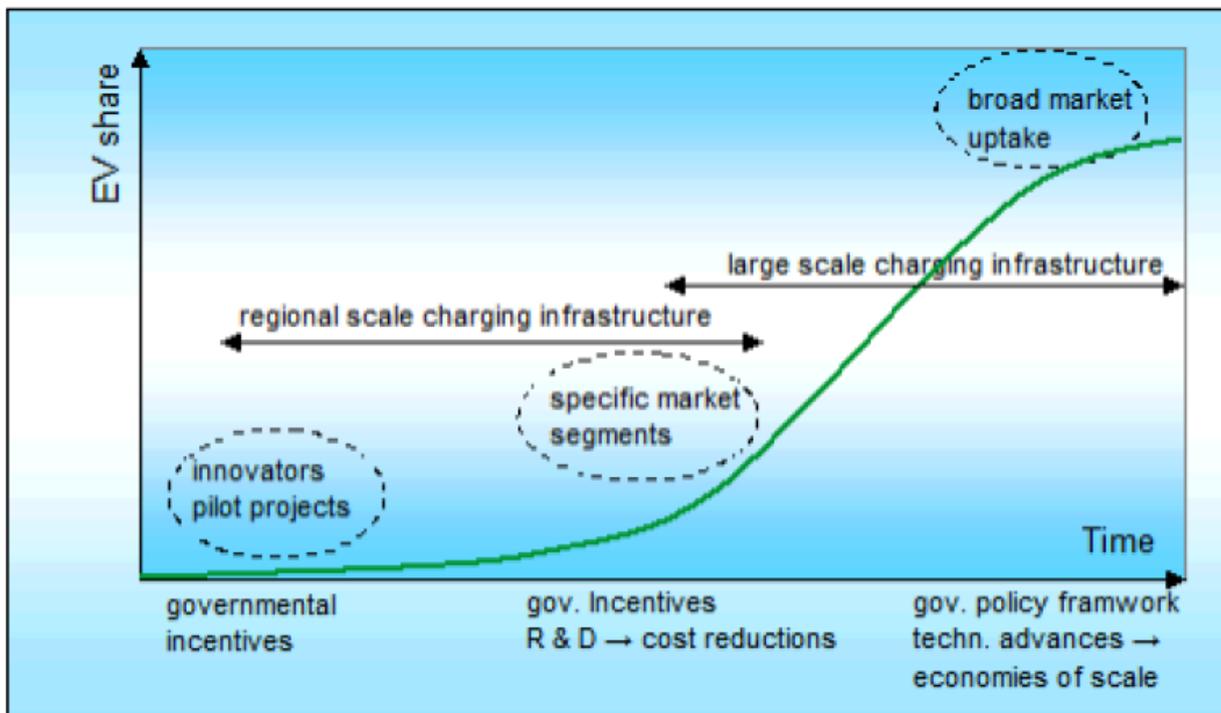


Abbildung 55: (Kampmann et al. 2011).

Je nach Technologiereife und mit zunehmenden Marktanteilen verändern sich diese Maßnahmen. Dafür kann man verschiedene Marktphasen definieren, die Änderungen in den Marktbedingungen und politischen Rahmenbedingungen mit sich bringen (Abbildung 55). Das kurzfristige Ziel politischer Maßnahmen ist es in einer Marktaktivierungsphase einen ersten Markt zu schaffen, der in Kombination mit Fördermitteln für Forschung und Entwicklung für die Industrie den Technologiefortschritt beschleunigt. Kaufzuschüsse können die Kosten für Kunden reduzieren und Akzeptanz schaffen. Weitere Anreize liefern Steuererleichterungen, kostenlose Parkplätze oder die Nutzung von Busspuren. Mit steigenden Bestandszahlen werden Ladepunkte und Geschäftsmodelle wirtschaftlicher und Anreizmaßnahmen teurer. Mittelfristig werden die Förderungen und Zuschüsse für Elektrofahrzeuge und Infrastruktur reduziert und abgebaut. Der Fokus der staatlichen Unterstützung verändert sich, z.B. wird in den meisten Ländern mit steigender Marktdurchdringung die Netzstabilität und das gesteuerte Laden essentielle Bedeutung bekommen. Auch die Anpassung der Steuerstruktur wird zunehmend wichtiger, viele Länder müssen den Wegfall einer CO₂-basierten Kfz-Steuer kompensieren. Langfristig, mit sehr hohem Anteil an Elektrofahrzeugen müssen diese wettbewerbsfähig sein, die Förderung wird ganz abgebaut, da diese dann zu kostenintensiv wird.

Die Maßnahmen und politischen Programme, die international ergriffen wurden, erscheinen für erste Marktphase (bis 2014) adäquat zu sein, um die Erstkunden zu adressieren. Für die

zweite Phase (bis 2018), den Markthochlauf fehlen nach (Shulock et al. 2011) jedoch noch entsprechend geeignete Instrumente und Ansätze, um eine langfristige Entwicklung anzustoßen. Wie bereits erwähnt sind viele finanzielle und nichtmonetäre Anreize nur bis zu einer bestimmten Marktdurchdringung finanzierbar und sinnvoll umsetzbar.

Die Herausforderungen (Shulock et al. 2011) bestehen in der richtigen Balance zwischen Förderung von F&E und Marktentwicklung bzw. Unternehmensunterstützung. Welche Anreizmaßnahmen sind wann für wen sinnvoll? Finanzielle Anreize für Erstkunden könnten dabei eine Fehlallokation darstellen, welche Instrumente sind also für den Massenmarkt geeignet sein? Was geschieht in Zeiten von Wirtschaftskrisen mit diesen Förderprogrammen? Wo und wann wird welche Infrastruktur aufgebaut und gefördert. Der Markt und die agierenden Unternehmen benötigen stabile langfristige Rahmenbedingungen. Diese Fragen beantwortet jeder Staat und die dazugehörigen politischen Entscheidungsträger mit unterschiedlichen, aber auch vergleichbaren Maßnahmen.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die internationalen Aktivitäten. Diese erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit und kann nur als Orientierung dienen.

Die Tabelle gibt in der ersten Zeile des jeweiligen Landes zunächst die wesentlichen klimapolitischen und elektromobilitätsrelevanten Zielsetzungen an. Die Maßnahmen sind in Anlehnung an die oben genannte Klassifizierung in 3 Kategorien eingeteilt:

1. Nationale Programme zur Förderung von Forschung und Entwicklung und Industrie
2. Marktanreize und Instrumente zur Marktentwicklung
3. Infrastruktur, Fahrzeuge und Modellregionen

Im internationalen Umfeld haben einige Staaten bereits umfangreiche politische Programme mit hohen finanziellen Förderbudgets initiiert, andere fördern die Elektromobilität punktuell. Auf den ersten Blick erscheinen die meisten Initiativen ähnlich zu sein. Zur Unterstützung des Technologiefortschritts und der lokalen Wirtschaft werden millionen- bzw. milliarden schwere Programme aufgelegt, die zusätzlich den Aufbau von Infrastruktur und Demonstrationsprojekte mit Elektrofahrzeugen fördern. Die Vorreiterländer, berücksichtigt man die durchschnittlich pro Jahr eingesetzten Fördermittel⁴ und deren kontinuierlicher Fortsetzung bis 2020, sind dabei die USA (~3 Mrd. Euro/a), China (385 Mio. Euro/a), EU (~300 Mio. Euro/a), Deutschland (>200 Mio. Euro/a), Frankreich (~100 Mio. Euro/a), Spanien (150 Mio. Euro/a), Japan (~70 Mio. Euro/a) und Korea (60 Mio. Euro/a) (VDA 2011b).

Marktanreize bestehen häufig aus direkten Kaufanreizen, Steuererleichterungen oder sonstigen nichtmonetären Anreizen, wie Sonderrechten im Straßenverkehr. Die Strategien der Staaten hängen jedoch ganz wesentlich von den regionalen wirtschaftlichen und politischen Gegebenheiten ab und müssen auch vor diesem Hintergrund bewertet werden.

Im Rahmen dieser Studie werden daher die Markteinführungsstrategien von Deutschland und China vor dem Hintergrund der dort beherrschenden Treiber für Elektromobilität (Kapitel

⁴ Einfache Berechnung aus Förderbudget dividiert durch die Gesamtlaufzeit nach VDA 2011b.

2) und der dort vorherrschenden wirtschaftlichen Bedingungen (Kapitel 3) analysiert und verglichen.

Tabelle 3: Zusammenstellung der internationalen politischen Programme und Maßnahmen für Elektromobilität (Plug-In-Hybride und batterieelektrische Fahrzeuge). Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit (EU 2011a; EU 2011b; EU 2011c; DOE 2011; GTAI 2011b; Holleis et al. 2010; Kampmann et al. 2011; Lache et al. 2009; Reiner et al. 2010; Shulock et al. 2011; ÖAMTC 2011)

Nationale Programme mit F&E-Mitteln und Industrieförderung⁵	Marktanreize, Förderinstrumente	Infrastruktur, Fahrzeuge, Modellregionen															
Europäische Union (EU)																	
<p>Ziele:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">2020</td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%; text-align: center;">2050</td> </tr> <tr> <td>5 Mio. (PH)EV (Summe nationaler und regionaler Ziele)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10% Anteil erneuerbarer Energien im Verkehr (Richtlinie 2009/28/EG)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">-20% THG Gesamt ggü. 1990</td> <td></td> <td style="text-align: center;">-60% THG Verkehr ggü. 1990</td> </tr> <tr> <td>-30% THG falls andere Industrieländer vergleichbare Ziele formulieren</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			2020		2050	5 Mio. (PH)EV (Summe nationaler und regionaler Ziele)			10% Anteil erneuerbarer Energien im Verkehr (Richtlinie 2009/28/EG)			-20% THG Gesamt ggü. 1990		-60% THG Verkehr ggü. 1990	-30% THG falls andere Industrieländer vergleichbare Ziele formulieren		
2020		2050															
5 Mio. (PH)EV (Summe nationaler und regionaler Ziele)																	
10% Anteil erneuerbarer Energien im Verkehr (Richtlinie 2009/28/EG)																	
-20% THG Gesamt ggü. 1990		-60% THG Verkehr ggü. 1990															
-30% THG falls andere Industrieländer vergleichbare Ziele formulieren																	
<p>Regularien: Begrenzung der Flottenemissionen (130) 120 gCO₂/km bis 2015, 95 gCO₂/km bis 2020, 70 g CO₂/km bis 2025 (Vision); EVs werden mit 0 g CO₂/km angerechnet (EC 443/2009) Für leichte Nutzfahrzeuge 175 gCO₂/km bis 2017 und 147 gCO₂/km bis 2020 (EU 510/2011)</p>																	
<p>7. Framework Programme (2007-2013) 50 Mrd. Euro</p> <p>Green Car Initiative 1 Mrd. Euro von 2010-2013 für F&E u.a. für Elektrofahrzeuge im Rahmen von Public-Private-Partnership</p> <p>European Clean Transport Facility 4 Mrd. Euro pro Jahr als Darlehensprogramm für die Entwicklung mit Ziel Verringerung der Emissionen u.ä.</p>	<p>Directive 2009/33/EC:</p> <p><i>Förderung von sauberen und effizienten Fahrzeugen:</i> Öffentliche Hand muss Umweltaspekte bei der Anschaffung von Flottenfahrzeugen berücksichtigen</p>																

⁵ Die genannten F&E Mittel beinhalten in der Regel auch die in Spalte 3 genannten Mittel für Demonstration und Infrastrukturaufbau, wenn nicht anders angemerkt.

Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

Deutschland			
Ziele:	2020	2030	2050
	1 Mio. (PH)EV -40% CO ₂ Gesamt ggü. 1990 -10% Endenergieverbrauch (EEV) im Verkehr ggü. 2005	6 Mio. (PH)/EV -55% CO ₂ Gesamt ggü. 1990	-80% bis -95% CO ₂ Gesamt ggü. 1990 - 40% EEV Verkehr ggü. 2005
Regionale Ziele: Nord-Rhein-Westfalen: 250.000 (PH)/EV bis 2020 („Masterplan Elektromobilität“)			
High-Tech-Strategie (2007) <i>Batterieforschung:</i> u.a. LIB 2015 (2007-2015, BMBF): 60 Mio. Euro für + 360 Mio. Euro Industriemittel	Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität (2009) 2009-2011: 500 Mio. Euro (Konjunkturpaket II) 2011-2014: 1 Mrd. Euro (Regierungsprogramm Elektromobilität)		Regierungsprogramm Elektromobilität (2011): <i>Steuerbefreiung</i> - 10 Jahre <i>Steuererleichterung</i> für Dienstwagen <i>Nichtmonetäre Anreize</i> Bevorzugtes Parken, Busspuren etc.
2009-2011 (Konjunkturpaket II): <i>8 Modellregionen (BMVBS):</i> 115 Mio. Euro <i>7 Modellregionen (BMW/BMU)</i> zu IKT für Elektromobilität: 55 Mio. Euro <i>Feldversuche im Privat- und Wirtschaftssektor (BMU):</i> 60 Mio. Euro			
Österreich			
Ziele:	2020 250.000 EV -20 % THG im Straßenverkehr gegenüber 1990		
Nationaler Einführungsplan Elektromobilität (März 2010) BMVIT (Transportministerium) Technologieoffen <i>BEV, FCEV und (P)HEV</i> 40 Mio. Euro 2008; 60 Mio. Euro/a für 2009 und 2010 (1/3 konv. Antriebe + 2/3 alternative Antriebe)	A3/A3plus Seit 2002: 43 Mio. Euro <i>alternativer Antriebe und Kraftstoffe</i> 2009: 5 Mio. Euro für F&E <i>Austrian Agency for Alternative Propulsion Systems (A3PS)</i> <i>Competence Center K2-Mobility</i>		<i>Steuerbefreiung</i> (NOVA und Versicherungssteuer) bis Ende 2012 <i>Anschaffungsförderung</i> (Kommunalkredit) für begrenzte (10) Anzahl an Fahrzeugen für Unternehmen, Kommunen u.ä. + <i>regionale ähnliche Fördermaßnahmen</i>
<i>Leuchtturm-Projekte zur Demonstration und Pilotprojekte „Modellregionen“</i> 2009: 14 Mio. Euro (BMVIT), z.B. VLOTTE (Vorarlberg) und Electrodrive (Salzburg) 2010: Weitere 3,5 Mio. Euro für drei weitere Modellregionen			
Frankreich			

Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

Ziele:	2012	2015	2020	Vor 2050
	1250 öffentliche Ladestationen in 20 Städten	100.000 EV 100.000 Ladestationen	2 Mio. (PH)EV 4,4 Mio. installierte Ladestationen	Absenkung gesamte THG um den Faktor 4 ggü. 1990
Pacte Automobile (2009):	6,5 Mrd. Euro Förderbudget für die Automobilindustrie PREDIT (Nationales Rahmenprogramm für die Koordinierung der Forschungs- und Innovationspolitik): 2008-2012 insgesamt 400 Mio. Euro für <u>R&D</u> , davon <u>Fahrzeug und Batterieforschung</u> (90 Mio. Euro)		<u>Kaufzuschuss</u> 5.000 Euro (max. 20% des Kaufpreises) werden bis 2012 für die ersten 100.000 Fahrzeuge mit <60gCO ₂ /km vergütet (MEDAD, Ministry for ecology, sustainable Development and Spatial planning)	<u>Aufbau der Infrastruktur bis 2012</u> Notwendige Investition: 60 Mio. Euro Politik hat die rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen und wird ab 2011 die Investitionen anschieben
Plan véhicule decarbone / véhicules électriques (2009)	14 Punkte-Plan zur Beschleunigung der Entwicklung von (PH)EVs. Fördervolumen von ca. 1,5 Mrd. Euro bis 2020		<u>Steuervorteile</u> Bonus/Malus System	107 Mio. Euro für 46 <u>Demonstrationsprojekte</u> seit 2009 (Environment and Energy Management Agency (ADEME))
Fonds Strategique d'Investment (FSI)	Öffentlicher Investitionsfonds in Höhe von 35 Mrd. Euro. Davon werden 750 Mio. Euro in die Entwicklung und 250 Mio. Euro als „Green loans“ in die Industrialisierung von „low-carbon vehicles“ investiert; z.B.: 125 Mio. Euro für den Aufbau einer Batterieherstellung bei Renault (2009)		<u>Nachfrage öffentliche Hand</u> Konsortium von Industrie und Umweltministerium haben angekündigt 50.000 EVs zu bestellen	1,5 Mrd. Euro für 4.4 Mio. <u>Ladestationen</u> bis 2020
Spanien				
Ziele:	2014 250.000. (PH)EV			
Estrategia Integral para el Impulso del Vehículo Eléctrico en España 2010-2014:	Für 2010-2012: Invest. von 590 Mio. Euro <u>„Automotive interest loans“</u> : 800 Mio. Euro		<u>Kaufzuschuss</u> bis zu 6.000 Euro <u>Steuervorteile/-befreiung</u> Bonus/Malus System	<u>Pilotprojekte</u> Demonstration von 2000 EVs und Installation von 500 Ladepunkten (2,5 Mio. Euro) in 2009 und 2010 (MOVELE) durch IDAE

Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

United Kingdom				
<u>Ziele:</u>	2015	2020	2030	2050
	240.000 (PH)EV	1,7 Mio. (PH)EV -14% THG Verkehr ggü. 2008	3 Mio. (PH)EV	-80% THG Gesamt ggü. 1990
<p>Marktanreizprogramm: (März 2010): ca. 400 Mio. Euro (350 Mio. GBP)⁶ für F&E, Infrastruktur und Marktanreize</p>	<p>Kaufzuschuss ab 2011: 25% Subvention auf Kaufpreis bis max. 5.700 Euro (5.000 GBP)⁶ pro EV bis zu einer Fördersumme von ca. 50 Mio. Euro⁶ (43 Mio. GBP)</p> <p>Steuerbefreiung Befreiung von der jährlichen Kfz-Steuer Dienstwagen sind von der Besteuerung für 5 Jahre befreit</p> <p>Sonstige finanzielle Anreize Befreiung London City-Maut, kostenlose Sonderparkplätze</p> <p>Nachfrage öffentliche Hand Nachfrage von 1.000 EV für öffentliche Flotten in London; ca. 23 Mio. Euro⁶ (20 Mio. GBP) für die Beschaffung von EV Vans für öffentliche Flotten</p>		<p>25.000 geplante private, gewerbliche und öffentliche Ladepunkte in London, Investition von ca.23 Mio. Euro⁶ (20 Mio. GBP)</p> <p>Ca. 35 Mio. Euro⁶ (30 Mio. GBP) für das „Plugged In Places project“: Installation von Infrastruktur in 3 Regionen</p>	
Schweden				
<u>Ziele:</u>	2030			
	Unabhängigkeit von fossilen Kraftstoffen			
	<p>Kaufzuschuss durch Steuerbefreiung Sonstige finanzielle Anreize Befreiung City-Maut Stockholm</p> <p>Nichtmonetäre Anreize Nutzung Busspuren</p>			

⁶ Währungen werden mit einem mittleren Wechselkurs der letzten Jahre umgerechnet: 1 Euro = 0,875 GBP, 1 Euro = 1,35 US\$, 1 Euro = 1,45 C\$ 1 Euro = 9 Renminbi Yuan Quelle: <http://www.finanzen.net/devisen> (Zugriff: 08.09.2011)

Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

Italien		
<p>Industria 2015 (Ministry of Economic Development) seit 2008: 380 Mio. Euro für <i>alternative Antriebe</i>. Knapp 50 Mio. Euro für Elektromobilität</p> <p>PON (Ministry of Education, University and Research): 2010-2011: 500 Mio. Euro für <i>F&E Batterie, EV, und andere Energietechnologien</i></p>	<p>Kaufzuschuss bis zu 11.000 Euro (Preisdifferenz zu konv. Fahrzeug) + regionale Förderung 1.500 Euro für EV + 3.000 Euro bis 120 gCO₂/km und 3.500 Euro < 120 gCO₂/km</p> <p>Nichtmonetäre Anreize Kostenlose Sonderparkplätze, Umweltzonen</p>	<p>Demonstrationsprojekt E-Moving: 270 Ladestationen in der Lombardei 60 EV von Renault-Nissan</p>
Finnland		
<p>Tekes – the Finnish Funding Agency for Technology and Innovation: 2009: 4 Mio. Euro für <i>Technologieprojekte</i> im Bereich Elektromobilität</p> <p>2010: 5,4 Mio. Euro Davon: 4 Mio. Euro für <i>Forschungseinrichtungen</i> 1,4 Mio. Euro für <i>Industrieprojekte</i></p> <p>TransEco: Coordinated Research Effort for Energy Efficiency and Alternative Energies in Road Transport um EU-Klimaschutzziele zu erreichen</p> <p><i>Pilotproduktionsanlage für Batteriezellen und Super Caps</i> <i>Testeinrichtung für elektrische Speichersysteme</i></p>		<p>Ensto: <i>Infrastrukturaufbau und Demonstration</i> in Espoo und Helsinki</p>

Sonstige europäische Länder		
Belgien	<i>Kaufzuschuss; Steuervorteile</i>	
Niederlande	<i>Steuerbefreiung- und vorteile Nichtmonetäre Anreize Kostenlose Sonderparkplätze</i>	Förderung für Installation von Infrastruktur
Irland	<i>Steuerbefreiung</i>	
Norwegen 2020: 10% elektrisch Bestand (300.000 EV)	<i>Steuervorteile, Nichtmonetäre Anreize Busspuren, öffentl. Parkplätze, etc</i>	50 Mio. NKR für Ladestationen
Tschechien	<i>Steuerbefreiung</i>	
Dänemark 4,7 Mrd. Euro 2008-2012 für F&E	<i>Steuerbefreiung Nichtmonetäre Anreize Kostenlose Sonderparkplätze</i>	
Portugal	<i>Steuervorteile Reduzierte Registriersteuer bis zu 6.400 Euro je nach CO₂-Ausstoß</i>	
Kanada		
Ziele:	2018 500.000 PHEV	2020 -17% THG Gesamt ggü. 2005
		2050 -60-70 % THG Gesamt
Regularien: Fuel Efficiency Standards analog zur USA: -20% Kraftstoffverbrauch und CO ₂ -Ausstoß bis 2016 (Model year)		
Canadian Electric Vehicle Technology Roadmap (evTRM) Ontario: ca. 345 Mio. Euro6 (C\$500 Mio.) Kreditprogramm für <i>Produktionsanlagen von EVs und Komponenten</i>	<i>Bisher nur regionale Maßnahmen</i> <i>Steuervorteile und Kaufanreize</i> Quebec: ca. 550 – 1.400 Euro6 (800 - 2.000C\$) für EV bis 2016 <i>Nichtmonetäre Anreize</i> Sonderrechte	<i>Regionale Maßnahmen:</i> Provinz Ontario: Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur
USA		

Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

<p>Ziele: 2015 1 Mio. EV (PHEV, REV, EV, FCEV)</p> <p>3-Punkte Strategie: 1. Kundenanreize; 2. Fuel economy standards; 3. Kredite/Garantien für die Industrie</p>		
<p>Regularien:</p> <p>CAFE (Corporate Average Fuel Economy): Verbesserung der fuel economy (mpg) um 30%, das entspricht 155,4 gCO₂/km (35,5 MPG) bis 2016 EV werden mit 0 gCO₂/km angerechnet (die ersten 200.000 verkauften EV bzw. die ersten 300.000 EV für Hersteller, die 2012 nur 25.000 Fahrzeuge verkaufen, im Zeitraum 2012-2016) Für PHEV zählt nur der elektrisch gefahrene Anteil. Spezielle föderale Programme: Zero Emission Mandat in Kalifornien als Vorreiter.</p>		
<p>ATVM loan Program (2007) Ca. 18,5 Mrd. Euro6 (25 Mrd. US\$) als Kredite für Projekte im Bereich <i>“Advanced Technology Vehicles”</i> (25% Verbesserung der Fuel economy)</p> <p>American Recovery and Reinvestment Act “Stimulus bill” (2009) Ca. 1,8 Mrd. Euro6 (2,4 Mrd. US\$) ABMI Kredite/Garantien für <i>Produktionsanlagen für EV/PHEV</i>, Aufbau von 30 Fabriken für <i>Batterien, E-Motoren und anderen EV Komponenten</i> Gleicher Betrag pro Euro Förderung kommt von der Industrie</p> <p>DOE Vehicle Technology Program In diesem Programm soll es 2012 zusätzliche F&E-Mittel für Batterie und andere Elektroantriebskomponenten geben</p>	<p>Kaufanreiz durch Steuervorteile Ca. 1.850 Euro – 5.550 Euro6 (2.500 US\$ bis max. 7.500 US\$) je nach Batteriekapazität und ca. 3.000 Euro6 (4.000 US\$) pro Fahrzeug für Umrüstsätze. Ankündigungen des Präsidenten den Anreiz in Rabattsystem umzuwandeln. „Stimulus bill“ 2009: Ca. 1,5 Mrd. Euro6 (2 Mrd. US\$) für Plug-In Vehicle Tax credit. Jeder Autohersteller erhält dieses für die ersten 200.000 verkauften EV, 50% Credit für die folgenden zwei Quartale und 25% für die restlichen 2 Quartale.</p> <p>Regionale Maßnahmen 40 US-Staaten haben Maßnahmen ergriffen um EVs voranzutreiben, wie z.B. „High occupancy vehicles (HOV) privileges“ und „Waived emissions inspections“ oder auch Steuervorteil und -erleichterungen sowie bevorzugte Kaufprogramme.</p> <p>Nachfrage öffentliche Hand Ca. 220 Mio. Euro6 (300 Mio. US\$) für die öffentliche Beschaffung von EV</p>	<p>Demonstrationsprojekte 13.000 Fahrzeuge und mehr als 22.000 Ladepunkte in mehr als 20 Städten. Unternehmen verdoppeln die ca. 300 Mio. Euro6 (400 Mio. US\$) öffentliche Investition (nicht in F&E Mitteln enthalten)</p> <p>Programme für Kommunen, um Anreize zu setzen, dass diese in den Ausbau der Infrastruktur investieren: „New Competitive Program“ für 30 Kommunen soll für 2012 auf ca. 7,5 Mio. Euro6 (10 Mio. US\$) ausgebaut werden. Ziele: Aufbau von Infrastruktur, Abbau regulativer Hürden</p>

Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

Japan			
Ziele:	<i>2020</i>	<i>2025</i>	
	40% der Neuzulassungen sind HEV, PHEV und EV -25% Gesamt CO ₂ ggü. 1990	2 Mio. FCEV mit Massenmarkt 2020-2030	
Regularien:			
Fuel Efficiency Standards: Verbesserung um 15% von 14,7 km/l für 2007 auf 16,8 km/l für 2015			
Cool Earth – Innovative Energy Technology Programme Förderung Einführung von HEV, EV und FCEV Fördermittel für F&E (METI/NEDO) Batterien: 200 Mio. Euro 2008-2011; 25 Mio. Euro (2009), 127 Mio. Euro (2010) Investitionszuschüsse in der Regionalentwicklung für Unternehmen: 45 Mio. Euro (2009)		Steuervorteile und -befreiung EcoTax Programm: Befreiung von der MWSt bei Kauf für Neufahrzeuge PHEV/EV, reduziert für gebrauchte EV/PHEV Befreiung von der jährlichen Kfz-Steuer (Gewichtsbasiert)	Diverse Infrastrukturprojekte
Südkorea			
Ziele:	<i>2012</i>	<i>2020</i>	<i>2050</i>
	10.000 FCEV	50.000 (PH)EV bzw. 10% des Bestandes	50% der verkauften Fahrzeuge (PH)EV Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen auf 61% -50% CO ₂ gesamt
Regularien:			
CAFE: 17km/l (140gCO ₂ /km) bis 2015, Verbesserung gegenüber 2009 von 16,5%			
Green Growth Program 65 Mrd. Euro bis 2014 Mit Schwerpunkt Green Car : 280 Mio. Euro Davon Batterien : 30 Mio. Euro (Ministry of Knowledge Economy) Eco-friendly Car : 75 Mio. Euro (Ministry of Environment) Green Car Safety Standard development : 25 Mio. Euro (Ministry of Land, Transport, Maritime Affairs)		Kaufanreize Bis zu 3.000 Euro für HEV	

Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

China				
<u>Ziele:</u> 2011	2012	2015	2020	2030
5% Marktanteil NEV (New energy vehicles)	10% Marktanteil NEV	bis zu 1 Mio. (PH)EV	5 Mio. (PH)EV + 15 Mio. HEV (15% Bestand)	20-30% Marktanteil HEV, (PH)EV
Produktionskapazität: 500.000 HEV/EV (inkl. Busse)			1 Mio. (PH)EV Neuzulassungen pro Jahr	
		-17% CO ₂ /UnitGDP		
	11,4% Nutzung nicht fossiler Kraftstoffe		15% Nutzung nichtfossiler Kraftstoffe	
<u>Regionale Ziele:</u>				
Peking: 300.000 (PH)EV bis 2012				
<u>Regularien:</u>				
Stage II Fuel Efficiency Standard: < 7l/100km bzw. 167 gCO ₂ /km bis 2015				
20% EE bis 2020 in der Stromerzeugung				
-20% Energieverbrauch/BIP bis 2010				
<p>11th-Five-year-Plan (2006-2010)</p> <p>National High-Tech (863-) Program (2006-2010): 0,75 Mrd. Euro6 (6,6 Mrd. Yuan) für Fuel efficient and New Fuel Vehicle</p> <p>China Automobile Industry Restructuring and Revitalization Plan 2009-2011: ca. 1,1 Mrd. Euro6 (10 Mrd. Yuan) (Teile davon für alternative energy automotive and industrialisation of EV)</p> <p>12th- Five-year-Plan (2011-2015) Mit einem Schwerpunkt auf "Clean Energy Vehicles"</p> <p>Ministry of Science and technology (MOST) Bis 2020: ca. 11 Mrd. Euro6 (15 Mrd. US\$) für F&E "New Energy Vehicles and Components"</p>	<p>Kaufzuschuss von bis zu 5.500 Euro – 6.500 Euro6 (50.000-60.000 Yuan) bzw. 350 Euro6 (3000 Yuan) pro kWh Batterie für PHEV/EV, bis ein Hersteller 50.000 EV verkauft hat</p> <p>Steuerbefreiung MwSt-Befreiung</p>	<p>Demonstrationsprojekte 25 Städte mit jeweils 1000 EV 2010-2020: 550 Mio. Euro6 (5 Mrd. Yuan) für Infrastruktur 3,25 Mrd. Euro6 (30 Mrd. Yuan) für Pilotprojekte</p> <p>Peking 100 Schnellladestationen 1 Batteriewechselstation 36.000 Ladestationen</p>		
Indien				

Regularien:

Pläne für Fuel efficiency standards

	<i>Kaufzuschuss</i> 20% Subvention auf Kaufpreis EV	
--	--	--

4.2 Das politische Umfeld in Deutschland

4.2.1 Elektromobilität im Wandel der klimapolitischen Verkehrsstrategie

Erstmals seit den erfolglosen Feldversuchen auf Rügen in den 90er Jahren, benennt die Bundesregierung im 2007 verabschiedeten Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP) die Elektromobilität wieder als wichtigen Baustein der deutschen Klimaschutzpolitik. Die klimapolitische Verkehrsstrategie fokussierte bis dahin vorwiegend auf die Verbesserung des Verbrennungsmotors, inklusive der Hybridisierung und den Einsatz alternativer Kraftstoffe (Wasserstoff, Biokraftstoffe, Erdgas). Die treibenden Kräfte und die Gründe für den kürzlichen Wandel lassen sich, wie bereits in Kapitel 2.2 gezeigt für Deutschland auf extern verursachte ökologische und ökonomische Einflüsse zurückführen.

Betrachtet man vor diesem Hintergrund die Strategie der Klimapolitik im Verkehrssektor seit den 90er Jahren und berücksichtigt insbesondere den besonderen Stellenwert des Verbrennungsmotors für die deutschen Automobilhersteller, verwundert es nicht, dass die ergriffenen Maßnahmen und Instrumente vorwiegend auf die Verminderung von Treibhausgasemissionen bei den bestehenden Technologien, wie zum Beispiel Effizienzsteigerung des Verbrennungsmotors oder Einsatz von alternativen Kraftstoffen, abzielten (IMA 2000; IMA 2005; BMVBS 2004). Maßnahmen im Zusammenhang mit der Elektrifizierung des Antriebsstranges gab es bis zum Jahr 2009 nur für Hybridantriebe im 3. Verkehrsforschungsprogramm (BMW 2008a) und im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie durch das Positionspapier „Alternative Antriebe und Hybridkonzepte“ aus dem Jahr 2004 (BMBF 2004), für Plug-In-Hybride mit einem im Rahmen der Klimaschutzinitiative mit 15 Mio. Euro geförderten Feldversuch in Berlin (BMU 2008), für Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge innerhalb des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP 2006). Die Entwicklung von Speichertechnologien wurde im 5. Energieforschungsprogramm (BMW 2005) bis zu diesem Zeitpunkt vorwiegend mit dem Fokus auf stationäre Anwendungen adressiert. Die Förderinitiative Stromspeicher (BMW 2008b) im Rahmen dieses Programms erweiterte die Zielsetzung im Jahr 2008 dann auch auf mobile Anwendungen. Die 2007 gestartete „Innovationsallianz LIB 2015“ innerhalb der High-Tech-Strategie des BMBF zielte dagegen bereits auf die Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien auch für die mobile Anwendung ab (BMBF 2007). Im Wandel der Zeit hat sich die Strategie der Bundesregierung zu einem immer deutlicheren technologieoffenen Ansatz entwickelt, der mittlerweile in vielen verschiedenen Förderprogrammen und Leitlinien umgesetzt wird. Das drückt sich nicht zuletzt durch die Aufnahme der batterieelektrischen Mobilität in die klimapolitischen Maßnahmen aus.

Innerhalb des IEKP wurde der Auftrag formuliert ein langfristig angelegtes Forschungs- und Entwicklungsprogramm (10 Jahre) für die Elektromobilität aufzusetzen. Eine ressortübergreifende „Koordinierungsplattform“ wurde gegründet, die gemeinsam mit Wissenschaft, Industrie und Politik einen Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität (NEP)

aufsetzen sollte (IEKP 2007). Als Diskussionsplattform für die Entwicklung des NEP wurde 2008 die Nationale Strategiekonferenz Elektromobilität in Berlin abgehalten (NSE 2008). Diese hatte zum Ziel den gewünschten Dialog mit Industrie und Forschung voranzutreiben und zu intensivieren, um Themenfelder, Ziele und einen Fahrplan für ein Entwicklungsprogramm Elektromobilität zu diskutieren und zu erarbeiten. Der Austausch und die ressortübergreifenden Arbeiten mündeten schließlich in den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität, der im August 2009 vom Bundeskabinett beschlossen wurde (NEP 2009). Dieser formulierte für Deutschland die Ziele „Leitmarkt für Elektromobilität“ und damit zusammenhängend „1 Millionen Elektrofahrzeuge bis zum Jahr 2020 auf deutschen Straßen“. Der NEP umfasst nur den Straßenverkehr mit Pkw, Nutzfahrzeuge und Zweiräder. Als Elektromobilität werden dabei Plug-In-Hybride und reine batterieelektrische Fahrzeuge definiert. Diese werden von der Bundesregierung als komplementäre Technologien zur Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gesehen, welche mit dem NIP seit 2006 bereits ein Entwicklungsprogramm hat. Mit dem NEP und den gestarteten Maßnahmen erfährt die batterieelektrische Mobilität erstmals mindestens eine Art Gleichstellung im Umfeld der alternativen Antriebskonzepte.

Um die gesetzten Zielvorgaben zu erreichen wurde ein Maßnahmenbündel aufgestellt, das aus Forschungs- und Entwicklungsförderung einerseits, und Marktentwicklung, wie Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen, setzen von Marktanzügen, sowie dem Aufbau entsprechender Infrastruktur und Demonstrationsvorhaben, andererseits bestand. Entlang eines Leitpfads mit drei Entwicklungsphasen von der Marktvorbereitung (2009-2011) über den Markthochlauf (2011-2016) bis zum Volumenmarkt mit 1 Mio. Elektrofahrzeuge (bis 2020) soll das Maßnahmenbündel an die entsprechende Marktreife angepasst werden (Abbildung 56). Zur Umsetzung der ersten Phase, Marktvorbereitung von 2009 bis 2011, der „Roadmap Elektromobilität“ im NEP, wurden bereits vor Verabschiedung des NEP 500 Millionen Euro aus dem Konjunkturpaket II für 15 verschiedene Ressortprojekte zur Verfügung gestellt (KoPall 2009). Im Laufe des Jahres 2010 wurde zum einen eine gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität (GGEMO), als zentrale Koordinierungsstelle der Bundesregierung für das Thema Elektromobilität eingerichtet (GGEMO 2010). Zum anderen wurde, wie im NEP vorgesehen im Mai 2010, auf Einladung von Bundeskanzlerin Merkel zusammen mit Vertretern von Politik, Forschung, Verbänden und Industrie, eine Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) etabliert (BReg 2010b). Die NPE dient als Arbeitsfläche, in der die verschiedenen Interessensgruppen in 7 Arbeitsgruppen daran arbeiten, den Forschungsbedarf, relevante Inhalte und die Ziele für die wichtigsten Themenfelder zur Umsetzung des NEP zu entwickeln. Ende 2010 wurde der erste Zwischenbericht der NPE an die Bundesregierung übergeben (NPE 2010), der unter anderem empfahl die Vision für Deutschland des „Leitmarkt Elektromobilität“ um den „Leitanbieter Elektromobilität“ zu erweitern, um damit die führende Rolle des Automobil- und Wissenschaftsstandorts herauszustellen und zu sichern sowie einen Fördermittelbedarf von 4 Mrd. Euro bis 2014 zur Marktvorbereitung identifizierte. Zudem empfahl der zweite Bericht der NPE eine Anpassung der drei Entwicklungsphasen für die Elektromobilität in Deutschland. Die Phase der Marktvorbereitung sollte bis zum Jahr 2014 andauern und anschließend erst beginnt der Markthochlauf und Massenmarkt mit abnehmenden politischen Maßnahmen (Abbildung 57). Auf die Empfehlungen des zweiten Bericht der NPE

(2011) hin, der insbesondere konkrete Instrumente für die Marktaktivierung enthielt und den Forschungs- und Entwicklungsbedarf spezifizierte und quantifizierte, veröffentlichte die Bundesregierung das „Regierungsprogramm Elektromobilität“ (BReg 2011a). Ein neues Forschungs- und Entwicklungsprogramm mit 1 Mrd. Euro bis Ende 2013, erweiterte Marktaktivierungsinstrumente sowie verstärkte Infrastruktur- und Demonstrationsprojekte sollen die Aktivitäten zur Elektromobilität verstetigen und den Zielpfad des Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität umsetzen. Die bisherige Strategie der Bundesregierung in der ersten Phase des NEP (2009-2011) zielte vorwiegend auf die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen sowie die Erprobung der Technologie in Feldtests. Zwar sollen gerade letztere auch zur Erhöhung der Akzeptanz in der Bevölkerung beitragen, Mechanismen zur Marktaktivierung, z.B. anhand von Kaufanreizen durch Zuschüsse, kostenlose Parkplätze, die Nutzung von Busspuren, Nachfrage durch die öffentliche Hand und weitere, wurden in der ersten Phase jedoch noch nicht in dem Maße, wie bereits in anderen Ländern (Tabelle 3) umgesetzt. Auch im Regierungsprogramm Elektromobilität für die nächste Phase (2011-2014), den Start des Markthochlaufs (nach NEP) bzw. die Fortführung der Marktvorbereitung (nach NPE), bleibt der Fokus auf der Förderung von Forschungs- und Entwicklung der Schlüsseltechnologien und einer Intensivierung der Feldtests („Schaufenster“ und Modellregionen) und Demonstrationsvorhaben. Auch wenn erste Marktanreizinstrumente (siehe Tabelle 15) eingeführt werden, bleiben diese weiterhin gegenüber dem internationalen Vergleich (Tabelle 3) schwächer ausgeprägt. Das Ziel von einer Millionen Elektrofahrzeuge bis zum Jahr 2020 erscheint den meisten Experten als ambitioniertes, aber mit entsprechender Förderung als machbares Ziel (Zeit 2010; NPE 2011; Deutsche Bank Research 2011b). Ohne Anreizmechanismen geht der zweite Bericht der NPE davon aus, dass bis 2020 nur knapp 450.000 Elektrofahrzeuge verkauft werden. Gerade die Einführung einer Kaufprämie, von der NPE empfohlen, immer wieder vor allem von Seiten der Industrie (n-tv 2010), (Zeit 2010), (WiWo 2011) und auch von Teilen der Opposition (B90Grüne 2011) gefordert, lehnt vor allem das Verkehrsministerium jedoch bisher ab. Die Technologie müsse sich ohne direkte finanzielle Kaufanreize durchsetzen, eine solche Förderung würde sehr teuer werden und nur kurzfristige Anreize setzen (Handelsblatt 2011; RP Online 2010; Unternehmer Online 2011). Die politischen Rahmenbedingungen für eine Marktentwicklung werden daher bisher vor allem durch geringe finanzielle Anreize, wie z.B. steuerliche Vorteile oder kostenlose Parkplätze, und nichtmonetäre Anreize, wie die Nutzung von Busspuren, Sonderparkplätze, sowie Maßnahmen zur europaweiten Normung und Standardisierung und ordnungsrechtlichen Regelungen, wie Städteplanungsrecht, gesetzt.

Die 3 Marktphasen der Elektromobilität nach dem Nationalen Entwicklungsplan

Elektromobilität

Phase 1 (2009 - 2011) Marktvorbereitung	Phase 2 (2011 – 2016) Markthochlauf	Phase 3 (2017 – 2020) Volumenmarkt (Ziel: Leitmarkt Elektromobilität)
<p><u>Speichertechnologien:</u></p> <p><i>Li-Ionen-Batterien (LIB) der 1. Generation bis 3. Generation und Doppelschichtkondensatoren (DLC)</i> → Von der Forschung und Entwicklung, über Produktionsanlauf und Demonstration/Feldtests bis zur Massenproduktion von → FuE LIB und alternativen Speichertechnologien</p>		
<p><u>Fahrzeugtechnik:</u></p> <p><i>FuE:</i> → Anpassung der Antriebstechnologien (Motoren/ Wandler) an Leistungsklasse, Bauraum, Sicherheit und Zuverlässigkeit → Elektrische, elektronische und mechanische Fahrzeugkomponenten → Kostengünstige Antriebstechnologien und Fahrzeugkomponenten</p> <p><i>Nutzung bestehender Fahrzeugplattformen (Bis 2016)</i> → Als Basis für die Fertigung von PHEV- und BEV- Prototypen bis zu Herstellung in Kleinserie durch alle OEMs</p> <p><i>Parallele Entwicklung von Purpose-Design-Konzepten:</i> → Entwicklung von Plattform für PHEV / BEV der 2. Generation bis zur Serienreife und Massenfertigung</p>		
<p><u>Infrastruktur:</u></p> <p><i>FuE:</i> → Neue Komponenten und fortgeschrittene Lade- und Energieübertragungssysteme → Ausgehend von Test- und Simulationseinrichtungen über die Ersterprobung der Netzeinbindung (Lastmanagement) bis zur Nutzung der Rückspeisung und Feldtests kompletter Systeme unter Realbedingungen → Ersterprobung der Schnell-Ladung und kontaktloser Energieübertragung</p> <p><i>Kopplung EE:</i> → Studien und Demonstrationen bis zur Umsetzung</p> <p><i>Aufbau Infrastruktur:</i> → Von ersten öffentliche Ladestationen (2011) bis zu Ladeinfrastruktur in vielen Städten und Regionen (2016) hin zu einer flächendeckenden Infrastruktur (2020)</p>		
<p><u>Rahmenbedingungen:</u></p> <p><i>Sicherheitsstandards, Normung von Schnittstellen, Ordnungspolitische Rahmen, Nutzung der Beschaffungsrichtlinien für die öffentliche Hand, Prüfung von Anreizsystemen</i></p>		
<p><u>Marktentwicklung:</u></p> <p><i>Ziel 1 Million Elektrofahrzeuge/Leitmarkt für Elektromobilität:</i> → Erster Einsatz in Flotten (2011) → Erste private Nutzer (ab 2011) <i>Geschäftsmodelle für Laden, Rückspeisen und Batterien</i></p>		

Abbildung 56: (NEP 2009).

Die Entwicklungsphasen der Elektromobilität nach den Empfehlungen der NPE

Phase 1 (2009 – 2014) Marktvorbereitung	Phase 2 (2015 – 2017) Markthochlauf	Phase 3 (2018 – 2020) Massenmarkt (Ziel: Leitmarkt und Leitanbieter Elektromobilität)
<p>Schwerpunkte: <u>Forschung und Entwicklung und Schaufensterprojekte</u></p> <p>→ Im Zentrum F&E → Ausbildung und Qualifizierung → geeignete Maßnahmenprogramme als Stimulus. → Eine erste öffentliche Ladeinfrastruktur für insgesamt 100.000 Fahrzeuge → Schaufensterprojekte für Feldtests, Aufbau der Kundenakzeptanz</p>	<p>Schwerpunkte: <u>Marktaufbau Fahrzeuge und Infrastruktur</u></p> <p>→ weiterhin Unterstützung von F&E Forschung und Entwicklung → Aufbau intelligentes Netz (Smart Grid) → Zielgerichtete Maßnahmen für Erhöhung der Nachfrage → Erzielen von Skaleneffekten in der Industrie</p>	<p>Schwerpunkte: <u>Massenmarkt mit tragfähigen Geschäftsmodellen</u></p> <p>→ nächste Generation von Fahrzeugen und Infrastruktur → zunehmend selbsttragende Nachfrage → tragfähige Geschäftsmodelle, unter Berücksichtigung von regenerativ erzeugtem, fluktuierendem Strom → Unterstützende Maßnahmen der Politik nehmen ab</p>
<p>Über alle Phasen hinweg ist die Bundesregierung aufgefordert, auf europäischer Ebene eine führende Rolle bei der Gestaltung konsistenter und international einheitlicher Rahmenbedingungen für die Elektromobilität zu übernehmen. Hierzu zählen beispielsweise die europäische Energie- und Klimapolitik, die Verkehrspolitik und die Wettbewerbspolitik.</p>		

Abbildung 57: (NPE 2011).

4.2.2 Politikprogramme und die dazugehörigen Politikfelder

Das Leitprogramm zur Elektromobilität in Deutschland stellt der im August 2009, nach fast zweijähriger Abstimmung, verabschiedete *Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität (NEP)* dar. Für die Phasen der Marktvorbereitung und Markthochlauf werden bis 2014 mehr als 1,5 Mrd. Euro für verschiedene Forschungs- und Entwicklungsprogramme bereit gestellt. Von 2009 bis Ende 2011 wurden davon bereits knapp 500 Mio. Euro aus Mitteln des Konjunkturpakets II (KoPall 2009) für 15 verschiedene Ressortprojekte vergeben. Dazu kommen weitere Fördermittelausgaben in Höhe von mehr als 170 Mio. Euro (Deutscher Bundestag 2011). Zum Beispiel hat das alleine BMBF ca. 160 Mio. Euro zusätzlich für die Batterieforschung im Allgemeinen ausgegeben (BReg 2011a). Für den Start des Markthochlaufs (nach NEP) wird im Rahmen des *Regierungsprogramms Elektromobilität* von Mai 2011, ein zweites Forschungs- und Entwicklungsprogramm mit Laufzeit bis Ende 2013 und einem Förderbudget von ca. 1 Mrd. Euro aufgesetzt, dass unter anderem die gestarteten Aktivitäten der ersten Phase und vor allem den Leitpfad des NEP fortführen soll.

Entlang der 3 Entwicklungsphasen (Abbildung 56) wurden im NEP über die gesamte Wertschöpfungskette inhaltlich drei Hauptfelder abgegrenzt, die die politische Begleitung bis zum Volumenmarkt darstellen sollen:

1. Forschung und Entwicklung
2. Instrumente für die Marktentwicklung
3. Rahmenbedingungen

4.2.2.1 Schlüsselthemen für Forschung und Entwicklung

Den größten Anteil der Fördermittel erhält der Bereich Forschung und Entwicklung (Punkt 1), für den thematisch die Schlüsselfelder „Batterie“, „Fahrzeugtechnik“ und „Netzintegration“ identifiziert wurden. Diese Aufteilung wird auch im aktuellen Regierungsprogramm fortgeführt. Alle drei Felder stellen so oder so ähnlich essentielle Forschungsschwerpunkte in fast allen Ländern dar, mit dem Ziel die Technologien der Elektromobilität für den jeweiligen Markt reif werden zu lassen und möglichst kostengünstig herzustellen (vergleiche Tabelle 3). Berücksichtigt man jedoch die deutschlandspezifischen Treiber für Elektromobilität, die energiewirtschaftliche/ energiepolitische Situation und die Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie in Deutschland, so zeigen sich deutschlandspezifische Aspekte, die man so nur vereinzelt in anderen Ländern in dieser Ausprägung findet.

Die Schlüsseltechnologien für die Forschung und Entwicklung von Elektromobilität sind auf der einen Seite die Fahrzeugtechnik mit der Weiterentwicklung elektrischer Motoren, der Leistungselektronik und weiteren Bauteilen und Konzepten. Auf der anderen Seite wird bei der Batterie zukünftig eine der wesentlichen Kernkompetenzen für die Automobilherstellung liegen, mit der man sich vom Wettbewerb differenzieren kann. Dieser Stellenwert der Speichertechnologien spiegelt sich durch den klaren separaten Fokus als eigener Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt wider. Die strategische und inhaltliche Ausrichtung dieser Technologiefelder ist geprägt vom Grad der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobil- und Zuliefererindustrie (Siehe Kapitel 3.1.2).

Da für einen Großteil der Komponenten der **Fahrzeugtechnik** (Elektromotoren, Leistungselektronik, Bordtechnik, Kühlung usw.) und für den Fahrzeugbau (Fertigungstechnologien, Sicherheit, Leichtbau, etc.) an sich starke Kompetenzen sowie teilweise bereits Fertigungskapazitäten und Industriestruktur in Deutschland vorhanden sind (siehe Kapitel 3.1.2.3), stellt die Politik hierfür vor allem Mittel für die Forschung, Entwicklung und Erprobung zur „Anpassung“ der vorhandenen Kompetenzen an die neuen Anforderungen der Elektromobilität bereit. Laut der SWOT-Analyse des NEP sieht sich Deutschland in diesem Bereich gut aufgestellt (NEP 2009).

Für die Schlüsselkomponente **„Batterie“**, insbesondere der Lithium-Ionen-Batterie als aktuellem Maß der Dinge, dagegen ist de facto keine Industrie vorhanden und auch die

Forschungslandschaft und Ausbildung sind gerade mit Blick auf asiatische Länder nicht konkurrenzfähig (siehe auch Kapitel 3.1.2.2). Die mangelnde Kompetenz im Vergleich mit asiatischen Ländern und vor allem die fehlende Industrie, führen dazu, dass Deutschland in diesem Bereich einen Technologievorsprung aufholen muss. Vor allem Japan, China, Korea, die USA und Frankreich unterstützen nicht nur die Forschung und Entwicklung mit Millionenbeträgen, sondern auch den Aufbau von Batteriefertigungsstandorten (Tabelle 3). Deutschland versucht durch diese Schwerpunktssetzung nachzuziehen und einen Batteriestandort mit wissenschaftlicher Exzellenz und wettbewerbsfähiger Industrie in Deutschland aufzubauen. Aus diesem Grund wird nicht nur die Forschung und Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien und neueren Energiespeichertechnologien gefördert, sondern vor allem auch das Ziel des Aufbaus eines Fertigungsstandorts für Zellen und Batterien verfolgt. Über die drei Phasen gesehen wird ein technologieoffener Ansatz verfolgt, der kurzfristig stark auf Lithium-Ionen-Technologie fokussiert, aber längerfristig auch alternative Speichertechnologien erforscht und weiterentwickelt, um eine breite technologische Basis zu schaffen und Grenzen der Lithium-Ionen-Technologie zu überwinden.

Nach (Deutscher Bundestag 2011) sind bezüglich der Batterie im Bereich Elektromobilität, die mit der Forschung einhergehenden spezifischen Fragestellungen in den jeweiligen Ministerien im Rahmen ihrer jeweiligen Zuständigkeit wie folgt angesiedelt:

- *BMWi*: Entwicklung von fahrzeugtauglichen Batteriesystemen und den entsprechenden Fertigungstechnologien, IKT-Steuerung von Batteriesystemen (überwiegend marktnah)
- *BMVBS*: Fragen der Batterie- und Verkehrssicherheit und des Transports
- *BMBF*: Forschung und Entwicklung zu neuartigen Materialien und Batteriekonzepten, zu Batteriemangement und Systemintegration und Produktionsforschung für zukünftige Batteriegenerationen (überwiegend grundlagenorientiert in den genannten Aktivitäten). Seit 2008 hat das BMBF rund 140 Millionen Euro für den Aufbau von Kompetenzen in Elektrochemie, Batterietechnik und Batterieproduktion investiert.
- *BMU*: Forschung und Entwicklung zu Recyclingverfahren, Öko- und Energiebilanzen der Komponenten

Das dritte Themenfeld „*Netzintegration*“ zeigt deutlich, dass die Bundesregierung insbesondere auch einen Schwerpunkt bei der Kopplung von Elektromobilität mit den erneuerbaren Energien setzen will und durch die Unterstützung dieser Technologie einen nennenswerten Beitrag zu den klimapolitischen Zielsetzungen erreichen möchte. Denn im Gegensatz zu den meisten Ländern geht es hierbei nicht nur um die netzoptimale Integration der Elektrofahrzeuge, sondern mittel- und langfristig vor allem auch um die Systemintegration von Wind- und Photovoltaikstrom. Als ein Vorreiterland beim Ausbau der erneuerbaren Energien sieht man die Herausforderungen des zunehmenden Anteils fluktuierender Stromerzeugung und die Notwendigkeit sich rechtzeitig darauf einzustellen. Bei einem Anteil von knapp 17% erneuerbarer Energien am Stromverbrauch im Jahr 2010 (AGEE-Stat 2011) und einer Zielmarke von 35% bis zum Jahr 2020 (BReg 2010a), wird die Stabilisierung der Netzstrukturen immer wichtiger. Gerade im Niederspannungsnetz, auf der auch Elektrofahrzeuge angeschlossen sein werden, kommt es heute bereits zu

Netzüberlastungen durch die Einspeisung von hoher Leistung Photovoltaikstrom. Das gesteuerte Laden von Elektrofahrzeugen bei Zeiten hoher Einspeisung und niedriger Last und sogar die Nutzung dieser mobilen Speicher (Vehicle-to-Grid) auch zur Rückspeisung können zukünftig, so die Vision, einen Teil zur Netzentlastung beitragen.

In diesem Zusammenhang soll die Elektromobilität auch ganz wesentlich zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele beitragen. Wie bereits in Kapitel 2 beschrieben, ist die Zielvorgabe der EU ein Anteil von 10% erneuerbarer Energien im Verkehrssektor bis 2020. Nur die „Betankung“ der Elektrofahrzeuge mit erneuerbarem Strom bringt einen wirksamen Beitrag zur Reduktion der klimaschädlichen Emissionen im Verkehrssektor. Auch wenn bis 2020 kein nennenswerter Anteil an den Gesamteinsparungen für Treibhausgasemissionen durch Elektrofahrzeuge zu erwarten ist, können jedoch vor allem durch den Einsatz in Städten lokale Emissionsprobleme gelöst werden (Feinstaubproblematik). Zudem muss, um die langfristigen (2050) Potenziale zu heben, heute bereits mit der Marktentwicklung begonnen werden. Um den Bedarf an erneuerbarem Strom für Elektrofahrzeuge zu decken müssen zusätzliche Ausbaupotenziale erschlossen werden, was z.B. durch entsprechende politisch gesteuerte Maßnahmen umsetzbar wäre (Pehnt 2010). Diese Kopplung an erneuerbare Energien wurde z.B. im Projekt WEDE des BMU untersucht (BMU 2011) untersucht.

Neben diesen drei Hauptschwerpunkten ist die Forschungsstrategie der Bundesregierung darauf ausgerichtet, die komplette Wertschöpfungskette abzudecken. Daher werden zusätzlich verschiedene übergreifende Vorhaben gefördert, die sich mit der gesamten Wertschöpfungskette oder aber auch mit übergreifenden Fragestellungen, wie sozialwissenschaftlichen Aspekten befassen. Dabei kann beispielhaft die Systemforschung Elektromobilität der Fraunhofer-Institute genannt werden, die die gesamte Kette vom Fahrzeug mit Speicher über die Energieversorgung bis zur Systemintegration und gesellschaftspolitischen Fragestellungen betrachtet (FhG 2011).

4.2.2.2 Instrumente für die Marktentwicklung

Für die Marktentwicklung werden im NEP je nach Marktphase verschiedene Maßnahmen/Instrumente genannt. Die Zielsetzung ist der Aufbau eines Volumenmarktes und die Förderung des Beitrags der Elektromobilität zur Verminderung der Treibhausgasemissionen im Verkehr, also eine direkte Kopplung mit Strom aus erneuerbaren Energien (NEP 2009). Das Maßnahmenbündel besteht dabei aus direkten marktbildenden Maßnahmen und marktbegleitenden Rahmenbedingungen.

Mit den folgenden, im NEP und im Regierungsprogramm genannten, Maßnahmen wird versucht die Akzeptanz und Nachfrage für Elektrofahrzeuge zu schaffen und zu erhöhen.

Demonstration und Infrastrukturaufbau als Schnittstelle

Obwohl man die Durchführung von Demonstrationsvorhaben und Feldtests sicherlich auch der Forschungs- und Entwicklung zuschreiben kann, stellen diese allerdings wesentliche marktbildende Maßnahmen dar. Neben der reinen Technikerprobung geht es hier im Wesentlichen um die Schaffung von Akzeptanz und Nachfrage. Die Erfahrbarkeit der Technologie und der Aufbau von Infrastruktur sollen den potentiellen Kunden, vor allem den Bürger, vorbereiten und überzeugen. Demonstrationsvorhaben und Feldtests fungieren dadurch als Schnittstelle zwischen der reinen Forschung und Entwicklung und dem Markt. Die wichtigen Erkenntnisse aus dem Nutzerverhalten und den technischen Anforderungen können die Marktvorbereitungsphase beschleunigen. Erste Feldtests zum Beispiel in Berlin haben gezeigt (E.ON 2011; Weber 2010) dass die meisten Elektrofahrzeugnutzer zuhause oder am Arbeitsplatz aufladen. Trotzdem gibt gerade die Installation von halb-/öffentlichen Ladesäulen potentiellen Erstkunden eine gewisse Sicherheit. Aus diesen Gründen werden diese Vorhaben eher als Maßnahmen für die Marktentwicklung und -vorbereitung gesehen.

Dafür wurden zunächst für den Zeitraum 2009 bis 2011 zum einen 8 Modellregionen durch das BMVBS ausgewählt, die mit unterschiedlichen Schwerpunkten den Aufbau von Infrastruktur und die Elektromobilität im öffentlichen Raum unterstützen sollen. Insgesamt sind dort ca. 1470 Elektrofahrzeuge auf den Straßen unterwegs, bis Ende 2011 sind ca. 2350 Fahrzeuge geplant. Der Pkw-Anteil beträgt dabei ca. $\frac{1}{4}$. Dazu wurden 1100 Ladepunkte installiert (NOW 2011b).

Zum anderen werden unter Federführung des BMU Feldversuche im Bereich Pkw und Wirtschaftsverkehr durchgeführt. Dazu zählen kann man auch noch die 7 IKT Modellregionen des BMWi und BMU, deren Fördermittel im Rahmen dieser Studie auf Grund der engeren inhaltlichen Ausrichtung der Forschung und Entwicklung für Netzintegration zugeordnet wurden.

Regionale Verteilung der Modellregionen Elektromobilität in Deutschland

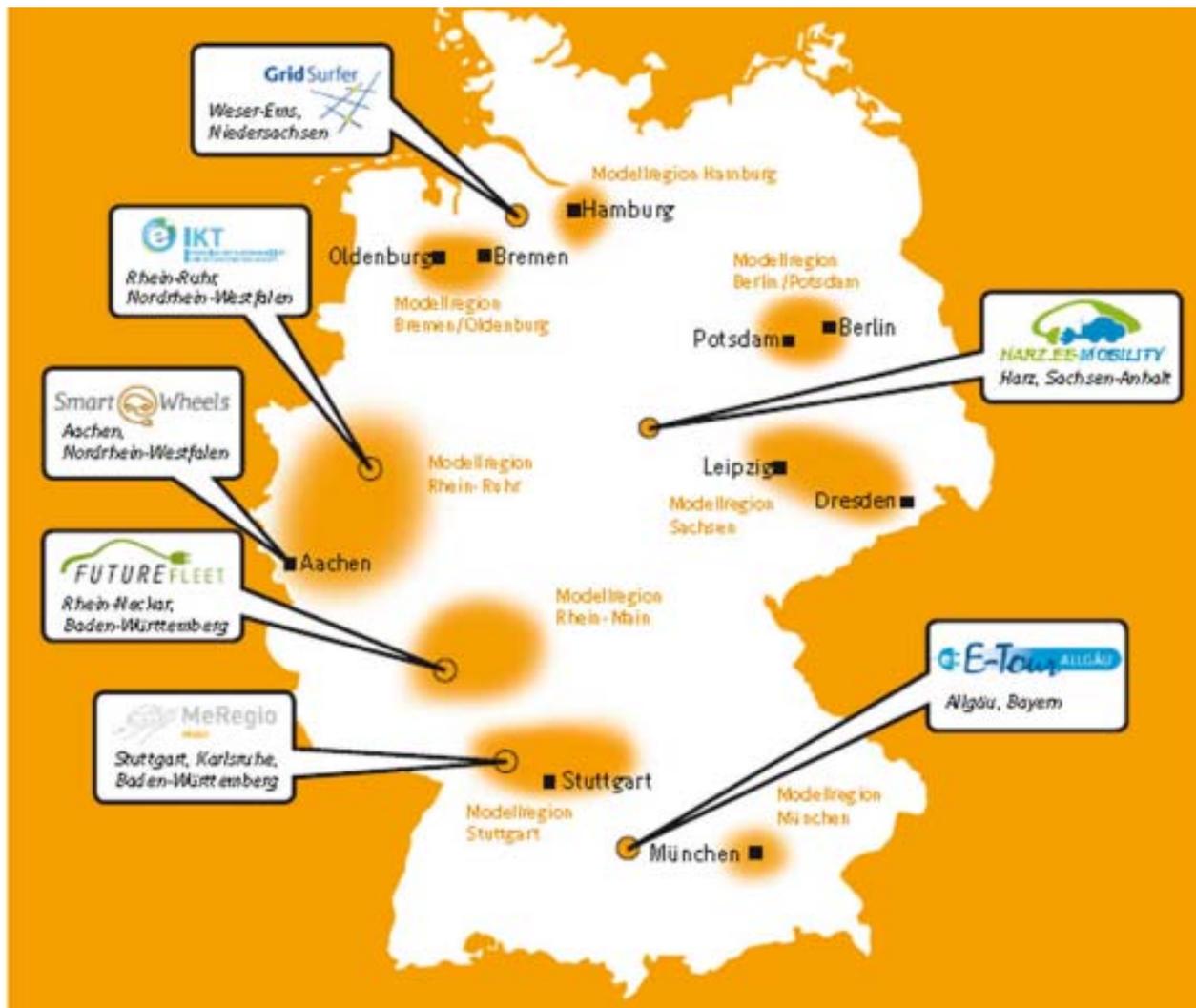


Abbildung 58: BMVBS (gelbe Flächen) und BMWi/BMU (kleine gelbe Punkte) (Reinhardt 2011).

Für den Markthochlauf sollen die Modellregionen fortgeführt werden und als weiterer Schritt sind so genannte „Schaufenster der Elektromobilität“ in 3-5 Regionen geplant, die eine hohe Öffentlichkeitswirkung erzielen sollen und die Erkenntnisse aus den Modellregionen und Feldversuchen aufgreifen sollen.

Finanzielle und nichtmonetäre Anreizmechanismen

International wurden bereits in sehr vielen Ländern verschiedene Anreizsysteme auf den Weg gebracht (siehe Kapitel 4.2.1), um die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen anzuregen. Im Vergleich dazu kann man die Strategie der deutschen Politik als zurückhaltender einstufen. Wie bereits deutlich wurde steht die Unterstützung der Forschung und Entwicklung, und damit der deutschen Wirtschaft und Wissenschaft im Vordergrund. Die

Entwicklung der Märkte wird mit gezielten Maßnahmen lediglich begleitet. Im NEP wird deutlich herausgestellt, dass sich die Technologie ohne dauerhafte Subventionen im Wettbewerb durchsetzen können muss. Direkte Kaufanreize sollten zunächst geprüft werden. Lediglich nichtmonetäre Anreizmaßnahmen, wie Sonderfahrspuren, Sonderparkplätze und andere, sollen laut NEP direkt ergriffen werden. Zudem soll eine Beschaffungsrichtlinie für Behörden eine Nachfrage durch die öffentliche Hand schaffen.

McKinsey (2009b) hat zwar für das BMU ein Marktanreizprogramm für 100.000 Elektrofahrzeuge evaluiert und neben anderen Maßnahmen eine notwendige Fördersumme von 3.000 - 5.000 Euro identifiziert. Um die Attraktivitätslücke durch die höheren Anschaffungskosten und anderen Nachteile (geringe Reichweite, lange Ladezeiten etc.) zu reduzieren oder zu schließen, wurde in den letzten Jahren eine direkte Kaufprämie am vehementesten gefordert und am kontroversesten diskutiert. Eingeführt wurde diese, wie bereits beschrieben (siehe Kapitel 4.2.1), jedoch bisher nicht.

Bisher waren Elektrofahrzeuge nach Kraftfahrzeugsteuergesetz (KraftStG) §3d für 5 Jahre, ab dem Tag der Erstzulassung von der Steuer befreit. Das entspricht einem Anreiz, je nach Vergleichsfahrzeug von wenigen zehn bis hundert Euro pro Jahr und stellt nur einen sehr geringen Anreiz dar. Weitere Maßnahmen, wie im NEP unter anderem vorgeschlagen, werden im aktuellen Regierungsprogramm Elektromobilität nun erstmal weitläufig umgesetzt. Eine direkte Kaufprämie wird es allerdings auch dabei zunächst nicht geben. Die Bundesregierung setzt voraus, dass die Industrie den Markthochlauf dahingehend unterstützt, dass sie die auftretenden Mehrkosten durch Querfinanzierungen deckt und nicht von Anfang an kostendeckenden Umsatz erwartet.

Folgende sowohl finanzielle Instrumente, als auch viele nichtmonetäre Maßnahmen sollen in der Markthochlaufphase umgesetzt werden:

Tabelle 4: Finanzielle und nichtmonetäre Maßnahmen für die Markthochlaufphase nach dem Regierungsprogramm Elektromobilität.

Art	Maßnahme
Steuerliche Anreizmaßnahmen	Befreiung von der Kraftfahrzeugsteuer
	Vorteile bei der Dienstwagenbesteuerung
Straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen	Sonderparkplätze
	Aufhebung von Zufahrtsverboten,
	Freigabe von Busspuren
Maßnahmen Emissions- und Umweltrecht	Sonderfahrspuren/Ladespuren
	Kennzeichnung mit blauer Plakette
Direkte Nachfrage schaffen	Anstreben einer <u>mehrfachen Anrechnung</u> in die Flottenemissionen über 2015 hinaus bis 2020 (EU-Ebene)
	<u>10%</u> der <u>neu</u> angeschafften oder neu angemieteten <u>Fahrzeuge in den</u>

	<u>Bundesressorts</u> sollen einen Emissionswert von < 50 g CO ₂ /km einhalten.
	<u>Unterstützung der Beschaffung</u> für Unternehmensflotten und professionell gemanagten Flotten
Information, Transparenz	<p>Workshop (GGEMO) zu <u>Einkaufsverbänden</u> für Flottenbetreiber</p> <p>Zentrale netzbasierte <u>Informationsplattform</u> für nachhaltige Beschaffung</p> <p><u>Leitfaden</u> bzw. eine Arbeitshilfe für <u>öffentliche Beschaffung</u> und Betrieb von Elektrofahrzeugen</p> <p>„Allianz für nachhaltige Beschaffung“</p> <p>Beschaffungsregeln für Elektrofahrzeuge</p> <p>Informationsplattform Elektromobilität</p>

Kopplung der Elektromobilität mit erneuerbaren Energien

Das optimale Umweltentlastungspotential entfalten Elektrofahrzeuge nur, wenn sie bilanziell mit erneuerbarem Strom „betankt“ werden. Damit erst kann für die Verbraucher ein Mehrwert für Elektrofahrzeuge durch dieses „grüne Image“ entstehen. Dies gilt vor allem in der ersten Marktphase, um die so genannten Erstkunden zu adressieren. Um eine „direkte“ Kopplung zu erreichen, schlägt Pehnt (2010) verschiedene politisch steuerbare Maßnahmen vor, wie z.B. eine einfache Anpassung der Zielsetzungen für den Stromsektor oder den Bau von Erneuerbaren-Energie-Anlagen durch Elektroauto-Besitzer oder -hersteller selbst. Im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität werden verschiedene Maßnahmen für eine aktive Kopplung der Elektromobilität an den Ausbau der erneuerbaren Energien benannt. Im Vordergrund steht dabei das Lastmanagement bzw. gesteuerte Laden in Abhängigkeit von Stromnachfrage und –Angebot, insbesondere aus fluktuierenden Quellen. Dazu sollten Elektrofahrzeuge im Rahmen der Verordnungsermächtigung nach §64 Abs.1 Punkt 6 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) bei Maßnahmen zur Systemintegration des Stroms aus erneuerbaren Energien berücksichtigt werden. Zum anderen sollte der Strom Elektrofahrzeuge

In der ersten Phase (Marktvorbereitung) wurden zunächst Studien zur Untersuchung dieser Thematik durchgeführt, aber noch keine konkreten Maßnahmen umgesetzt. Erst das Regierungsprogramm Elektromobilität konkretisiert Maßnahmen für den Markthochlauf. Diese sind zum einen die Einrechnung der Elektromobilität in die Erhöhung des 2020-Ziels auf einen Anteil von 35% erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung im Energiekonzept der Bundesregierung und zum anderen die Einführung lastvariabler Tarife, die sich an der Stromerzeugung aus fluktuierenden Quellen orientieren sollen.

Diskutiert wird dabei auch ein so genannter Netzintegrationsbonus mit Technologiebonus für rückspisefähige Fahrzeuge (NPE 2011).

4.2.2.3 Rahmenbedingungen

Begleitende Maßnahmen schaffen die Grundlage für die langfristige Marktentwicklung und sollen den Prozess der Markteinführung/-vorbereitung nachhaltig unterstützen. Im NEP werden verschiedenen Rahmenbedingungen genannt, die durch die Politik geschaffen bzw. vorbereitet werden müssen, da sie nicht alleine durch die Marktteilnehmer vorangetrieben werden und für den Standort Deutschland von essentieller Bedeutung sind.

Für eine erfolgreiche Markteinführung sind umfassende Normung- und Standardisierungsbestrebungen zielführend. International gibt es bereits vielfältige nationale Bestrebungen einheitliche Standards, gerade bei den Ladetechnologien zu verabschieden. Die NPE (2010) verdeutlicht die Notwendigkeit einer internationalen Standardisierung und Normung und einer Beteiligung Deutschlands dabei. Auf der einen Seite schafft Standardisierung einheitliche (Teil-)Produkte, die die Transparenz für den Verbraucher erhöhen und gleichzeitig eine schneller steigende Produktionsmengen und damit Skaleneffekte erreichen. Auf der anderen Seite, kann durch rechtzeitige Beteiligung an dem Prozess die Position der deutschen Wirtschaft gestärkt werden, in dem diese ihre Produktentwicklungen an diesem Standardisierungsprozess ausrichten kann und gegebenenfalls im internationalen Wettbewerb die eigenen Standards einbringen kann. Die deutsche Politik hat daher vielfältige Bestrebungen für den Normung- und Standardisierungsprozess auf den Weg gebracht und beteiligt sich an internationalen Gremien und Kooperationen.

Tabelle 5: Normung- und Standardisierungsaktivitäten laut Regierungsprogramm Elektromobilität.

Normung/Standardisierung	<p><u>Normungsroadmap</u> (NPE)</p> <p>Einsetzen für einen <u>international harmonisierten Ladestecker</u></p> <p>Unterstützung der bedarfsgerechten <u>Normung kontaktloser Ladetechnologien</u></p> <p><u>Internationale Kooperationen</u> entlang der Wertschöpfungskette</p> <p><u>Beteiligung in EU- und internationalen Gremien</u> zur Sicherheit, Transport und Zulassung von Elektrofahrzeugen</p>
---------------------------------	---

Die nachhaltige Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland ist zudem an die Verfügbarkeit von entsprechenden Fachkräften gekoppelt. Daher müssen einerseits die bestehenden Kompetenzen gestärkt und ausgebaut werden. Andererseits müssen aber auch neue Aus- und Weiterbildungszweige entstehen, die auf die Herausforderungen der neuen Technologie vorbereiten.

Tabelle 6: Aus- und Weiterbildungsaktivitäten laut Regierungsprogramm Elektromobilität.

Aus- und Weiterbildung	<p><u>Nationale Bildungskonferenz</u> (Juni 2011, BMBF)</p> <p>Aufbau <u>nationales Netzwerk</u> mit entsprechenden Konzepten</p>
-------------------------------	---

Der Aufbau von Produktionsstätten entlang der Wertschöpfungskette Elektrofahrzeug erfordert von Anfang an den Zugang zu den entsprechenden Ressourcen. Eine Reihe von strategisch wichtigen Rohstoffen, wie Kobalt, Kupfer oder seltene Erden werden für Deutschland und auch die EU als kritische Materialien eingestuft (EU 2010), (BMWi 2010a). Auch die Verfügbarkeit von Lithium als essentiellen Rohstoff wird intensiv diskutiert (Schott 2010). Die Politik will die Industrie mit einer entsprechenden Rohstoffpolitik unterstützen und sieht dabei das Recycling als eine sinnvolle Maßnahme an.

Tabelle 7: Maßnahmen zum Thema „Rohstoffe“ laut Regierungsprogramm Elektromobilität.

Rohstoffe	<p>Aufbau einer <u>Rohstoffstrategie</u> und Etablierung der <u>Deutschen Rohstoffagentur</u> (November 2010)</p> <p><u>Begleitung</u> der Rohstoffversorgung der deutschen Wirtschaft</p> <p>Erarbeitung eines <u>Deutschen Ressourceneffizienzprogramms</u></p> <p>Beteiligung an der <u>EU-Rohstoff-Initiative</u></p> <p><u>Recyclingstrategie</u></p> <p><u>Regelungen</u> zur Beförderung gefährlicher Güter</p>
------------------	--

Um die bereits genannten Anreizinstrumente für die Marktentwicklung einführen zu können, sind zunächst die dazugehörigen ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen zu schaffen, wie z.B. die Änderung des Straßenverkehrsrechts für eine entsprechende Kennzeichnung von Elektrofahrzeugen oder die Änderung der Straßenverkehrsordnung für die Einführung von Sonderparkplätzen sowie die rechtlichen Grundlagen für den Aufbau einer Ladeinfrastruktur. Dies muss durch die politischen Entscheidungsträger rechtzeitig auf den Weg gebracht werden.

Tabelle 8: Ordnungspolitischer Rahmen laut Regierungsprogramm Elektromobilität.

Ordnungspolitischer Rahmen	<p>Anpassung/Überprüfung des <u>Straßenverkehrsrechts</u>, z.B. Zulassung Sondermodelle, Sicherheit, Kabelloses Laden, Verkehrstelematik</p> <p>Anpassung des <u>Fahrerlaubnisrechts</u></p> <p>Anpassung/Überprüfung der <u>Fahrzeuvorschriften und -prüfung</u>, z.B. Spezielle Kennzeichnungen, Typgenehmigungsvorschriften, Zulassung, Werkstätten, Fahrzeugprüfstellen, Ausbildungsprofile, Einführung von Wechselkennzeichen</p>
-----------------------------------	--

Wichtig für die den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort und die Exportnation Deutschland sind die internationalen Beziehungen und Kooperationen. Um sich rechtzeitig international zu positionieren, unterstützt die Politik verschiedene Maßnahmen.

4.2.3 Fördermittel für Elektromobilität

Insgesamt werden in Deutschland bis Ende 2011 voraussichtlich ca. 670 Mio. Euro (Deutscher Bundestag 2011) an Forschungsgeldern durch die Bundesregierung in die Elektromobilität investiert. Bis Ende 2013 sollen eine Milliarde Euro dazu kommen. Vier Ressorts teilen sich diese mit unterschiedlichen Schwerpunkten auf. Unabhängig von den nationalen Ausgaben für Forschung und Entwicklung im Bereich Elektromobilität gibt es eigene Programme der Bundesländer. Beispielsweise hat Bayern die Zukunftsoffensive „Elektromobilität“ mit einem Förderprogramm von 5 Mio. Euro für 2009 und 2010 und einer Fünf-Punkte-Strategie mit einer Weiterführung des Programms über 2010 hinaus aufgesetzt (BY 2008). Baden-Württemberg hat eine Landesinitiative Elektromobilität gestartet mit einem Fördervolumen von 15 Mio. Euro für die Jahre 2009 und 2010 (BW 2009), auch diese wird darüber hinaus bis 2014 mit einer Verdopplung des Budgets fortgesetzt (BW 2010). In Nordrhein-Westfalen werden bis 2020 mit einem „Masterplan Elektromobilität“ 60 Mio. Euro in Forschung und Entwicklung investiert und ein 20 Mio. Euro Sonderprogramm NRW Bank aufgesetzt. Zielmarke bis 2020 sind 250.000 Elektrofahrzeuge (NRW 2009). Im Folgenden werden nur die nationalen Aktivitäten betrachtet. Auf die unter 4.2.2.1 genannten Themenschwerpunkte teilen sich die Mittel bis Ende 2011 und darüber hinaus wie folgt auf: Die reine Forschungs- und Entwicklung der Fahrzeugtechnik für batterieelektrische Fahrzeuge erhält bis 2011 aus Mitteln des Konjunkturpakets II knapp 45 Mio. Euro. Nicht mit eingerechnet sind hierbei die Fördersummen aus dem 3. Verkehrsforschungsprogramm z.B. für Hybrid-Antriebe, dem NIP, für die Brennstoffzellen-Elektro-Antriebe und anderen Programmen, sowie für die Entwicklung von Fahrzeugen innerhalb der Demonstrationsvorhaben und Feldtests für Elektromobilität. Fortgeführt bleibt Fahrzeugtechnik und -bau ein Schwerpunkt bei der Forschung und Entwicklung im Regierungsprogramm Elektromobilität und durch weitere Ausschreibungen ab 2011 z.B. im Rahmen der High-Tech-Strategie.

Tabelle 9: Aufteilung der Fördermittel auf die Forschungs- und Entwicklung im Bereich Fahrzeugtechnik. (PtJ 2011; NEP 2009; BReg 2011b; BMBF 2011b; BMBF 2011c)

Art	Förderbudget	Programm
Entwicklung Antriebskonzepte (BMW i)	Ca. 36 Mio. Euro	KoPa II, NEP
Systemforschung Elektromobilität: Fahrzeugkonzepte (BMBF)	Ca. 7 Mio. Euro	KoPa II, NEP
Serienflexible Technologien für elektrische Antriebe von Fahrzeugen (BMBF)	N.N. Mio. Euro (2011-2014)	High-Tech-Strategie, IKT 2020

Tabelle 10: Aufteilung der Fördermittel auf die Forschungs- und Entwicklung im Bereich Batterie. (PtJ 2011; NEP 2009; BReg 2011b; BMBF 2011b; BMBF 2011c; BMBF 2007; EFKG-ÄndG 2011; BMW i 2011)

Art	Förderbudget	Programm
Batterietestzentrum/-Labore (BMVBS)	15 Mio. Euro	KoPa II, NEP
Produktion von Li-Ionen-Zellen u. Batterien (BMBF)	45 Mio. Euro	KoPa II, NEP
Recycling LIB (BMU)	10 Mio. Euro	KoPa II, NEP
Kompetenzverbünde Elektrochemie, Ausbildung (BMBF)	38 Mio. Euro	KoPa II, NEP
Batterieentwicklung angewandte Forschung (BMW i)	Ca. 8 Mio. Euro	KoPa II, NEP
Systemforschung Elektromobilität: Energiespeicher (BMBF)	8 Mio. Euro	KoPa II, NEP
LIB 2015 (BMBF)	60 Mio. Euro (2007-2015)	High-Tech-Strategie
Helmholtzinstitut Elektrochemische Energiespeicherung (BMBF)	Ab 2011: 4,5 Mio. Euro pro Jahr	High-Tech-Strategie
Exzellenz und technologische Umsetzung der Batterieforschung – ExcellentBattery (BMBF)	N.N. Mio. Euro (2011 – 2014)	High-Tech-Strategie , WING
Pilotfertigung KLIB (BMBF)	N.N. Mio. Euro	Förderstrategie des BMBF für Elektromobilität
Förderinitiative Energiespeicher (BMW i, BMBF, BMU) Daneben noch Einzelförderung der Ressorts zu bestimmten Themenstellungen	200 Mio. Euro (2011-2014) beinhaltet schwerpunktmäßig stationäre Speicher	6. Energieforschungsprogramm, Energie- und Klimafonds

In das Themenfeld Batterie fließen Aus dem Konjunkturpaket II bis Ende 2011 Mittel in Höhe von ca. 125 Mio. Euro und damit 1/4 des gesamten Förderbudgets für Elektromobilität. Deutlich mehr als für die Fahrzeugtechnik, was den Stellenwert der Batterie als Schlüsselkomponente und den Aufholbedarf der deutschen Forschung und Industrie unterstreicht. Die Fördermittel, die für die Entwicklung im Rahmen der Demonstrationsvorhaben und Feldtests gezahlt werden sind hierbei allerdings auch noch nicht einberechnet. Des Weiteren kommen zusätzliche Mittel, die hier auf Grund der schweren Zuordenbarkeit nicht aufgenommen wurden, aus dem 5. Energieforschungsprogramm für die mobile und stationäre Speicherentwicklung, dem 3. Verkehrsforschungsprogramm z.B. für Hochleistungsbatterien für Hybrid-Antriebe, dem NIP, für Batterien für Brennstoffzellen-Elektro-Antriebe, und anderen Programmen hinzu. Seit 2008 hat das BMBF insgesamt rund 140 Millionen Euro für den Aufbau von Kompetenzen in Elektrochemie, Batterietechnik und Batterieproduktion ausgegeben.

Fortgeführt bleibt die Batterie ein Schwerpunkt bei der Forschung und Entwicklung im Regierungsprogramm Elektromobilität und vor allem auch in den weiterlaufenden Aktivitäten des BMBF (LIB 2015, Helmholtzinstitut, Kompetenzverbände Elektrochemie), sowie durch weitere Ausschreibungen ab 2011 z.B. im Rahmen der High-Tech-Strategie und des 6. Energieforschungsprogramms.

Tabelle 11: Aufteilung der Fördermittel auf die Forschungs- und Entwicklung im Bereich Netzintegration. (PtJ 2011; NEP 2009; BReg 2011b)

Art	Förderbudget	Programm
Netzintegration (BMW, BMU)	Ca. 25 Mio. Euro	KoPa II, NEP
E-Energy: IKT für Elektromobilität (BMW, BMU)	55 Mio. Euro (2009-2011)	KoPa II, NEP
	77 Mio. Euro (2011-2014)	Haushalt, NEP

Für die Netzintegration wurden bis 2011 durch das Konjunkturpaket ca. 80 Mio. Euro bereitgestellt. Rechnet man der Fahrzeugtechnik die Ausgaben für F&E aus den Demonstrationsvorhaben und Feldtests ebenfalls dazu dürften diese einen vergleichbaren Stellenwert haben

Dieser Schwerpunkt wird im Rahmen des Regierungsprogramms Elektromobilität aufgegriffen und auch innerhalb weiterer Programme, wie dem 6. Energieforschungsprogramm, fortgeführt. In letzterem werden die Arbeiten zur Netzintegration der Elektromobilität mit Mitteln aus dem Energie- und Klimafonds gefördert. Schwerpunkte der FuE-Förderung sind unter anderem Verfahren zum gesteuerten Laden und Lastmanagement zugunsten fluktuierender erneuerbarer Energien, die Kopplung des Aufbaus der Ladeinfrastruktur an die Verwendung erneuerbarer Energien, die wissenschaftliche Untersuchung der Umweltentlastungspotenziale von Elektrofahrzeugen, IuK-Technologien (IuK = Information und Kommunikation) zur intelligenten Verknüpfung von

Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

Elektrofahrzeugen und Stromnetzen sowie Untersuchungen zu Instrumenten, Geschäftsmodellen und rechtlichen Rahmenbedingungen (Deutscher Bundestag 2011).

Zusätzlich gab es übergreifende Forschungs- und Entwicklungsfördervorhaben (Tabelle 12).

Tabelle 12: Aufteilung der Fördermittel auf die übergreifende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. (PtJ 2011; NEP 2009; BMBF 2011b; BMBF 2011c; BReg 2011b)

Art	Förderbudget	Programm
Systemforschung Elektromobilität: Übergreifende Vorhaben (BMBF)	15 Mio. Euro	KoPa II, NEP
Positionierung der neuen Wertschöpfungskette (ElektroPower) (BMW)	N.N. Mio. Euro (2011-2014)	Haushalt, NEP
Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität (STROM) (BMBF)	90 Mio. Euro (2011 - 2014)	High-Tech-Strategie, WING + IKT 2020

Für die Demonstration und den Infrastrukturaufbau ergibt sich, unter Einbeziehen der IKT Modellregionen für Elektromobilität, eine Fördersumme mehr als 250 Mio. Euro. Das entspricht der Hälfte der zugesagten Mittel aus dem Konjunkturpaket II und zeigt die Dimension, aber auch den Stellenwert dieser Vorhaben.

Laut Medienberichten soll für die nächste Stufe, den Aufbau von 3-5 Schaufenstern der Elektromobilität 200 Mio. Euro zur Verfügung stehen (FAZ 2011).

Tabelle 13: Aufteilung der Fördermittel auf die Demonstrations- und Infrastrukturvorhaben. (PtJ 2011; NEP 2009; FAZ 2011)

Art	Förderbudget	Programm
Modellregionen + Sonst. (BMVBS)	124 Mio. Euro	KoPa II, NEP
Feldversuche Pkw und Wirtschaftsverkehr (BMU)	15 Mio. Euro 70 Mio. Euro	Klimaschutzinitiative KoPa II, NEP
Schaufenster (BMVBS)	180 Mio. Euro (2011-2014)	Regierungsprogramm Elektromobilität

Die bisherigen Vorhaben zur Ausbildung von Rahmenbedingungen sind meistens als Begleitforschung in den jeweiligen Projekten beinhaltet. deswegen ist hier nur das Förderbudget für die Vorhaben zur Normung und Standardisierung angegeben.

Tabelle 14: Aufteilung der Fördermittel auf die Normung- und Standardisierungsvorhaben. (PtJ 2011)

Art	Förderbudget	Programm
Verkehrsforschung (Normung/ Standardisierung) (BMWi)	0,8 Mio. Euro	KoPa II, NEP

Auch zukünftig wollen die verschiedenen Ministerien die Elektromobilität im Rahmen ihrer Forschungsförderung und vorantreiben.

Seit 2008 hat das BMBF insgesamt über 250 Millionen Euro in die Forschung für Elektromobilität investiert, davon allein rund 140 Millionen Euro für den Aufbau von Kompetenzen in Elektrochemie, Batterietechnik und Batterieproduktion. Im Rahmen des Konjunkturpakets II hat das BMBF Projekte mit einem Volumen von insgesamt ca. 115 Mio. Euro finanziert. Die Förderung für die Elektromobilität soll in den kommenden Jahren mit einem Förderbudget von etwa 100 Millionen Euro jährlich fortgesetzt werden (BMBF 2011a).

Entsprechend dem Haushaltsplan 2011 des BMWi (2010b) sind für den Zeitraum 2011-2013 150 Mio. Euro für die Elektromobilität vorgesehen. Zu den Mitteln aus dem Konjunkturpaket II kamen 2011 zusätzlich 10 Mio. Euro hinzu. Für 2014 wird mit weiteren 90 Mio. Euro geplant.

Auch das BMU und das BMVBS werden im Rahmen des Regierungsprogramms Elektromobilität insbesondere die Demonstrationsvorhaben fortführen.

Der zweite Bericht der NPE (2011) schätzt das zukünftig benötigte Projektbudgetvolumen für Forschung und Entwicklungsvorhaben bis 2013 auf knapp 4 Mrd. Euro ab. Im Vergleich zum bisherigen Förderbudget, würde das bedeuten, dass fahrzeugseitig die Batterieentwicklung weiterhin den größten Anteil haben wird, allerdings nun zusammen mit der Fahrzeugtechnik (Antriebstechnologie). Das Thema IKT/Infrastruktur trägt ebenfalls wiederum einen Großteil des Budgets. Neu wären der themenübergreifende Ansatz Fahrzeugintegration und der Leichtbau als eigene Schwerpunkte (Abbildung 59).

Diese Empfehlungen wurden im Regierungsprogramm Elektromobilität aufgenommen und sollen durch ein neues Forschungs- und Entwicklungsprogramm in Höhe von einer Mrd. Euro umgesetzt werden. Wie sich diese genau auf die Themenschwerpunkte verteilen ist noch nicht bekannt. Nach der kürzlich bekannt gewordenen Ausschreibung werden für die Schaufenster Elektromobilität von den vier Ressorts 180 Mio. Euro zur Verfügung gestellt.

Projektbudgetvolumen bis 2013 für die verschiedenen Themencluster zur Elektromobilität

Batterie 986 Mio. €	Antriebstechnologie 982 Mio. €	Leichtbau 328 Mio. €	IKT & Infrastruktur 753 Mio. €	Recycling 90 Mio. €
↓	↓	↓	↓	↓
Materialentwicklung & Zelltechnologie (Gen 2 & 3)	E-Maschine	Entwicklung von Leichtbauwerkstoffen	Off-Board-Ladetechnologie	Recycling von Antriebsstrangmaterialien
Neuartige Batteriekonzepte (Gen 4)	Hochintegriertes Antriebssystem	Optimierung und Entwicklung von Komponenten	Netzintegration	Recycling strategischer Batteriewerkstoffe
Sicherheitskonzepte & Testmethodik	On-Board-Ladetechnologie	Entwicklung von EV-Leichtbaustrukturen	IKT-Schnittstelle Energiesystem	
Lebensdauer - Modellierung & Analytik	Leistungselektronik/ Inverter	Großserienfähige ressourceneffiziente Herstellungsprozesse	IKT-Schnittstelle Verkehrssystem	
Prozesstechnologie für Massenfertigung	Produktionstechnologie			
Fahrzeugintegration 828 Mio. €				
BEV ²		REEV ³ /PHEV ⁴ Family		PHEV-Nutzfahrzeug
Ganzheitliches Energiemanagement				
Gesamtprojektvolumen 3,967 Mrd. €				

Abbildung 59: (NPE 2011).

Um eine Einschätzung über die Bedeutung der Forschungsförderung für Elektromobilität in Deutschland zu bekommen, werden abschließend die Fördermittel in Relation zu den Gesamtausgaben für F&E, zum BIP und zu den F&E Ausgaben im Bereich Automobil gesetzt.

Die gesamten Ausgaben für F&E in Deutschland betragen im Jahr 2009 67,015 Mrd. Euro (Statistisches Bundesamt 2011). In Prozent des BIP (2009: 2374 Mrd. Euro) ausgedrückt entspricht das einem Anteil von 2,8 % (Statistisches Bundesamt 2011b).

Laut (BMBF 2010) betragen die F&E Ausgaben des Staates 2007 knapp 17 Mrd. Euro und damit 28 % der Gesamtausgaben für F&E in Deutschland. Dies entsprach 0,7 % des BIP (2007: 2430 Mrd. Euro). Die 500 Mio. Euro für die Elektromobilität aus dem Konjunkturpaket II verteilen sich über 2,5 Jahre, sind also mit einem jährlichen Förderbudget von 200 Mio. Euro vergleichbar. Unter der Annahme, die F&E Ausgaben des Staates seien von 2007 bis 2009 relativ mit den Gesamtausgaben gestiegen, würde das einen Anteil an den F&E Ausgaben des Staates (18,5 Mrd. Euro für 2009) von 1,1 % bedeuten. Mit dem Regierungsprogramm werden die F&E Mittel auf eine Mrd. Euro für einen Zeitraum von ebenfalls knapp 2,5 Jahren verdoppelt.

Die F&E Ausgaben für den gesamten Automobilbereich betragen 2007 knapp 13,5 Mrd. Euro, mit einer Förderung des Staates in Höhe von 514 Mio. Euro (Holleis et al. 2010). Im

Verhältnis zu den Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung gesehen hat die Forschung und Entwicklung im Automobilssektor in Deutschland im Vergleich zur Bedeutung (gemessen als Anteil des Branchenumsatzes am BIP) der Automobilindustrie für den Wirtschaftsstandort einen höheren Stellenwert (ebd.). Unter der Annahme die Fördermittel des Staates sind bis 2009 auf dem gleichen Niveau geblieben, führten die Zuschüsse aus dem Konjunkturpaket II zu einer Steigerung der jährlichen staatlichen Fördermittel um ca. 40%. Mit den Mitteln aus dem Regierungsprogramm Elektromobilität würden diese sogar um 75% ansteigen.

Im Vergleich dazu betragen die Fördermittel für den Bereich „Verkehr“ für Wasserstoff- und Brennstoffzellen für einen 10-Jahres-Zeitraum von 2006 bis 2017 „nur“ 310 Mio. Euro (Herbert 2010). Auch wenn die Industrie hierbei noch einen ganz wesentlichen Teil investiert und das Gesamtbudget des Förderprogramms (inkl. Stationär und Spezielle Märkte) auf 1,4 Mrd. Euro verdoppelt sowie der Aufbau von Wasserstoffinfrastruktur durch einen kleinen Beitrag in den KoPall-Mitteln gefördert wird, entspricht das maximal einem Viertel der durchschnittlichen jährlichen Ausgaben für die batterieelektrische Elektromobilität.

Diese Zahlen verdeutlichen den hohen Stellenwert den die Bundesregierung der Elektromobilität beimisst.

Tabelle 15: Zusammenstellung der politischen Programme und Maßnahmen für Elektromobilität (Plug-In-Hybride und batterieelektrische Fahrzeuge) in Deutschland. (BMBF 2011b; BMBF 2011c; BMWi 2011; BReg 2011a; BReg 2011b; EFKG-ÄndG 2011; NEP 2009; NPE 2011; PtJ 2011).

Programme und Förderbudgets	Technologieförderung	Marktanreizprogramme	Infrastruktur- und Feldtestsprogramme
<p><u>High-Tech-Strategie (2006)</u></p> <p>In den Jahren 2008 bis 2011 stellte alleine das BMBF ca. 500 Mio. Euro zur Verfügung (davon ca. 100 Mio. Euro aus dem BMBF-Programm Grundlagenforschung Energie 2020+)</p>	<p><i>2007-2015:</i></p> <p>LIB 2015 (BMBF): 60 Mio. Euro für Batterieforschung + 360 Mio. Euro Industriemittel</p> <p><i>2009-2012</i></p> <p>Project e³Car: 43 Mio. Euro Budget gesamt; davon 3,35 Mio. Euro BMBF</p> <p>Project ePerformance : 36 Mio. Euro; davon 22,2 Mio. Euro BMBF</p> <p><i>2011-2014:</i></p> <p>Serienflexible Technologien für elektrische Antriebe von Fahrzeugen (BMBF) (IKT 2020)</p> <p>Exzellenz und technologische Umsetzung der Batterieforschung – ExcellentBattery (BMBF) (WING)</p> <p>Helmholtzinstitut Elektrochemische Energiespeicherung (BMBF 4,5 Mio. Euro pro Jahr)</p>		
<p><u>IEKP (2007)</u></p>			

<p style="text-align: center;">↓</p> <p><u>Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität (August 2009)</u></p> <p>1. Phase „Marktvorbereitung“: 500 Mio. Euro für Elektromobilität im Zeitraum 2009-2011 aus dem Konjunkturpaket II</p> <p>2. Phase „Markthochlauf“: 1 Mrd. Euro von 2011-2014 innerhalb des Regierungsprogramm Elektromobilität (Mai 2011)</p>	<p><i>BMW</i>: 72 Mio. Euro für: Energieforschung (Stromwirtschaftliche Schlüsselemente Speicher, Netze, Integration), Verkehrsforschung (u.a), Antriebskomponenten, Normung/Standardisierung)</p> <p><i>BMVBS</i>: Batterietestzentrum (14 Mio. Euro)</p> <p><i>BMBF</i>: ca. 120 Mio. Euro, für: Kompetenznetzwerk Systemforschung Elektromobilität(34,5 Mio. Euro), Kompetenzverbände Elektrochemie (20 Mio. Euro), Produktionstechnologien Li-Ionen Zellen/Batteriesysteme (60 Mio. Euro)</p> <p>Zum Beispiel:</p> <p><i>BMW</i>: ElektroPower bis 2014</p> <p><i>BMBF</i>: Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität (STROM) ca. 90 Mio. Euro für 2011-2014</p>	<p>Steuerbefreiung EVs für 5 Jahre</p> <p>Steuerbefreiung für EVs für 10 Jahre</p> <p>Steuererleichterung für Dienstwagen</p> <p>Nichtmonetäre Anreize: Parken, Busspuren etc.</p>	<p><u>2009-2011: 275 Mio. Euro</u></p> <p><i>BMVBS</i>: 124 Mio. Euro für 8 Modellregionen Elektromobilität</p> <p><i>BMW</i>, <i>BMU</i> : ~55 Mio. Euro für 7 Modellregionen zu IKT Elektromobilität</p> <p><i>BMU</i>: ~85 Mio. Euro für Feldversuche im Privat- und Wirtschaftssektor inkl. Begleitforschung</p> <p><u>2011 – 2014:</u></p> <p><i>BMW</i> 77 Mio. Euro für Modellregionen zu IKT Elektromobilität</p> <p><i>BMVBS</i>: X Mio. Euro Fortsetzung Modellregionen Elektromobilität</p> <p><i>Alle Ressorts</i>: 180 Mio. Euro für Schaufenster Elektromobilität</p>
<p><u>Im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms (August 2011)</u></p>	<p>So sollen die bisher auf vier Ressorteinzelpläne des Bundeshaushalts verteilten Programmausgaben des Bundes zur Entwicklung des Zukunftsmarkts Elektromobilität künftig zentral im</p>		

Politisches Umfeld zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland und China

<p>200 Mio., Euro im Sondervermögen „Energie- und Klimafonds“ für die Gegenfinanzierung von Maßnahmen in den Jahren 2012 und 2013</p>	<p>Wirtschaftsplan des Energie- und Klimafonds veranschlagt werden. <i>BMW</i>: Entwicklung mobiler Speicher und Netzintegration von E-Fahrzeugen in „Energiewirtschaftliche Schlüsselemente der Elektromobilität“ ()</p>		
<p>Beteiligung an sonstigen Internationalen Fördermaßnahmen: (Auswahl)</p>	<p>EU-Projekte: 4 Mio. Euro 2011 – 2014 im ERA-NET Electromobility+: (BMW, BMBF)</p>		
<p>Sonstige Förderprogramme</p>	<p>Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM): Von 2011-2013 mit 16 Mio. Euro</p>		

4.3 China

In Kapitel 3.2 wurde deutlich, dass die chinesische Leap-Frog-Strategie auf dem Gebiet der BEV keineswegs willkürlich, sondern mit Bedacht entwickelt wurde. Sowohl auf der Basis von CNP-Analysen (Comprehensive-National-Power-Analyse) (CICIR 2000; Huang 1999), als auch im Ergebnis von SWOT-Analysen, also von Strengths-Weakness-Opportunities-Threats-Untersuchungen (Mintzberg 1994: 36; Pelz 2004), zeigt sich, dass China im Bereich der BEV insgesamt sehr günstige Bedingungen hat, einen technologischen Quantensprung zu vollziehen und in der nächsten Dekade die Technologie- und Weltmarktführerschaft zu erlangen.

Dies betrifft insbesondere den Zugriff auf wichtige Rohstoffe, das vorhandene Know-How, die Aufgeschlossenheit der Nutzer und die Spezifik des chinesischen Binnenmarktes. Aber auch dort, wo die Bilanz nicht so günstig ausfällt, wie etwa bei der Infrastruktur oder der Automobilbaukompetenz der Firmen, werden massive und erfolgversprechende Anstrengungen unternommen, um diese Defizite schnell und zielgerichtet zu beseitigen. Aufgrund dieser vergleichsweise günstigen Bedingungen ist für China im BEV-Bereich die Höhe des zu vollziehenden Quantensprungs nicht so groß, wie in anderen Technologiefeldern.

Hinzu kommt, dass China über zwei sehr wichtige Hebel verfügt, um vorhandene Vorsprünge auszubauen und noch bestehende Rückstände aufzuholen. Der erste große Hebel besteht in der Monopolstellung über die gesamte Wertschöpfungskette der seltenen Erden, die im Bedarfsfall dazu genutzt werden kann, die Entwicklungs- und Vermarktungsgeschwindigkeit von BEV-Konkurrenten spürbar abzubremsen. Der zweite Hebel ist ein ebenso feingliedriges wie weitreichendes Technologie-Transfersystem, in dem relevante westliche BEV-Technologien chinesischen BEV-Produzenten zugänglich gemacht werden.

Die Analyse von Quantensprungbedingungen und das Auffinden jener Technologiebereiche, in denen die besten Bedingungen für einen solchen Sprung bestehen, sind die eine Seite. Etwas ganz anderes ist es, die gegebenen Chancen auch tatsächlich zu nutzen und den Sprung zu vollziehen. Dies erfordert Mut, Risikobereitschaft, Weitsicht, Ausdauer und vor allem eine Wissenschafts- und Technikpolitik, die die Leap-Frog-Potenziale entfaltet und die Ressourcen stärkt und bündelt. In den Kapiteln 2.2. und 3.2. ist eine solche Wissenschafts- und Technikpolitik implizit an den verschiedensten Stellen zur Sprache gekommen. Ziel dieses Kapitels ist es, sich dieser Politik nun explizit zuzuwenden, um danach zu fragen, ob und welche wissenschafts- und technikpolitischen Voraussetzungen China besitzt, um einen BEV-Leap-Frog zu vollziehen.

Dies wird im Folgenden in zwei Schritten geschehen. In einem ersten Schritt werden Kernstrukturen der chinesischen BEV-Leap-Frog-Strategie vorgestellt. In dem daran anschließenden zweiten Schritt werden die, durch das Zusammenspiel dieser Kernstrukturen in Gang gesetzten Leap-Frog-Prozesse skizziert. Selbstredend ist es auch hier im Rahmen dieser Studie nicht möglich, ein detailliertes Bild der chinesischen BEV-Leap-Frog-Politik zu zeichnen. Sowohl was die Darstellung der Strukturen als auch was die Beschreibung der

Prozesse betrifft, handelt es sich lediglich um eine Orientierungsskizze, nicht um eine Landkarte der chinesischen BEV-Politik. Allerdings wird bereits schon diese Skizze zeigen, dass es angesichts der Ambitionen, die Deutschland und China im Hinblick auf die Technologie-, Produktions- und Marktführerschaft im BEV-Bereich artikuliert haben, dringend notwendig wäre, sich ein tiefer gehendes und differenzierteres Bild über die Stärken und Schwächen der chinesischen Wissenschafts- und Technologiepolitik im BEV-Bereich zu verschaffen. Dies könnte beispielsweise in Zusammenarbeit mit dem BMBF-Kompetenznetz „Regieren in China“, speziell mit der Forschungsgruppe Politik und Wirtschaft erfolgen (siehe hierzu Werner 2010).

4.3.1 Politische Strukturen: Institutionen und Programme

Die Skizzierung der Strukturen der chinesischen BEV-Leap-Frog-Politik ist auf zwei Schwerpunkte fokussiert: Erstens auf wichtige Institutionen der chinesischen Wissenschafts- und Technologiepolitik, die auch und gerade bei der Durchsetzung der BEV-Strategie eine zentrale Rolle spielen. Zweitens auf grundlegende Programme, in deren Rahmen der BEV-Leap-Frog organisiert wird.

4.3.1.1 Institutionen

Ein Kernbereich der unter Deng Xiaoping Ende der 70er Jahre eingeleiteten Reformpolitik war von Anfang an die Reform der chinesischen Wissenschafts- und Technologiepolitik, die innovations- und speziell leapfrogorientiert umgestaltet werden sollte (Naughton 2006: 355; Canzler et al. 2008: 54). Sie war mit das erste und ist weiterhin eines der strategisch entscheidenden Experimentierfelder der chinesischen Politik (Liu/Lüthje/Pawlicki 2007: 226). Die wichtigsten Institutionen in diesem Politikfeld, die auch bei der Durchsetzung der BEV-Leap-Frog-Strategie eine entscheidende Rolle spielen, sind (OECD 2008: 54; Knie 2006: 161)

- die Steering Group for Science, Technology and Education des Staatsrates,
- die NDRC (National Development and Reform Commission),
- das vom Auto- und BEV-Experten Prof. Wan Gang geleitete MOST (Ministry of Science and Technology),
- das MIIT (Ministry of Industry and Information Technology) sowie
- die SASAC (State-owned Assets Supervision and Administration Commission)

Stark vereinfacht gesagt sind diese Institutionen auf drei Ebenen angesiedelt: Auf der ersten Ebene liegen die Steering Group und die SASAC, auf der zweiten Ebene die NDRC und auf der dritten Ebene die Ministerien wie das MOST oder das MIIT. Dabei hat man sich jedoch

das Zusammenwirken dieser Institutionen weniger in Form eines hierarchischen Organigramms als vielmehr in Form eines Wissenschaftlich/Industriellen/Politischen Komplexes vorzustellen. Besonders interessant für die BEV-Leap-Frog-Strategie sind zunächst die NDRC und das MOST, die den wissenschaftlich-technischen Kern der BEV entwickeln und koordinieren.

NDRC

Die NDRC spielt im System der chinesischen Innovationspolitik im allgemeinen und der BEV-Innovationen im besonderen eine herausragende Rolle, deren Bedeutung leicht übersehen werden kann, weil sie als Organ des Staatsrates, speziell der Steering Group auf den ersten Blick vor allem technokratisch-administrative Aufgaben zu erfüllen scheint und häufig irgendwo im machtpolitischen Niemandsland zwischen Steering Group und Ministerien angesiedelt wird (OECD 2008: 52). Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass dieser erste Blick trügt.

Die NDRC, die auch schon als „verstecktes Kabinett“ (Knie 2006: 161) oder „China's „Mini-State Council“ (Gore 2011), bezeichnet wurde, war und ist der große Think-Tank und strategische Impulsgeber der chinesischen Reform- und Innovationspolitik. Die NDRC ist der Nachfolger der 1952 gegründeten SPC (State Planning Commission), die im Zuge der Reformen 1998 in die SDPC (State Development Planning Commission) umstrukturiert wurde und dann schließlich 2003 mit Teilen der SETC (State Economic and Trade Commission) zur NDRC fusionierte.

Lance Gore fasst die Rolle der NDRC folgendermaßen zusammen: “The role of the NDRC extends to almost every aspect of the Chinese economy, from development planning and reforming the economic system to industrial policy, orchestrating major investment projects, monitoring price stabilization, promoting social and regional development, etc; it also participates in making and plays a key role in implementing fiscal and monetary policies” (ebd.: i). Dies ist keinesfalls übertrieben, wie sehr leicht zu sehen ist, wenn man sich mit den auf der NDRC-Homepage dargestellten Hauptfunktionen der Kommission vertraut macht (NDRC 2011).

MOST

Das MOST ist die „innovationspolitische Schaltstelle“ (Werner 2010: 12) oder der „Dirigent“ (Knie 2006: 161) der verschiedenen Hochtechnologie- und Innovationsprogramme, auf die im folgenden Kapitel näher eingegangen wird. Diese Schaltstellen- und Dirigentenfunktion betrifft drei große Sektoren: Erstens, die ungefähr 4.000 öffentlichen Forschungsinstitute, unter denen die Pekinger CAS (Chinese Academy of Sciences) mit ihrem Netzwerk von Instituten und Laboren eine besonders wichtige Rolle spielt (CAS 2011), nicht zuletzt deshalb, weil sie eine führende Rolle im Bereich der Grundlagenforschung und der

akademischen Weiterbildung spielt (OECD 2008: 77, 79). Zweitens, die über 2.200 chinesischen Universitäten und Hochschulen, mit inzwischen über 30 Millionen Studierenden (CEE 2010), die zunehmend auch als Forschungseinrichtungen für westliche Investoren interessant werden (Werner 2010: 13). Und drittens schließlich der Unternehmensbereich mit seinen R&D-Zentren. Dem MOST unterstehen zwar diese 3 Sektoren nicht direkt, durch seine Programmpolitik und Mittelausstattung verfügt es jedoch über erheblichen Einfluss auf die Ausrichtung, Formierung und Bündelung von Innovationspotenzialen.

SASAC

Die SASAC ist die Aufsichts- und Kontrollbehörde der großen zentralen staatseigenen Unternehmen. Die Liste umfasst gegenwärtig 117 Unternehmensgruppen (SASAC 2011), nimmt aber kontinuierlich ab, weil der Konsolidierungs- und Konzentrationsprozess in diesem Sektor zielgerichtet vorangetrieben wird, was nicht zuletzt auch die Autobranche und den BEV-Bereich betrifft. Die Notwendigkeit, aber auch das Ausmaß dieses Prozesses lässt die folgende Grafik erahnen:

Konsolidierungsprozess in der chinesischen Autoindustrie

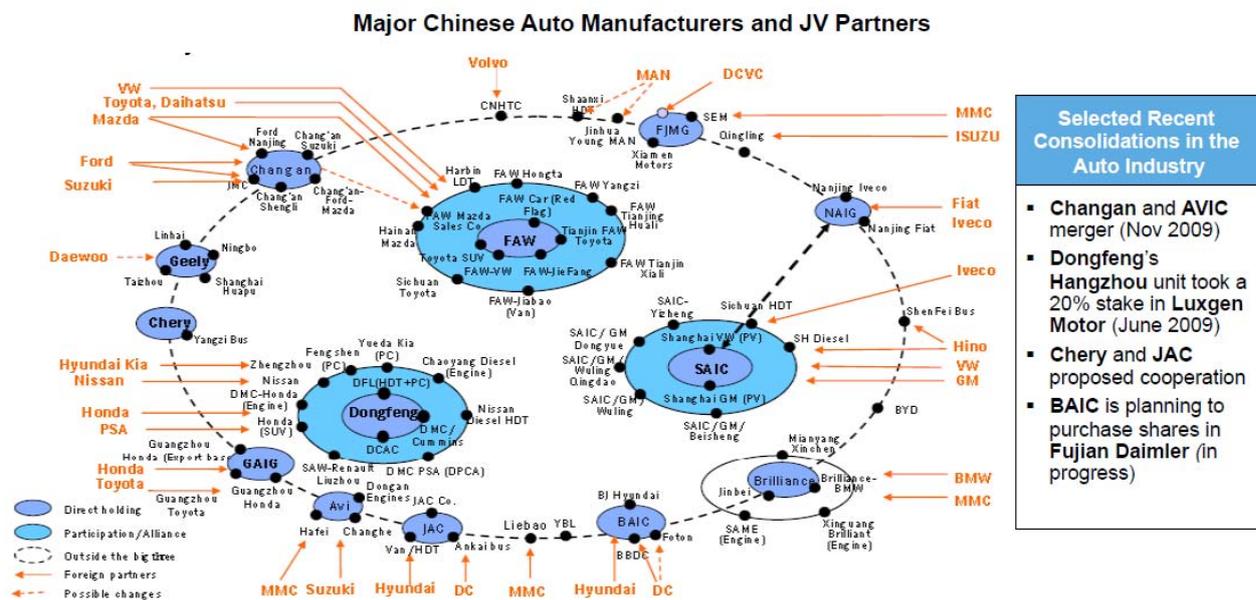


Abbildung 60: (booz&co. 2010: 10).

Diese Grafik lässt erahnen, über welche Macht und welchen Einfluss die SASAC verfügt, die ja nicht nur die SOE's der Autoindustrie, sondern sämtliche zentralen SOE's Chinas beaufsichtigt, kontrolliert und lenkt, und zwar auch und gerade im Hinblick auf die in diesen Unternehmen betriebene Forschung und Entwicklung.

Die in Kapitel 3 erwähnten Schwierigkeiten von BYD, dem Quereinsteiger und Shooting Star unter den BEV-Firmen, dürfte mit großer Wahrscheinlichkeit nicht nur, und vermutlich gar nicht mal in erster Linie innerbetriebliche Gründe haben, sondern auch dem Einfluss der SASAC zuzuschreiben sein, die in der hochgradig wettbewerbsintensiven Autobranche keine Positionen, noch dazu strategisch wichtige Positionen verlieren will. Und schon gar nicht an einen Self-Made-Man, der überall erklärt 2015 die BEV-Nummer 1 in China und 2025 die BEV-Nummer 1 der Welt sein zu wollen. Wenn der Chef der Steering Group, Ministerpräsident Wen Jinbao, in einem Artikel laut über die „road map“ für die Green Cars nachdenkt, und zwar so, dass Beobachter den Eindruck gewinnen „Beijing appears to be rethinking its singular focus on electric vehicles“ (Waldmeir 2011), dann ist natürlich nicht auszuschließen, dass die Führungsspitze tatsächlich über Kurskorrekturen nachdenkt. Bedenkt man jedoch erstens, dass hochrangige Mitglieder der chinesischen Führung für gewöhnlich nicht in der Öffentlichkeit über mögliche Kurskorrekturen herum rasonieren und zweitens BYD's Schwierigkeiten zeitgleich mit Jinbaos Artikel zusammenfielen, der - gelinde gesagt - auch nicht gerade dazu beitrug, diese Schwierigkeiten zu minimieren, dann ist ein anderes Szenario nicht auszuschließen. Und dieses Szenario ist denkbar einfach: Durch eine symbolische Geste des öffentlichen Nachdenkens über die bisherige BEV-Politik tut sich für die erfolgsverwöhnte BYD plötzlich ein existenzieller Abgrund auf. Und der Blick in diesen Abgrund lehrt nicht nur Bescheidenheit und zügelt allzu großen Ehrgeiz, sondern ist zugleich ein Signal dafür, dass die Steering Group und nicht BYD in China den BEV-Kurs vorgibt und lenkt. Chinesische Politik im Allgemeinen und die BEV-Politik im Besonderen ist mit eurozentristischen Maßstäben nur schwer, im Grunde gar nicht zu verstehen.

Steering Group

Chef der Steering Group for Science, Technology and Education ist, wie schon erwähnt, der chinesische Premierminister Wen Jiabao persönlich. Die Steering Group ist in ihrer Medienpräsenz etwas zurückhaltend. Dies ist sicherlich auch der Hauptgrund dafür, dass der OECD-Bericht über die chinesische Innovationspolitik der ein ebenso umfassendes wie detailliertes Bild dieser Politik liefert, Aufgaben und Arbeitsweise dieser Gruppe nur in einem Satz umreißt: „The State Council Steering Group for Science, Technology and Education is a top-level co-ordination mechanism, which meets two to four times a year to deal with strategic issues.“ (OECD 2008: 49). Trotz, oder besser gesagt gerade wegen dieser zurückhaltenden Medienpräsenz kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei dieser Gruppe nicht um Zusammenkünfte weltfremder und seniler Parteifunktionäre handelt, sondern dass hier die grundlegenden Entscheidungen über die chinesische Innovations- und Leap-Frog-Strategie und damit auch über die BEV-Strategie- und -Politik getroffen werden.

4.3.1.2 Programme

In den letzten 30 Jahren haben die chinesischen Führungsgremien mehr als 20 Programme für eine innovations- und leapfrogorientierte High-Tech-Politik beschlossen (Werner 2010: 7), die inhaltlich tief gestaffelt und methodisch breit gefächert sind. Unter diesen Programmen sind folgende sechs für die BEV-Entwicklung von besonderer Bedeutung:

- die 5-Jahres-Pläne
- das 863-Programm
- das 973-Programm
- das National Key Technologies R&D Programm
- der Fackelplan (Torch-Programm)
- spezielle BEV-Programme

Diese fünf Programme sollen im Folgenden stichpunktartig umrissen werden.

5-Jahrpläne

In China traten seit der Gründung der Volksrepublik bislang 12 Fünf-Jahrpläne in Kraft. Der erste Fünf-Jahrplan umfasste die Periode von 1952-1957. Der gegenwärtige zwölfte Fünf-Jahrplan wurde in diesem Jahr beschlossen und läuft bis 2015. Eine nicht nur symbolisch-terminologische, sondern auch inhaltliche Neugestaltung dieser Pläne setzte mit dem 11. Fünfjahrplan ein. Seit 2006 werden diese Programme nicht mehr als Pläne, sondern als Guideline bezeichnet, womit auch eine neue Stufe des chinesischen Reformprozesses zum Ausdruck gebracht werden soll. Die zentralen Fünf-Jahrpläne werden jeweils durch regionale und örtliche Fünfjahrpläne konkretisiert und ergänzt, die in der Verantwortung der Provinzregierungen konzipiert und realisiert werden.

Die Fünf-Jahrpläne sind aggregierte gesamtgesellschaftliche Programme, in denen die zentralen Aufgaben einer 5-Jahres-Periode für alle Bereiche der Gesellschaft formuliert sind. Sie stellen sozusagen das Hauptrahmenprogramm dar. Wenn Ziele und Aufgaben in diese Dokumente Eingang finden, ist dies zugleich Ausdruck für den Stellenwert, den sie in der Politik des Landes besitzen. Die für die Entwicklung der BEV-Leap-Frog-Strategie relevanten Fünf-Jahrpläne sind die letzten drei, also der 10., 11. und 12., ansatzweise auch schon der 9. Fünf-Jahrplan. Im Kapitel 2 wurde gezeigt, dass die Entwicklung und Markteinführung der BEV im laufenden Fünf-Jahrplan nicht nur als eine Aufgabe neben anderen erwähnt wird, sondern dass ihnen im Rahmen der 7 SEI's, also der 7 Strategic and Emerging Industries, eine zentrale Bedeutung beigemessen wird.

863-Programm

Der Name dieses Programms leitet sich aus dem Datum seiner Einführung ab. Dies war der März 1986, also 86/3 nach dem chinesischen Datumsformat. Das 863-Programm, auch National High-Tech R&D Programm genannt, entstand auf persönliche Initiative Deng Xiaopings (MOST 2011), wurde im Verlaufe des 7. Fünf-Jahrplans eingeführt und dann im Verlauf von drei Fünf-Jahrplänen schrittweise mit diesen synchronisiert und in diese integriert (ebd.). Das 863-Programm ist auf die Entwicklung bestimmter Hochtechnologiesektoren fokussiert, die für China im Hinblick auf die technische, sozio-ökonomische und militärische Entwicklung von strategischer Bedeutung sind und bei denen ein Leap-Frog organisiert werden soll (ebd.).

Eine der Schlüsseltechnologien, auf deren Förderung dieses High-Tech-Programm von Anfang an ausgerichtet war, ist die Energietechnologie. Im abgelaufenen 11. Fünfjahrplan (2006-2010) konzentrierte sich die Förderung dieser Technologie auf vier Bereiche, und zwar auf die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (33%), die Erhöhung der Energie-Effizienz (33%), die „saubere“ Kohletechnologie (20%) sowie auf erneuerbare Energien (13%) (Thornley et al. 2011: 5). Im Rahmen dieser Förderung wurde auch zunehmend die Clean-Vehicle-Forschung vorangetrieben (zu einer exemplarischen Projektaufstellung siehe Knie 2006: 188-192). Hauptverantwortlich für das 863-Programm ist das MOST.

973-Programm

Ähnlich wie das 863-Programm, verdankt auch das 973-Programm seinen Namen dem Datum seiner Einführung. Es wurde erstmalig 1997 aufgelegt. Dieses Programm, auch National Basic Research Programm genannt (NBRP 2011a), ist auf die Stärkung der Grundlagenforschung fokussiert. Auch bei der Konzipierung und Realisierung dieses Programms ist das MOST hauptverantwortlich. Daneben ist auch die chinesische Natural Science Foundation (NSFC) in die Koordinierung dieses Programms einbezogen. Neben der zielgerichteten Stärkung der Grundlagenforschung konzentriert sich das 973-Programm auch auf den Ausbau der interdisziplinären Zusammenarbeit in der Grundlagenforschung sowie um einen stärkeren Anwendungsbezug der Grundlagenforschung.

Auch im Rahmen des National Basic Research Programms werden BEV-relevante Themen bearbeitet. Dies geschieht zum einen im Bereich „Energy“. Hier werden beispielsweise Projekte wie „Basic study to the low cost and high density energy storage system for electric vehicle“ gefördert (NBRP 2011b). Zum anderen im Bereich „Materials“, wo unter anderem grundlagentheoretische Probleme der seltenen Erden bearbeitet werden (Hurst 2010: 7), die, wie im Kapitel 3 gezeigt, eine enorme Bedeutung für die globale BEV-Entwicklung und Markteinführung haben.

National Key Technologies R&D Program

Das erstmalig 1982 eingeführte National Key Technologies R&D Program, das seit 2006 auch unter dem Namen „National Science & Technology Support Program“ firmiert (Werner 2010: 7), ist in erster Linie darauf fokussiert, die Technologieentwicklung in den traditionellen Industrien voranzutreiben und dadurch die Transformation dieser Industrien zu beschleunigen (OECD 2008: 79, 459, 475). An der Konzipierung und Koordinierung dieses Programms sind neben dem MOST auch eine ganze Reihe anderer Institutionen beteiligt (Knie 2006: 163).

Obgleich es auf den ersten Blick nicht zu vermuten ist, werden auch im Rahmen des National Key Technologies R&D Programms BEV-relevante Themen bearbeitet. Hierzu gehört zum Beispiel das Projekt „Key Basic Parts & General Components“, das sich unter anderem mit Problemen der technischen Standardisierung und Spezifikation sowie der Testmethoden und Testsoftware beschäftigt und aus dem eine Vielzahl in- und ausländischer Patente sowie diverse Teststrecken für Pilotproduktionen hervorgegangen sind (CBN 2011).

Die Bedeutung dieses Programms sollte nicht unterschätzt werden. Erinnerung sei hier nur an zwei Punkte, die im Kapitel eingehender diskutiert wurden: Erstens an das Problem der Zulieferinfrastruktur für die BEV-Firmen, die noch sehr ungenügend ist und die Firmen wie beispielsweise BYD dazu bewegt hat, eine hohe vertikale Wertschöpfungskette zu installieren und schlicht so viel wie möglich selbst zu machen, um die notwendigen Qualitätsstandards halten zu können. Und zweitens sei an die Bedeutung der Gewinnung, Verfügbarkeit und Produktion sonstiger Materialien wie etwa Aluminium oder Kupfer erinnert, die Innovations-, Qualitäts- und Effizienzschübe in traditionellen Industriezweigen notwendig macht.

Fackelplan (Torch-Programm)

Der Fackelplan, auch Torch-Programm genannt, wurde 1988, zwei Jahre nach dem 863-Programm eingeführt (China Guide 2011). Dieser Plan ist auf die „Kommerzialisierung, Industrialisierung und Internationalisierung von Hochtechnologie-F&E“ (Werner 2010: 7) fokussiert. Neben dem 863- und dem 973-Programm bildet das Torch-Programm die dritte Planungssäule der chinesischen Wissenschafts- und Technikentwicklung für die das MOST verantwortlich zeichnet. Der Fackelplan ist insbesondere im Hinblick auf die Vernetzung der verschiedenen Innovationsakteure von zentraler Bedeutung, was auch und gerade für die chinesische BEV-Entwicklung sehr wichtig ist, wie im Kapitel 3 gezeigt wurde.

Im Rahmen des Torch-Programms wurden zwei wichtige Instrumente der wissenschaftlich-technischen Innovationspolitik Chinas implementiert: Zum einen 56 staatliche Hochtechnologie-Experimentierzonen (HTEZ), in denen Universitäten, Forschungslabore und High-Tech-Unternehmen miteinander vernetzt werden und an gemeinsamen Schlüsseltechnologischen Projekten arbeiten. Zum anderen 37 Inkubatoren für die Förderung

von neuen High-Tech-Unternehmen (Werner 2010: 7/8). Ziel dieser HTEZ und der Start-Up-Inkubatoren ist es, sowohl den internationalen als auch den regionalen Technologietransfer zu erleichtern (OECD 2008: 461)

Spezielle BEV-Programme

Zu den speziellen BEV-Programmen gehört beispielsweise das von Prof. Wan Gang ins Leben gerufene und im Kapitel 2 bereits beschriebene „Ten Cities, Thousand Vehicles“-Programm, auf das weiter unten sowie im Kapitel 5 noch näher eingegangen wird. Auch der bereits mehrfach erwähnte, zurzeit noch in der Diskussion befindliche MIIT-Plan „The National Development Plan of the Energy-Saving and New Energy Vehicle Industry of China (2011-2020)“ (MIIT 2011), der ebenfalls schon mehrere Male zur Sprache kam, gehört in diese Programmkategorie.

Neben den hier skizzierten Programmen gibt es noch eine Reihe weiterer Pläne, die auch Verbindungen zur Entwicklung und Markteinführung der BEV aufweisen, hier jedoch nicht weiter diskutiert werden können. Führt man sich nur einmal die hier kurz vorgestellten Programme vor Augen, ist unschwer zu erahnen, dass es eines sehr qualifizierten Programmmanagements bedarf, um diese Pläne aufeinander abzustimmen und Synergieeffekte statt Doppelarbeit zu organisieren. Dies umso mehrmals diese verschiedenen Programme nicht trennscharf auseinanderfallen, sondern es oft viele Überschneidungen gibt (Werner 2010: 8). Die verschiedenen Programme unterliegen einer ständigen Evaluation, die schon sehr früh zum Gegenstand wissenschaftspolitischer Untersuchungen geworden ist (Bao/Zhang/Li 2002) und die auch in neuerer Zeit sehr eingehend analysiert werden (OECD 2008).

Aus dieser nun über 30jährigen Erfahrung mit der Konzipierung, Implementierung und Realisierung von wissenschaftlich-technischen Innovationsprogrammen erwächst eine Lernkurve im Programm-Management, die in Abbildung 61 nach einer OECD-Untersuchung dargestellt ist. Solche Lernkurven schlagen sich auch in einem immer qualifizierter werdenden Programm-Management bei der Entwicklung und Markteinführung der BEV nieder, worauf im Folgenden bei der Skizzierung der BEV-relevanten politischen Prozesse näher eingegangen wird.

Lernkurve beim Management von Innovationsprogrammen

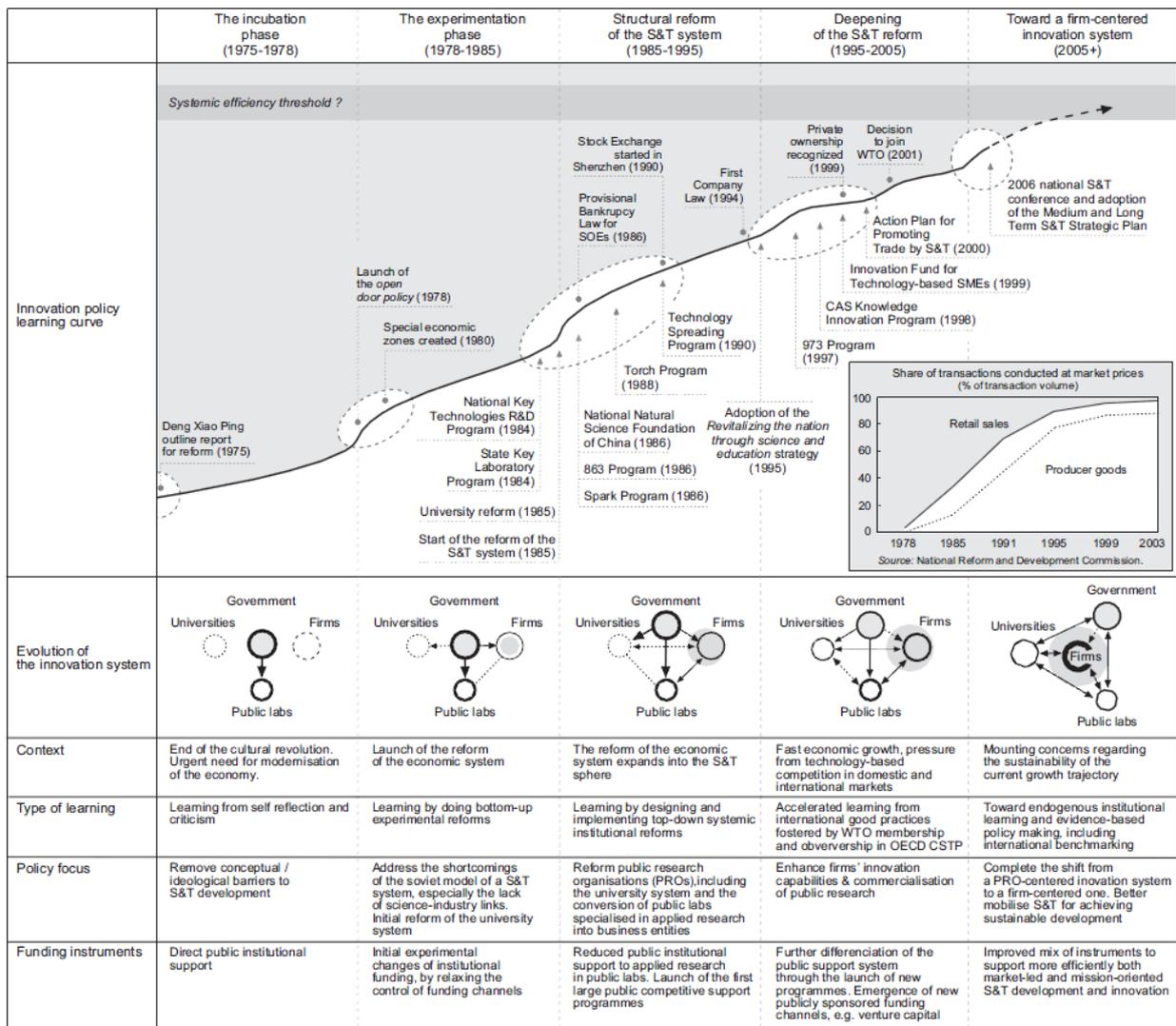


Abbildung 61: (OECD 2008: 45).

4.3.2 Politische Prozesse: BEV-Initiativen - Überblicke und Einblicke

Nachdem zuvor die wichtigsten Strukturen der chinesischen BEV-Leap-Frog-Politik umrissen wurden, nämlich zum einen die zentralen Institutionen, die für die Entwicklung und Markteinführung der BEV verantwortlich zeichnen und zum anderen die grundlegenden Programme, in deren Rahmen der BEV-Leap-Frog organisiert werden soll, geht es nun darum das Zusammenspiel dieser Institutionen und Programme etwas eingehender zu betrachten.

Erfreulicherweise gibt es bereits eine ganze Reihe von Untersuchungen, in denen dieses Zusammenspiel aus verschiedenen Perspektiven fokussiert und sehr anschaulich beschrieben wird. Im Folgenden werden exemplarisch drei Aspekte etwas eingehender

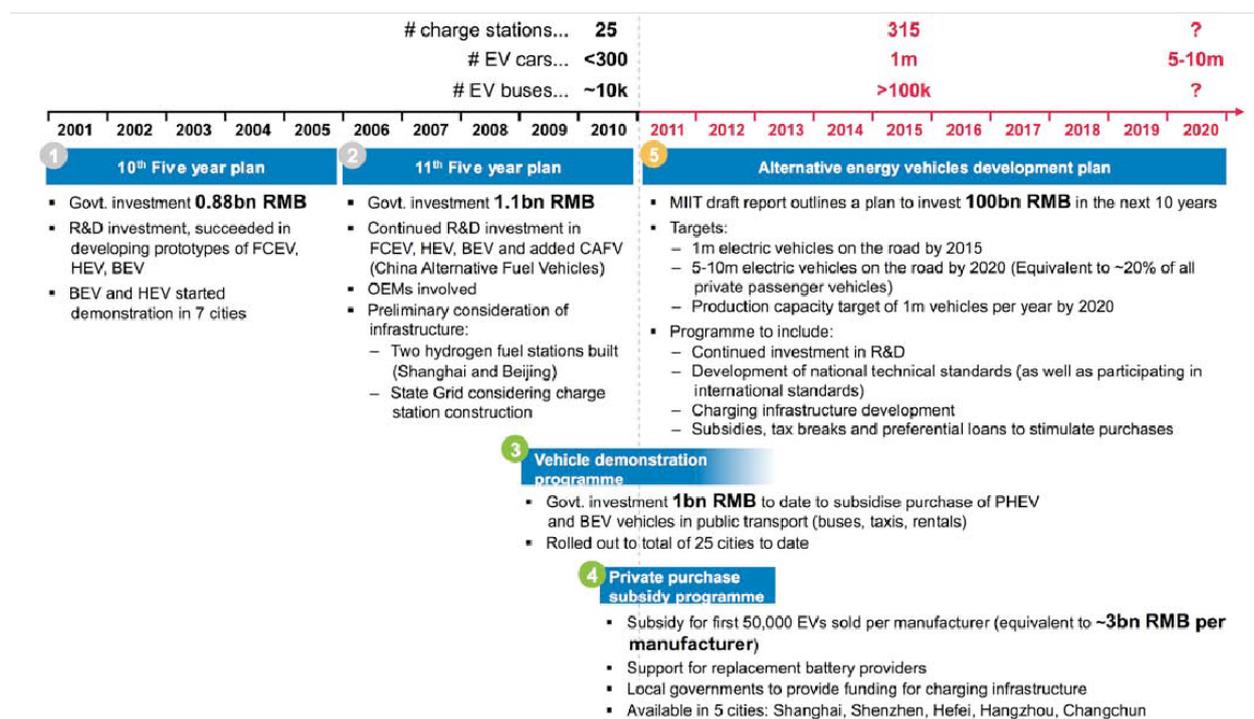
beleuchtet, die auch für die zukünftige chinesische BEV-Leap-Frog-Politik bedeutsam sind, und zwar eine Roadmap-Übersicht, die Beschreibung der legendären 3x3-Matrix und eine Darstellung des Standard-Drucks.

Roadmap-Übersicht

Die Anfänge einer systematischen chinesischen BEV-Leapfrogpolitik reichen bis in die 90er Jahre zurück, als die chinesische Regierung das Ziel proklamierte, die Autoindustrie Chinas zu einer Weltklasse Autoindustrie zu entwickeln (Finpro 2010: 3). Seitdem ist dieses Ziel einschließlich der BEV-Entwicklung in jedem der Fünf-Jahrpläne (10., 11. und 12. Fünf-Jahrplan) fest verankert.

Einen ersten groben Überblick über die wichtigsten Etappen der bisherigen und der geplanten BEV-Politik gibt folgende Grafik des World Economic Forum:

Überblick über die Roadmap der chinesischen BEV-Politik



Note: BEV = Battery-powered Electric Vehicles; HEV = Hybrid Electric Vehicles; PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicles; FCEV = Fuel Cell Electric Vehicles
 MIIT, Ministry of Industry and Information Technology, China

Abbildung 62: (WEF 2011: 58).

Diese erste Übersicht liefert eine grobe Orientierung und bedarf selbstredend weiterer Vertiefungen und Differenzierungen. Solche Vertiefung liefert zunächst die China-Fallstudie des World Economic Forum, der diese Darstellung entnommen ist. Dort werden die einzelnen Etappen noch mit einer Vielzahl von Daten und Fakten komprimiert unterlegt

(WEF 2011: 58-59). Eine detaillierte Aufstellung wichtiger Meilensteine der chinesischen BEV-Politik von 1999 bis 2010 gibt Sun Lin in tabellarischer Form in seinem ITEC Working Paper (Lin 2010: 22-26).

3x3-Matrix

Die sogenannte 3X3-Matrix wurde in der Vergangenheit in sehr unterschiedlichen Analysen untersucht, in wechselnden Formen dargestellt und aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet (so etwa bei Knie 2006: 169; Minggao 2009: 16-17; Synergistics 2009: 12-13; booz&co 2010: 16; Early et al. 2011: 3). Der Grund für diese häufige Bezugnahme besteht darin, dass die 3x3-Matrix geradezu als paradigmatisches Beispiel für das Zusammenspiel verschiedener Institutionen und Programme bei der BEV-Leapfrogpolitik gelten kann.

In der 3x3-Matrix, die auch als „Drei Säulen/Drei Balken“ Mega-Projekt oder als „3 Horizontal/3 Vertikal“-Programm bezeichnet wurde, geht es darum, dass eine bestimmte Modul-Strategie bei der Forschung und Entwicklung verfolgt wird. Und diese Modul-Strategie ist doppelt fokussiert: Zum einen auf drei unterschiedliche Green-Car-Typen, nämlich auf FCEV, HEV und BEV. Zum anderen auf drei Schlüsseltechnologien, die in allen drei Fahrzeugtypen zum Einsatz kommen, und zwar das Steuerungssystem, das Antriebssystem und die Batterietechnik. Einen einfachen, zusammenfassenden Überblick über die Kernstruktur der 3x3-Matrix gibt folgende Darstellung:

Kernstruktur der 3x3-Matrix

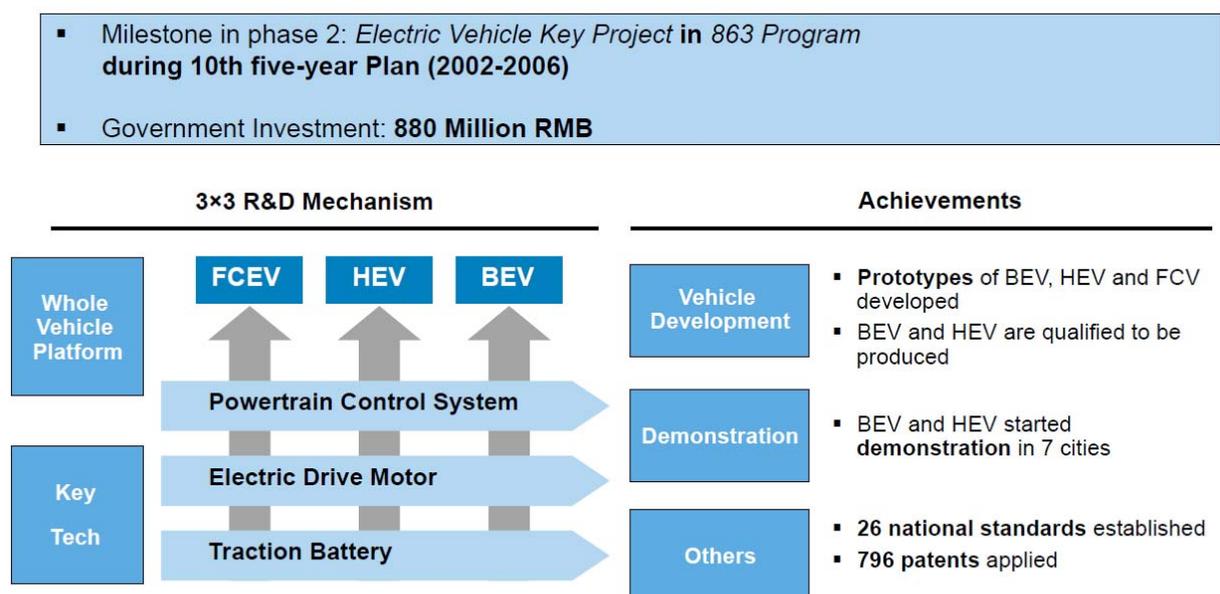


Abbildung 63: (Synergistics 2009: 18).

Ausgehend von dieser Matrix wurde dann ein erweitertes Modell entwickelt, das in folgender Grafik dargestellt ist:

Erweiterte Kernstruktur der 3x3-Matrix

- Milestone in phase 3: *Energy Saving and New Energy Vehicle Key Project in 863 Program during 11th five-year Plan (2006-2010)*
- Government Investment: **1.1 Billion RMB (for 2006-2008)**

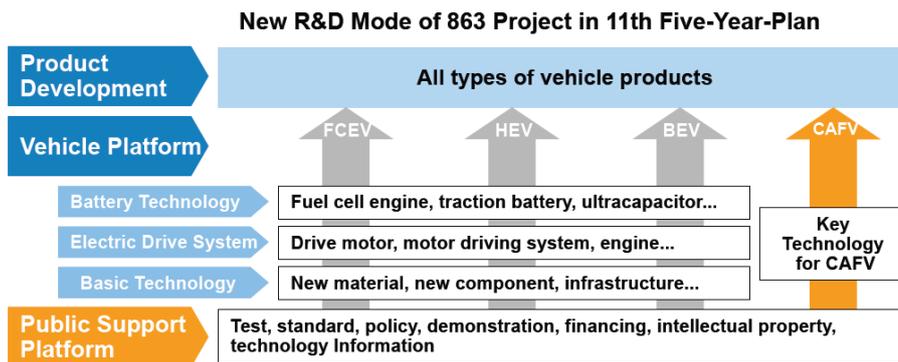


Abbildung 64: (Synergistics 2009: 19).

Interessant ist nun, ausgehend von dieser 3x3-Matrix die dazugehörigen Programme und Projekte zu betrachten. Im Hinblick auf die FCEV wurde eine entsprechende Aufstellung erarbeitet (Knie 2006: 188-192), die zeigt, dass diese Matrix nicht nur im Rahmen des entsprechenden MOST-Hauptprogramms 863 sondern auch mit Hilfe anderer Programme und in Zusammenarbeit mit anderen Ministerien realisiert wurde. Eine tiefer gehende Analyse der 3x3-Matrix im Hinblick auf ihre Ziele, Ergebnisse und Managementmethoden würde ebenso tiefe wie konkrete und praxisnahe Einblicke in die Stärken und Schwächen der chinesischen BEV-Leapfrogpolitik liefern.

Standard-Druck

Ein wichtiger Bereich, über den die Politik Einfluss auf die Entwicklung und Markteinführung der BEV nehmen kann, ist die Standardisierung. Wie bereits im Kapitel 3 gezeigt, verfolgen einige Provinzregierungen, wie beispielsweise die Pekinger und Shanghaier Regierung unter dem Druck der enormen lokalen Luftverschmutzung eine Strategie die sich etwas burschikos als Strategie von „Zuckerbrot und Peitsche“ beschreiben ließe: BEV-Entwicklungen und BEV-Käufe werden - gemessen an Deutschland - mit üppigen Zuschüssen und/oder Steuervorteilen sowie weiteren Annehmlichkeiten gefördert, während der Einsatz von klassischen ICE erschwert und verteuert wird. Momentan fällt die Balance zwischen Zuckerbrot und Peitsche noch zu Gunsten des Zuckerbrots aus, aber die oben diskutierten

Beispiele zeigen, dass sich diese Balance auch sehr schnell in die andere Richtung verschieben kann. Zu dem „Peitschen“-Instrumentarium gehört auch die Durchsetzung von Abgasvorschriften. Auf diesem Gebiet hinkt China den westlichen Industrieländern noch eindeutig hinterher, wie die folgende Tabelle über die Entwicklung der Implementationsdifferenz von Abgasvorschriften zeigt:

Implementationsdifferenz Europa/China

Standards	Year of implementation in China	Year of implementation in Europe	Difference of time (year)
Before EURO	1993	1973	20
EURO I	2001	1992	9
EURO II	2004	1996	8
EURO III	2008	2000	8
EURO IV	2010	2004	6

Abbildung 65: (Lin 2007: 20).

Vergleich der Einführung europäischer Abgasvorschriften in den BRIC-Staaten

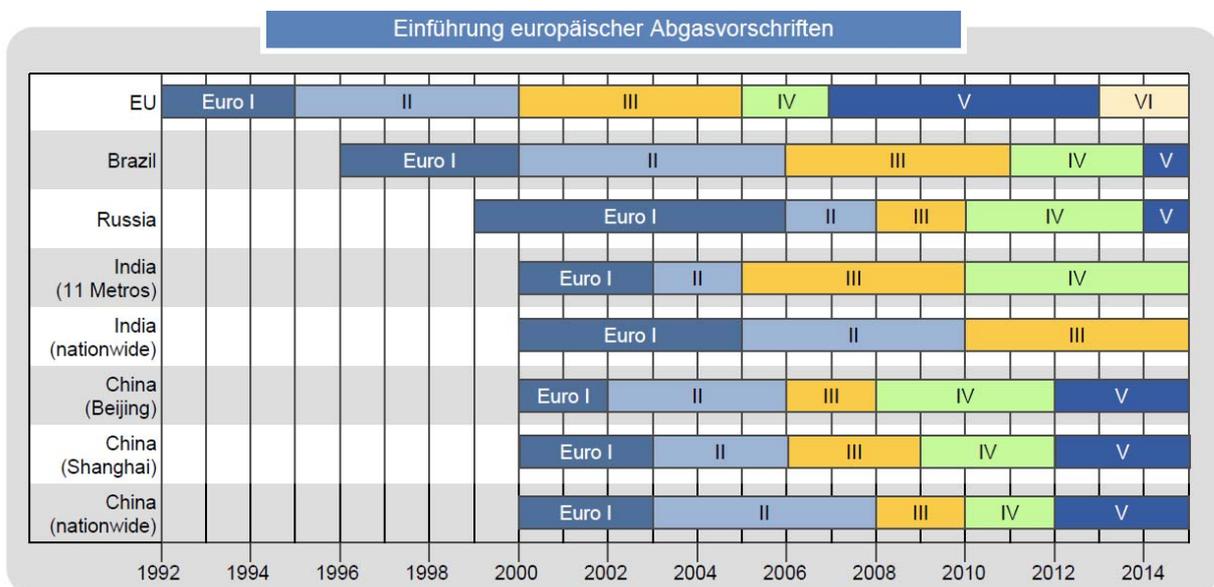


Abbildung 66: (Janssen 2010: 2).

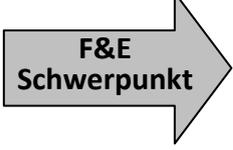
Abbildung 65 zeigt allerdings nicht nur, dass nach wie vor eine Implementationsdifferenz zwischen Europa und China besteht, sondern macht auch deutlich, dass sich diese Differenz

von 20 Jahren 1993 auf 6 Jahre 2010 verringert hat. Und wenn man nun noch ein Vergleich mit anderen BRIC-Staaten anstellt und sich die Implementationsziele für die nächsten Jahre ansieht, dann ergibt sich das in Abbildung 66 gezeigte Bild. Daraus wird dreierlei ersichtlich. Erstens, verringert sich die Implementationsdifferenz zwischen Europa und China weiter, wenn die angestrebten Zieltermine eingehalten werden. Zweitens verringern sich die Implementationsdifferenzen innerhalb Chinas und werden ab 2012 verschwunden sein. Drittens schließlich kann sich China im Vergleich zu den anderen BRIC-Staaten in den kommenden Jahren einen zunehmenden Implementationsvorsprung herausarbeiten. Die Durchsetzung der Abgasvorschriften sowie darauf aufbauende weitere Restriktionen können gerade in den urbanen Ballungsräumen die Markteinführung von BEV wesentlich erleichtern, indem sie deren Nutzung gegenüber den ICE-Fahrzeugen attraktiver machen.

Allein diese wenigen ausgewählten Beispiele zeigen, dass China bei der Umgestaltung seines Innovationssystems nicht nur enorme Fortschritte gemacht hat, sondern alles deutet darauf hin, dass das Reich der Mitte dieses Transformationstempo auch weiterhin beibehalten und sogar noch steigern kann (Werner 2010: 19). Mit einer eurozentristischen Innovationsperspektive, die das europäische Politik- und Innovationsverständnis zum Maßstab aller Dinge macht, wird es allerdings nicht gelingen, die Spezifik des chinesischen Innovationssystems zu verstehen. Dies gilt auch und gerade für die BEV, wie das nächste Kapitel zeigen wird.

4.4 Gegenüberstellung des politischen Umfelds in Deutschland und China

Die ergriffenen Maßnahmen in Deutschland und China sind vergleichbar mit denen, die bereits im internationalen Umfeld auf den Weg gebracht wurden, enthalten aber auch einige spezifische Aspekte, wie folgende Zusammenstellung deutlich macht:

Kernpunkte	Deutschland	China
 <p>Programm und Ziele</p>	<p><u>Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität (2009-2020)</u></p> <p><i>Drei Entwicklungsphasen:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marktvorbereitung (500 Mio. Euro Konjunkturpaket II) 2. Markthochlauf (1 Mrd. Euro Regierungsprogramm Elektromobilität) 3. Volumenmarkt: Ziel: 1 (PH)EV bis 2020 und 6 Mio. PH(EV) bis 2030. 	<p><u>12. Fünf-Jahres-Plan (2010-2015)</u></p> <p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 Mio. (PH)EV bis 2015 • 5 Mio. (PH)EV + 15 Mio. HEV bis 2020 • Produktionskapazität: 0,5 Mio (H)EV bis 2011 und von 1 Mio. bis 2020 <p>Förderbudget: ca. 12 Mrd. Euro (100 Mrd. RMB) für das Thema "Clean/New Energy Vehicles"</p>
 <p>Fördermittel</p>	<p><u>Themen + Mittel aus KoPall:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Batterieentwicklung - ca. 125 Mio. Euro • Fahrzeugbau/-technik (E-Motor, Elektronik, etc.) – 45 Mio. Euro • Netzintegration BEV - ca. 80 Mio. Euro 	<p><u>Themen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Batterieentwicklung • Antrieb/Elektromotor; Elektronik/Steuerung • Fahrzeugentwicklung
 <p>F&E Schwerpunkt</p>		

Kernpunkte	Deutschland	China
 <p>Marktentwicklung</p>	<p><u>Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen – moderate Marktunterstützung</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Vorwiegend Demonstrations- und Infrastrukturprojekte – 250 Mio. Euro (KoPall)• Ordnungspolitischer Rahmen (Normung, Qualifizierung, Rohstoffe, Recht)• Finanzielle Anreize sehr verhalten ausgeprägt, lediglich Steuererleichterungen und• nicht-monetäre Anreize (Busspuren, Parkplätze)• Teilweise Nachfrage durch öffentliche Hand	<p><u>Enorme Marktanreize</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Kaufanreize von bis zu 6.600 Euro pro Fahrzeug + regionale Zuschüsse, Steuererleichterungen• Symbolische Flottenpolitik• Groß angelegte Demonstrationsprojekte mit mehreren 1000 EV und Mrd. Investitionen in Infrastruktur bis 2020• Strenge Regularien• (Einfahrverbote, Abgasvorschriften (EU-Standard von 2007!))• Standardisierung

5. Markteinführung der BEV als fundamentale systemische Innovation

Im Folgenden wird die Markteinführung der BEV vertiefend aus einer innovationstheoretischen Perspektive betrachtet. Dazu werden zunächst Begriff, Typen und Systematik von Innovationen betrachtet (Kapitel 5.1.). Ausgehend davon wird anhand einiger exemplarischer Beispiele das Innovationsmanagement bei der BEV-Markteinführung in China (Kapitel 5.2.) und Deutschland (Kapitel 5.3.) analysiert und anschließend miteinander vergleichend in Beziehung gesetzt (Kapitel 5.4.).

5.1 Innovationen: Begriff, Typen und Systematik

Begriff

Innovation ist ein „schillernder, ein modischer Begriff“ (Hauschildt 1993: 3). Er gehört zur Kategorie „der sowohl schlecht-definierten, wie schlecht-strukturierten Probleme“ (Marr 1980: 952). Dies meint nicht, dass es etwa an Definitions- und Strukturierungs-Versuchen fehlen würde. Ganz im Gegenteil, die Zahl derartiger Versuche ist unüberschaubar und wächst ständig weiter an (Hauschildt 1993: 4-6; Wartburg 2000: 37-213; Braun-Thürmann 2005). Der springende Punkt besteht vielmehr darin, dass es keinen allgemein verbindlichen Konsens über den Inhalt und die Verwendung des Terminus „Innovation“ gibt (Debus 2002, 92). Der kleinste gemeinsame Nenner der divergierenden Ansätze besteht darin, dass es bei Innovationen im Kern immer um „Neues“ oder „Neuartiges“, um „Neuerung“ oder „Erneuerung“ geht, also um etwas, „das bisher in dieser Form nicht bestanden hat“ (Helm 2001, 47). Bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts war der Begriff Innovation in Deutschland weitgehend unbekannt und ungebräuchlich. Erst mit der deutschen Übersetzung von Schumpeters Werk „Business Cycles“, Anfang der 60er Jahre, in dem es auch ein Kapitel über die „Theorie der Innovation“ gibt, fand dieser Terminus auch Eingang in die deutsche Wissenschafts- und Alltagssprache. In seiner „Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung“ (Schumpeter 1987) gibt Schumpeter eine inhaltliche Bestimmung des Innovationsbegriffs, die bis heute nicht nur den ökonomischen, sondern den gesamten Innovations-Diskurs entscheidend prägt (Borchert/Goos/Hagenhoff 2003: 14; Wartburg 2000: 42; Billing 2003: 10). Für ihn handelt es sich bei einer Innovation immer um die „Durchsetzung neuer Kombinationen“ (Schumpeter 1987: 100), wobei er dabei fünf Fälle unterscheidet (Schumpeter 1987, 100-101), nämlich die Herstellung eines neuen Gutes, die Einführung einer neuen Produktionsmethode, die Erschließung eines neuen Absatzmarktes, die Eroberung einer neuen Bezugsquelle von Rohstoffen und die Durchführung einer Neuorganisation. Schumpeters Ansatz liegt, direkt oder indirekt, vielen Innovationsklassifizierungen zugrunde.

Typen

Wie bei den Begriffsbestimmungen, gibt es auch bei den Klassifizierungen der Innovationen ein sehr breites Spektrum unterschiedlicher konzeptioneller Ansätze, die sich teilweise berühren und überschneiden (Bellmann/Haritz 2001, 273; Dinges 2001; Billing 2003, 11-15). Die von uns hier verwendete Typisierung ist vergleichsweise elementar. Sie erhebt nicht den Anspruch innovationstheoretischer Allgemeingültigkeit, sondern orientiert sich ausschließlich an dem Ziel, die Markteinführung der BEV unter dem Gesichtspunkt des Innovationsmanagements zu analysieren. Dazu greifen wir auf eine grundlegende Unterscheidung und vier Leitdifferenzen zurück. Die grundlegende Unterscheidung geht auf Schumpeter zurück und betrifft die Trennung von „Invention“ und „Innovation“. Diese Unterscheidung wird schon sehr lange und eingehend aus unterschiedlichen Perspektiven diskutiert (Brozen 1951; Maclaurin 1953; Ruttan 1959). Eine Innovation ist nicht nur mehr, sondern auch etwas qualitativ anderes als eine Invention, also die bloße Erfindung oder Entdeckung. Inventionen sind nur dann Innovationen, wenn sie sich gesellschaftlich, vor allem wirtschaftlich durchsetzen (Debus 2002, 95; Borchert/Goos/Hagenhoff 2003, 14; BMBF 2006). Oder, formelhaft verkürzt formuliert:

- innovation = „commercialization of invention“ (Kirchhoff/Walsh 2000: 328)
- „innovation = invention + exploitation“ (Roberts 1987: 3)

Vor dem Hintergrund der Unterscheidung zwischen Invention und Innovation lassen sich nun vier Leitdifferenzen entwickeln, die es ermöglichen, die Markteinführung der BEV unter dem Gesichtspunkt des Innovationsmanagements in den Blick zu bekommen.

Die erste Leitdifferenz betrifft den Innovations-Fokus. Hier können wir zwischen technischen und sozialen Innovationen (Zapf 1989) unterscheiden. Häufig werden Innovationen immer noch auf technische Innovationen reduziert, wobei nicht nur übersehen wird, dass es soziale Innovationen gibt, sondern dass diese oft über die Karriere technischer Inventionen und Innovationen entscheiden (Howaldt/Jacobsen 2010). Nicht selten scheitern technische Innovationen an mangelnden sozialen Innovationen.

Die zweite Leitdifferenz betrifft das Innovations-Paradigma. Ausgehend von Untersuchungen zum Charakter technischer Innovationsprozesse in der Automobilindustrie und des dabei entwickelten Begriffs der „Stagnovation“ (Canzler/Marz 1997), unterscheiden wir zwischen stagnativen und nicht-stagnativen Innovationen. Zu den stagnativen Innovationen gehören all jene Innovationen, die lediglich den konventionellen Verbrennungsmotor optimieren. Nicht-stagnative Innovationen sind jene, die das Paradigma des klassischen thermischen Antriebs nicht stabilisieren, sondern entweder kraftstoff- und/oder antriebsseitig auflösen. Die Unterscheidung zwischen stagnativen und nicht-stagnativen Innovationen sagt nichts über das technische Niveau der Innovationen aus. So können beispielsweise aus einer ingenieurtechnischen oder wirtschaftlichen Perspektive stagnative Innovationen durchaus komplexer, wertvoller oder höherrangiger sein als nicht-stagnative. Dies wird sehr schnell deutlich, wenn man sich einmal das Feld der stagnativen Innovationen vergegenwärtigt, angefangen von motortechnologischen Neuerungen wie die Direkteinspritzung in Verbindung mit Schichtladebetrieb über variable Ventilsteuerzeiten,

Zylinderabschaltung und Reduzierung der Leerlaufdrehzahl bis hin zu Turboladern oder automatisierten Schaltgetrieben mit großer Getriebespreizung (SRU 2005: 7-8).

Die dritte Leitdifferenz betrifft den **Innovations-Grad**. Hier unterscheiden wir zwischen inkrementellen und fundamentalen Innovationen. Während es sich bei inkrementellen Innovationen um kleine, kontinuierlich stattfindende Neuerungen handelt, stellen fundamentale Innovationen große, diskontinuierlich auftretende Innovationen dar (Hauschildt 1993: 12; Becker 2004: 94-97). Inkrementelle Innovationen sind Verbesserungs-Innovationen, fundamentale Innovationen sind signifikante, richtungsändernde Basis-Innovationen (Konrad/Scheer 2003: 2; Debus 2002: 92-93; Kroy 1995; Deutsch 1949: 26). Oder, zugespitzt formuliert: Inkrementelle Innovationen sind „Innovatiönchen“ (Braun/Feige/Sommerlatte 2001), fundamentale Innovationen sind „Quantensprünge“ (Nill/Konrad 2001: 28; Weider/Marz 2005; Knie 2006: 55-58, 119-207.)

Die vierte Leitdifferenz betrifft die **Innovations-Reichweite**. Hier greifen wir auf Arbeiten zu Innovations-Frameworks (Abernathy/Clark 1985; Henderson/Clark 1990) und Systeminnovationen (Konrad/Scheer 2003) zurück und unterscheiden zwischen modularen und systemischen Innovationen. Modulare Innovationen betreffen das einzelne Kraftfahrzeug. Systemische Innovationen reichen darüber hinaus und betreffen die infrastrukturellen Netze, in denen die Fahrzeuge eingebettet sind.

Abbildung 67 gibt zunächst einen zusammenfassenden Überblick über die zuvor entwickelten Leitdifferenzen und Innovations-Typen.

Systematik

Ausgehend von der zuvor getroffenen grundlegenden Unterscheidung zwischen Invention und Innovation sowie den im Anschluss daran entwickelten vier Leitdifferenzen, ist es nun möglich, eine Systematik für die innovationstheoretische Analyse der BEV-Markteinführung zu entwickeln.

Die Innovations-Typen stehen nicht beziehungslos nebeneinander. In vielen innovationstheoretischen Arbeiten werden Zusammenhänge zwischen diesen Typen, insbesondere zwischen inkrementellen, fundamentalen, modularen und systemischen Innovationen herausgearbeitet. Dies geschieht aus verschiedenen konzeptionellen Perspektiven und auch mit unterschiedlichen Terminologien. Dabei werden diese Innovations-Typen vielfach über Zwei-Felder- (Leifer 2005: 14), Vier-Felder-(Abernathy/Clark 1985: 8; Debus 2002: 97; Gambardella 2006: 14) oder Mehr-Felder-Matrizen (Kroy 1995: 9) miteinander in Beziehung gesetzt. Ausgehend von diesen Überlegungen sind in Abbildung 68 vier Verbindungslinien zwischen diesen Innovations-Typen dargestellt, die eine weitere Differenzierung und Systematisierung der bisher entwickelten Innovations-Typologie gestatten.

Leitdifferenzen und Innovations-Typen

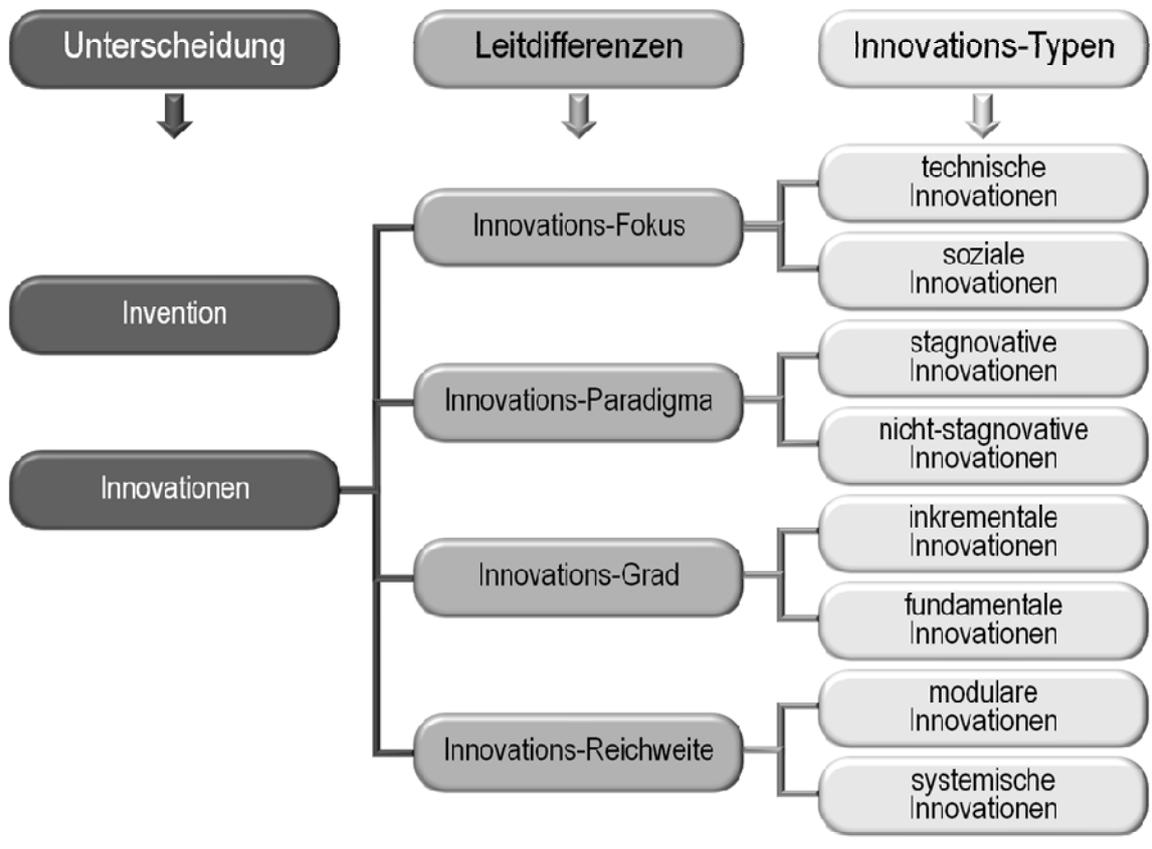


Abbildung 67: Eigene Darstellung, (Aigle/Marz 2007: 28)

Diese vier Verbindungslinien zwischen inkrementellen, fundamentalen, modularen und systemischen Innovationen ermöglichen zweierlei: Einerseits lassen sich so inkrementelle und fundamentale Innovationen auch im Hinblick auf ihre jeweilige Reichweite unterscheiden. Inkrementelle und fundamentale Innovationen 1. Grades besitzen nur eine begrenzte, nämlich modulare Reichweite. Sie betreffen lediglich die Technologie des einzelnen Fahrzeugs. Inkrementelle und fundamentale Innovationen 2. Grades besitzen demgegenüber eine größere, und zwar systemische Reichweite. Sie betreffen nicht nur das einzelne Fahrzeug, sondern darüber hinaus auch die infrastrukturellen Netze, in die die Fahrzeuge eingebettet sind. Andererseits gestatten es diese vier Verbindungslinien umgekehrt auch, den Innovationsgrad von modularen und systemischen Innovationen zu bestimmen. Sowohl modulare (1. Grad) als auch systemische (2. Grad) Innovationen können jeweils inkrementell oder fundamental sein.

Auf der Grundlage dieser Unterscheidungen ist es möglich, die verschiedenen motor- und kraftstofftechnologischen Innovationen im Fahrzeugbau zu systematisieren, zu clustern (Dierkes/Marz/Aigle 2009) und sowohl qualitativ als auch quantitativ zu bewerten (Aigle/Krien/Marz 2007). Im Ergebnis dessen zeigt sich, dass die BEV eine fundamentale Innovation 1. und 2. Grades darstellen. Es handelt sich um eine fundamentale Innovation 1.

Grades, weil auf der modularen Ebene, also auf der Ebene des Fahrzeugs, der klassische Verbrennungsmotor durch den batteriebetriebenen Elektromotor abgelöst wird. Es handelt sich um eine Innovation 2. Grades, weil der BEV-Einsatz über die modulare Ebene hinaus auch fundamentale systemische Innovationen erfordert, insbesondere im Hinblick auf die technischen Netze (Smart Grid und Car2Grid) und die sozialen Nutzungssysteme (Canzler/Knie 2011). Gerade Letzteres wird bislang fatalerweise noch vielfach übersehen.

Innovationen 1. und 2. Grades

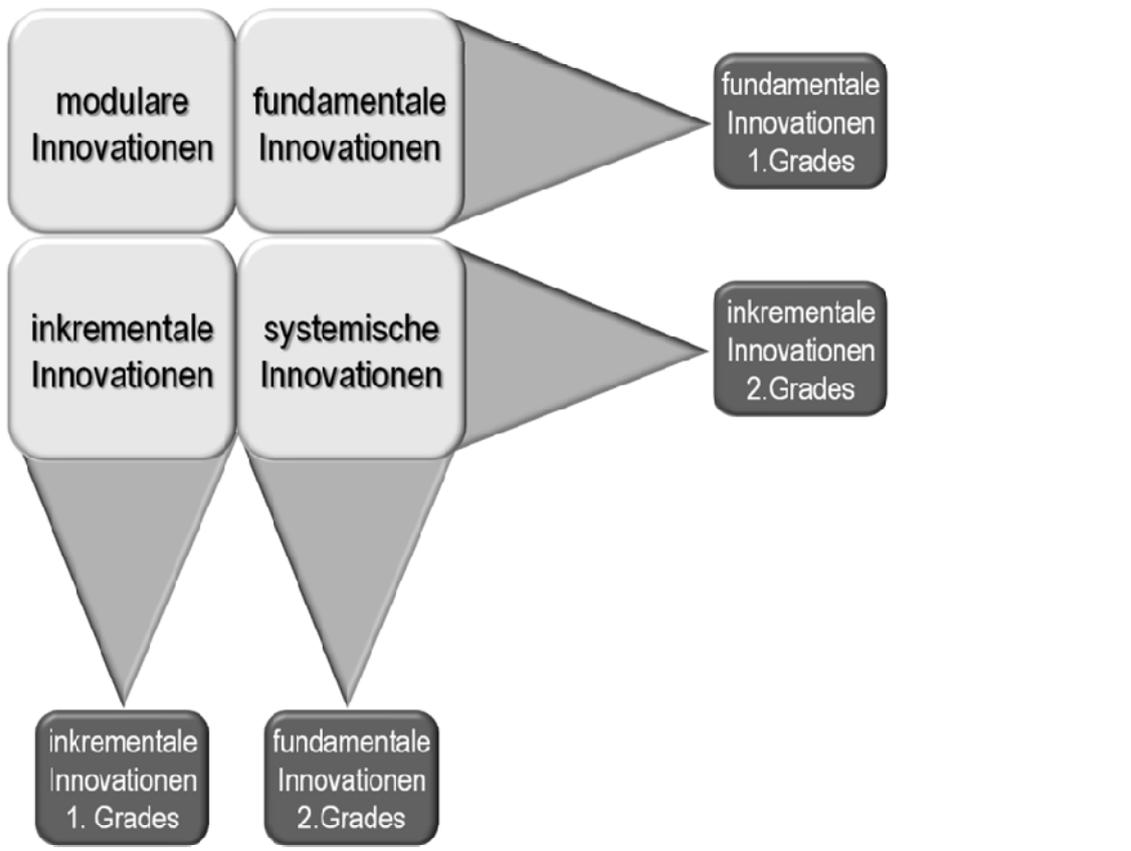


Abbildung 68: Eigene Darstellung, Aigle/Marz 2007: 29)

5.2 China: BEV-Markteinführung als systemisches Innovationsmanagement

Was Chinas Innovationsfähigkeit betrifft, gab und gibt es Zweifel, die sich aus der ebenso weit verbreiteten wie fest verankerten Repetier- und Kopierkultur speisen und die nicht nur in der Literatur (Canzler et al 2008: 104/105), sondern auch in verschiedenen Experteninterviews mehr oder weniger deutlich geäußert wurden. Grob vereinfacht gesagt lautet der Vorbehalt: Für Catch-Up-Prozesse ist diese Kultur ideal, für Leap-Frog-Prozesse

hingegen hinderlich, weil sie tatsächlich Neues nicht aufkommen lässt. Es wird zwar eingeräumt, dass China, wie oben bei der Skizzierung der Wissens-Revolution gezeigt, große Anstrengungen unternimmt, um diese Kultur zu überwinden, doch zugleich wird darauf hingewiesen, dass solche traditionellen Hypotheken schwer wiegen und nicht von einem Tag zum anderen abgetragen werden können. Kommt die eingeleitete Wissens-Revolution für die Entwicklung und Markteinführung der BEV in China zu spät?

Zunächst zeigt sich, dass diese Wissens-Revolution schon greift und erste Früchte trägt, und zwar auch auf dem Gebiet der BEV-Entwicklung. So hat sich beispielsweise von 2006 bis 2009 die Anzahl der chinesischen BEV-Patente mehr als verdreifacht (Wang/Zhang 2011: 2463). Eine ähnliche Tendenz gibt es bei den New Energy Vehicles insgesamt (Ouyang 2009: 28). Andere Indikatoren, wie beispielsweise Aufsätze in Fachzeitschriften oder Vorträge auf Expertenkongressen würden in eine ähnliche Richtung weisen. Aber unabhängig von solchen Indikatoren und deren teilweise exponentielle Entwicklung (Ouyang 2009: 28), gibt es ein elaboriertes Innovationsmanagement, das erstaunlicherweise gemeinhin wenig oder gar keine Beachtung findet, das aber gerade im Hinblick auf die Entwicklung und Markteinführung der BEV von zentraler Bedeutung ist. Wie im Kapitel 2.2. gezeigt, ist der von China in den letzten 30 Jahren eingeschlagene Reformprozess ein Prozess revolutionärer Umgestaltungen in allen Bereichen der Gesellschaft, auch und gerade in der Wirtschaft, der Wissenschaft und der Technik. Anders gesagt: Es ist ein Prozess permanenter inkrementeller und fundamentaler Innovationen. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Innovationen 2.Grades, also auf systemische Innovationen, und zwar sowohl was soziale, als auch was technische Innovationen anbelangt. In keinem Land der Erde wurden in den letzten 30 Jahren systemische Innovationen in einer derartigen Breite und Tiefe konzipiert und realisiert. China besitzt ein Know-how für die Planung und Durchführung systemischer Innovationen. Dieses Know-how wird auch nicht dadurch abgewertet, dass es in langwierigen und schmerzhaften Trial-and-Error-Prozessen errungen wurde. Ganz im Gegenteil: Aus einer akademischen Perspektive mag ein solches, in den Niederungen der Praxis geborene Know-how als minderwertiges Wissen gelten, für die praktische Durchsetzung von fundamentalen Innovationen 2. Grades ist ein solches erfahrungsgesättigtes Wissen ein nicht zu unterschätzendes Startkapital. Und bei der Markteinführung der BEV handelt es sich um eine fundamentale Innovation 2. Grades. Die BEV lassen sich nur als systemische Innovation einführen oder gar nicht.

Ausgehend davon kann es auch und gerade für Entscheidungsträger in Deutschland hilfreich sein, dieses praktische Know-how des systemischen Innovationsmanagements etwas genauer zu betrachten. In Abbildung 69 ist die Kernstruktur einer 4-Stufen-Erfahrungsstrategie zur Durchsetzung von Innovationen 2. Grades skizziert.

Entstehung und Struktur der Erfahrungsstrategie zur Durchsetzung Innovationen 2. Grades



Abbildung 69: Eigene Darstellung

Selbstredend handelt es sich bei dieser 4-Stufen-Strategie um eine grobe Vereinfachung. Dennoch ist eine solche Vereinfachung vielleicht hilfreich, um sich zunächst den Kern dieser erfahrungsbasierten Strategie zum Management von Innovationen 2.Grades vor Augen zu führen.

Zunächst muss man sich vergegenwärtigen, dass diese Strategie sowohl aus dem Management technischer als auch sozialer Innovationen 2. Grades erwachsen ist. Mit Blick auf den oben beschriebenen Innovations-Fokus, also die Leitdifferenz technische/soziale Innovationen, ergeben sich in Bezug auf die Markteinführung der BEV zunächst vier grundsätzliche Anwendungsfelder, in denen diese 4-Stufen-Strategie praktiziert werden kann und in China auch tatsächlich praktiziert wird. Diese vier Anwendungsfelder sind in Abbildung 70 dargestellt:

Anwendungsfelder für die 4-Stufen-Strategie zum Management von Innovationen

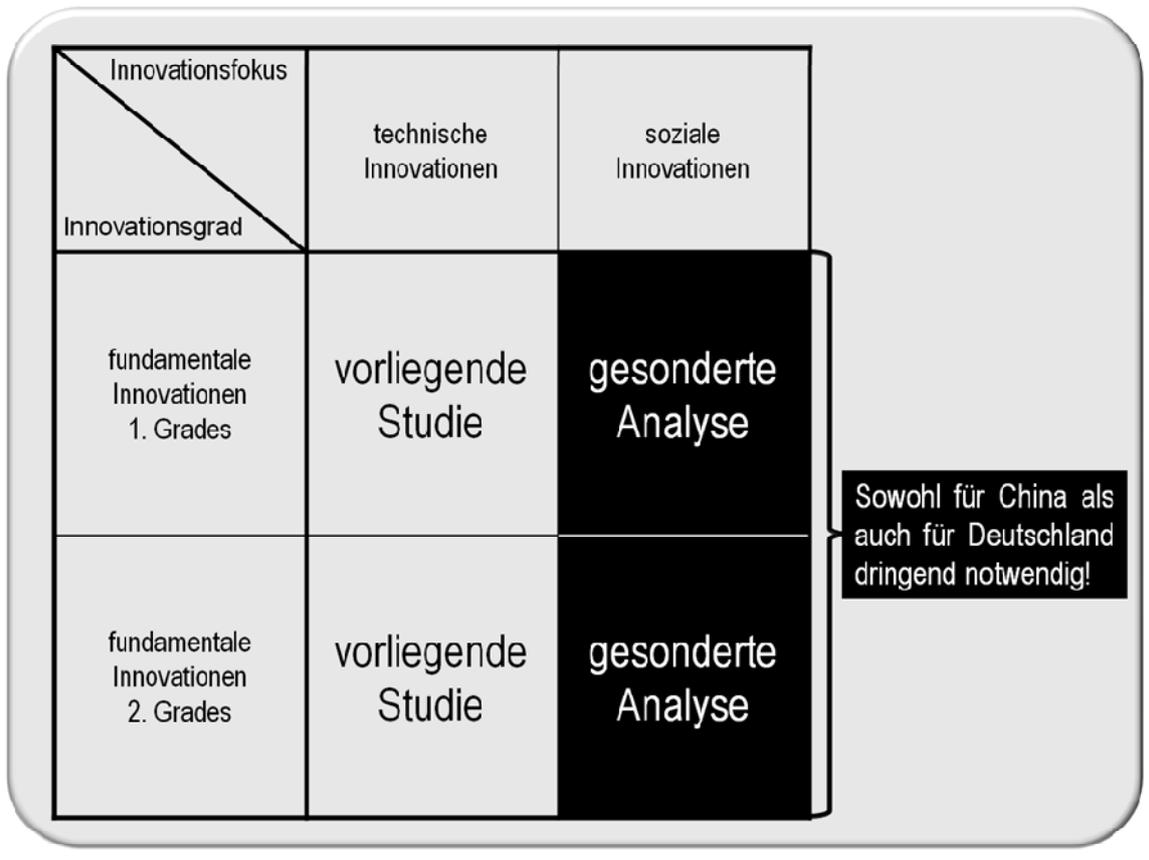


Abbildung 70: Eigene Darstellung.

In der vorliegenden Studie wird die 4-Stufen-Strategie nur im Hinblick auf die technischen Innovationen der BEV-Einführung betrachtet, nicht in Bezug auf die sozialen Innovationen. Dies bedeutet nicht, dass letztere nur eine marginale, zu vernachlässigende Rolle spielen würden. Das Gegenteil ist der Fall. Die Markteinführung der BEV wird ohne ein Management der sozialen Innovationen 1. und insbesondere 2. Grades nicht möglich sein.

Wenn die sozialen Innovationen hier nicht näher betrachtet werden, dann hat dies vor allem zwei Gründe: Zum einen würde eine differenzierte Analyse dieser Innovationen den Rahmen der vorliegenden Studie sprengen. Hierzu bedarf es einer gesonderten Untersuchung, die im Hinblick auf den Stellenwert dieser Innovationen unbedingt erarbeitet werden sollte, und zwar sowohl für China als auch für Deutschland. Zum anderen wird die Beschreibung der 4-Stufen-Strategie im Bereich der technischen Innovationen zeigen, dass das Management sozialer Innovationen unverzichtbar für die Markteinführung der BEV ist.

Zu den sozialen Innovationen gehören vor allem Innovationen, die im Hinblick auf die Markteinführung der BEV nicht drauf fokussiert sind, Autos zu verkaufen, sondern Mobilität, bei denen es also nicht schlechthin darum geht, statt der traditionellen fossilen „Black Cars“ nun moderne „Green Cars“ zu verkaufen, sondern bei denen die neuen BEV auch in ganz neue Mobilitätsmuster eingebettet sind. In China ist die Chance für solche

Markteinführungsstrategien deshalb besonders groß, weil sich hier auf Grund des vergleichsweise noch sehr geringen Automobilitätsgrades und der erst anlaufenden Massenautomobilität noch nicht die typisch westlichen Mobilitätsmuster herausgebildet und verfestigt haben, die gegenwärtig eines der Haupthindernisse bei der BEV-Markteinführung in der Triade darstellen (Canzler/Knie 2011).

Letztlich geht es bei der BEV-Markteinführung nicht nur um einen technologischen Quantensprung auf der modularen Ebene (Fahrzeuge) und der Systemebene (Netze), sondern auch und gerade um einen sozialen Quantensprung im Hinblick auf die Mobilitätsroutinen. Und in China bietet sich die Chance, die zukunftsfähigen BEV nicht in überkommene Mobilitätsmuster des 20. Jahrhunderts zu stopfen, sondern neue, zukunftsfähige und zukunftsweisende Mobilitätsroutinen des 21. Jahrhunderts zu entwickeln, die kompatibel zu den im Kapitel 2.2. skizzierten Treiber-Revolutionen sind. Solche Ansätze sind bereits erkennbar, aber ihnen wird hier, wie gesagt, nicht weiter nachgegangen, weil dies eine gesonderte differenzierte Analyse erfordern würde, die im Rahmen dieser Studie nur angeregt, nicht geleistet werden kann. Wir beschränken uns im Folgenden bewusst auf die klassischen Markteinführungspfade, die gegenwärtig noch den Hauptweg der BEV-Markteinführung darstellen.

Konzentriert man sich also auf die 4-Stufen-Strategie zum Management von technischen Innovationen, so lässt sich diese Strategie sehr anschaulich am Beispiel des „Ten Cities Thousand Vehicles-Programm“ beschreiben. Dieses Programm „springs out of the modern Chinese tradition of implementing various approaches to new technologies in different places on a pilot basis, then replicating successful demonstrations across the country“ (Early et al. 2011: 8). Das „Ten Cities Thousand Vehicles-Programm“ Programm hatte verschiedene Vorläufer. Hierzu zählte beispielsweise auch der „Technology Action Plan for Olympics (2008)“, der aus dem Regierungskonzept der „High-Tech Olympics“ abgeleitet wurde und der darauf gerichtet war New Energy Vehicles zu den Olympischen Spielen 2008 in Peking einzusetzen (Wu/Huang 2009). In diesem Demonstrationsprogramm kamen insgesamt 500 solcher Fahrzeuge auf die Straßen (Early et al. 2011: 5). Hierzu zählte unter anderem eine Flotte von 50 vollelektrischen Bussen mit Batteriewechselsystemen (ebd.). Im Rahmen dieses und weiterer Projekte wurde auch die Entwicklung der BEV insgesamt vorangetrieben.

Die erste Stufe der 4-Stufen-Strategie, das Initiieren, begann 2008. Auf der Basis der zuvor in unterschiedlichen Projekten gesammelten Erfahrungen hob im August 2008 der Minister für Wissenschaft und Technologie, Prof. Wan Gang, das so genannte „Ten Cities Thousand Vehicles-Programm“ aus der Taufe (Lockström/Callarman/Lei 2011: 71). Dieses Programm wurde offiziell 2009 beschlossen (PRTM 2011: 1). Es verfolgt zwei Ziele: Erstens geht es darum, die Entwicklung von Elektrofahrzeugen im Allgemeinen und von BEV im Besonderen zu stimulieren (ebd.: 14), und zwar von Elektrofahrzeugen für den städtischen Verkehr (Lockström/Callarman/Lei 2011: 71). Zweitens soll diese Entwicklung im Rahmen von zehn („Ten Cities“) Großversuchen („Thousand Vehicles“) durchgeführt werden. Jede der beteiligten Städte hat also 1.000 Fahrzeuge auf die Straße zu bringen. Diese doppelte Zielstellung beinhaltet eine klare Fokussierung der BEV-Entwicklung: Es geht nicht um BEV

schlechthin, sondern um BEV für den Stadtverkehr und es geht nicht um Demonstrationsversuche, sondern um Alltagstauglichkeit.

Diese beiden Anwendungsorientierungen beeinflussen wesentlich die BEV-Entwicklung. Das heißt, die Entwicklung ist nicht primär oder gar ausschließlich forschungsgetrieben, sondern vor allem anwendungs- und nutzergetrieben. Die BEV-Entwicklung im „Ten Cities Thousand Vehicles-Programm“ bildet damit den Schnittpunkt zweier Austauschprozesse, einem, zwischen Entwicklung und Forschung, und einem, zwischen Entwicklung und Nutzung. Dabei ist der Austauschprozess Entwicklung/Nutzung der primäre, determinierende Kreislauf. Um es etwas überspitzt zu formulieren: Nicht die Forschung diktiert der Entwicklung ihre Pflichtenhefte, sondern die Anwender diktiert der Entwicklung und, falls diese keine Lösungen hat, der Forschung die Probleme, die es zu bearbeiten gilt. Die massenhafte Alltagstauglichkeit ist der Dreh- und Angelpunkt. Nicht zwei, dreißig oder achtzig, hunderte Fahrzeuge müssen funktionieren. Die BEV-Entwicklung wird nicht allein und auch nicht in erster Linie durch die Forschung geleitet und optimiert, sondern durch die beiden Austauschprozesse. Die beiden Kreisläufe Entwicklung/Nutzung und Entwicklung/Forschung treiben die BEV-Entwicklung voran, wobei der erste Kreislauf dominiert. Beide Kreisläufe sind iterative Prozesse, die auf Stabilität, Zuverlässigkeit und Alltagstauglichkeit hin fokussiert sind. Von daher kommt es auch nicht primär darauf an, mit dem besten Modell an den Start zu gehen. Für den Einstieg in die Optimierungskreisläufe reicht eine „Second-Best-Lösung“ (Canzler et al. 2008: 60). Entscheidend ist, dass die beiden Austauschprozesse reibungsarm vonstattengehen und aufeinander fein abgestimmt sind. Die Qualität der iterativen Kreislaufprozesse bestimmt letztlich die Ergebnisse der BEV-Entwicklung.

In diesen beiden iterativen Austauschprozessen zwischen Entwicklung und Nutzung sowie zwischen Entwicklung und Forschung entstehen kreative Spiralen, in denen Neues entsteht, und zwar sowohl Inventionen als auch Innovationen. Das Management dieser kreativen Spiralen könnte in Anlehnung an die „Triple-Helix“-Konzepte (Etzkowitz 2007) schlagwortartig verkürzt vielleicht am besten als „Helix“-Management bezeichnet werden.

Aus dem iterativen Prozess zwischen Nutzung und Entwicklung erwächst eine „Innovations-Helix“, aus dem iterativen Prozess zwischen Entwicklung und Forschung eine „Inventions-Helix“. Weder die Forschung, noch die Entwicklung oder die Nutzung sind alleine die Quellen von Inventionen und Innovationen, sondern die beiden iterativen Austauschprozesse, aus denen die kreativen Spiralen erwachsen. Deshalb ist das Helix-Management dieser Prozesse der Dreh- und Angelpunkt für die Entwicklung und Markteinführung der BEV.

Dass die Forschung in diesen iterativen Austauschprozessen zwischen Entwicklung und Nutzung sowie zwischen Entwicklung und Forschung nicht nur die Magd der Praxis ist, sondern sehr wohl selbst auch von der Verknüpfung dieser Prozesse profitiert, zeigen die oben bereits erwähnten „High-Tech Olympics“. In diesem Projekt bildete sich eine ergiebige Inventions-Helix heraus, die unter anderem dazu führte, dass in der Zeit von 2002 bis 2007 insgesamt 111 Patente angemeldet wurden, wovon 89 Patente Erfindungen waren (WU/Huang 2009: 2, 6).

Auf diese hier skizzierte Grundstruktur des „Ten Cities Thousand Vehicles-Programms“, insbesondere auf die Herausbildung und das Management von Innovations-Spiralen war die 1. Stufe der 4-Stufen-Strategie, das Initiieren des Programms, ausgerichtet. Diese inhaltlich so fokussierte 1. Stufe bildete auch die Grundlage für die 2. Stufe der 4-Stufen-Strategie, für das Variieren.

Variiert wird in dem „Ten Cities Thousand Vehicles-Programm“ in zweierlei Hinsicht: Erstens im Hinblick auf die Breite und den Umfang des Projekts, genauer, in Bezug auf die Anzahl und die Varianz der teilnehmenden Städte. Zweitens im Hinblick auf die Markteindringtiefe. Zunächst zur ersten Variation, zur Anzahl und Varianz der teilnehmenden Städte.

In der ersten Phase, der Startphase (2009) nahmen zunächst 10 Städte an dem Programm teil, und zwar Beijing, Shenzhen, Shanghai, Jinan, Chongqing, Wuhan, Changchun, Hefei, Dalian und Hangzhou (PRTM 2011: 13). Im gleichen Jahr wurde das Programm um 3 Städte, nämlich Changsha, Kunming und Nanchang, auf insgesamt 13 Städte erweitert (Earley 2011: 8). In einer zweiten Phase kamen im Juni 2010 mit Tianjin, Haikou, Zhengzhou, Xiamen, Suzhou und Guangzhou weitere 7 Städte hinzu (ebd.). Und in einer dritten Phase schlossen sich schließlich im Juli 2011 die 5 Städte Shenyang, Chengdu, Nantong, Xiangfan und Hohhot dem Programm an (ebd.), womit sich die Gesamtzahl der teilnehmenden Städte auf insgesamt 25 erhöhte. Und in einer vorläufig letzten vierten Phase soll sich die Anzahl der Städte bis 2015 auf dann insgesamt 30 erhöhen (MIIT 2011: 3). Sieht man sich die verschiedenen Phasen näher an, fällt auf, dass es bei der Auswahl der Städte nicht nur um die bloße Anzahl, sondern auch um die Verschiedenheit, die Varianz, geht. Diese Verschiedenheit zeigt sich nicht nur in dem unterschiedlichen urbanen Charakter und der andersartigen geographischen Lage der Städte, sondern auch in den unterschiedlichen Formen, in denen das „Ten Cities Thousand Vehicles-Programm“ von den örtlichen Behörden unterstützt und durchgeführt wird. Vergleicht man etwa die Städte Zhuzhou und Nanchang, um hier nur einmal zwei Beispiele herauszugreifen (Lockström/Callarman/Lei 2011: 73), dann konzentriert sich Zhuzhou auf den Busverkehr, mit dem Ziel, bis Ende 2011 sämtliche bisherigen 627 Stadtbusse durch Elektro- und Hybridfahrzeuge zu ersetzen, wobei 2009 bereits 120 Elektrobusse im Einsatz waren. Nanchang hingegen will neben dem Einsatz von Fahrzeugen vor allem die Forschung und Entwicklung sowie die Produktion von Schlüsselkomponenten für die neuen Fahrzeuge unterstützen, um so zu einem der Zentren der neuen Autoindustrie zu werden.

Durch diese urbane und förderprogrammatische Varianz ergeben sich unterschiedliche Entwicklungs/Nutzungs-Kreisläufe, in denen die Innovations-Helix verschiedene Formen annimmt. In jeder Stadt entsteht somit eine andere Innovations-Helix und ein anderes Helix-Management.

Diese unterschiedlichen Formen der Innovations-Helix und des jeweiligen Managements, die bis 2015 auf 30 anwachsen werden, bilden einen Pool für sehr unterschiedliche Markteinführungspfade und ermöglichen, über einen längeren Zeitraum betrachtet, auch „Best-Practice“-Vergleiche. Ein solcher Pool und solche Vergleiche bilden wiederum die Basis für die 3. Stufe der 4-Stufen-Strategie, für die Selektion.

Die zweite Art der Variation im „Ten Cities Thousand Vehicles-Programm“ findet im Hinblick auf die Markteindringtiefe statt. Etwas vereinfacht und schematisch skizziert ergibt sich zunächst folgende allgemeine Marktstruktur für die Einführung der BEV:

Schematische Marktstruktur für die Einführung der BEV



Abbildung 71: Eigene Darstellung.

Kurz zusammengefasst handelt es sich bei diesen Marktsegmenten um folgendes: Pilotflotten sind zumeist kleine Fahrzeugflotten, die von ausgewählten Testnutzern betrieben werden und das erste alltagspraktische Versuchsstadium darstellen. Symbolische Flotten sind Regierungs-, Medien-, Polizei- oder Celebrity-Flotten, die meist nicht viel größer als Pilotflotten sind, die jedoch erheblich mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen und eine symbolische Technologiepolitik repräsentieren. Zu den funktionalen Flotten gehören

beispielsweise Bus-, Taxi-, Post-, Service-, Mietwagen- oder Shuttle-Flotten, die erheblich größer sind als Pilotflotten und symbolische Flotten und die zudem größere Fahrleistungen zu erbringen haben. Bei den Early-Adopter-Flotten gehen die Fahrzeuge in die Hand von technikbegeisterten Privatkunden über, die sich als Avantgarde der neuen Technik verstehen und als solche auch wahrgenommen werden wollen. Bei den Massennutzern handelt es sich schließlich um die Normal- und Durchschnittskunden, die schrittweise auf den neuen Mainstream einschwenken.

In den nun bereits 25 Städten des „Ten Cities Thousand Vehicles-Programms“ gibt es in den verschiedenen Städten jeweils sehr unterschiedliche Markteinführungstiefen, die mit differenzierten zentralen und örtlichen Anreizsystemen vorangetrieben werden.

So gibt es zum Beispiel für öffentlich genutzte „passenger vehicles“ und „light commercial vehicles“ nach unterschiedlichen Antriebsformen gestaffelte zentrale staatliche Subventionen. Bei BEV-Fahrzeugen dieser Art betragen sie rund 6.600 € (Lockström/Callarman/Lei 2011: 70). Ähnliches gilt für öffentliche Stadtbusse über 10 Meter. Hier betragen die Subventionen für BEV-Busse das Zehnfache, also circa 66.000 € (ebd.).

Neben der Förderung öffentlicher Flotten wurde in 5 Pilotstädten, und zwar in Shenzhen, Shanghai, Changchun, Hefei und Hangzhou, damit begonnen, die Markteinführung der BEV mit speziellen Anreizsystemen bis in den Early-Adopter-Bereich voranzutreiben (PRTM 2011: 13). Das heißt, BEV werden an technikbegeisterte sowie zahlungsfähige und zahlungswillige Privatkunden verkauft. In Shenzhen, der Heimatstadt von BYD, gibt es beispielsweise beim Erwerb eines BEV maximal 6.600 € von der Zentralregierung, plus zusätzlich maximal 6.600 € von der Stadtregierung (JPM 2010: 1). Die Fördersätze sind nach kWh gestaffelt.

Wie sich diese kombinierten Subventionen konkret für einen Early Adopter niederschlagen, zeigt folgendes Beispiel: Der BYD F3DM, ein „Plug-in Hybrid“ der Firma BYD, sollte ursprünglich für 32.600 €, ja sogar für 43.460 €S verkauft werden (Lockström/Callarman/Lei 2011:75). Diese Preisvorstellungen waren eindeutig überhöht und nicht realisierbar. Inzwischen liegt das Preisangebot im Einzelhandel bei ungefähr 18.613 € (ebd.). Berücksichtigt man nun die für diesen Typ maximal möglichen Subventionen, dann ergeben sich 5.256 € zentrale und 2.190 € örtliche Subventionen, wodurch der BYD F3DM dann „nur noch“ 11.167 € kostet (JPM 2010: 1). Eine für chinesische Verhältnisse immer noch sehr hohe Summe, aber eine für den Early-Adopter-Bereich mögliche Einstiegsgröße.

Neben diesen und ähnlichen Anreizen gibt es auch unterschiedliche BEV-Nutzungsmodelle, die wiederum verschieden subventioniert werden. So ist es in den genannten fünf Pilotstädten möglich, ein BEV auf dreierlei verschiedene Weise zu nutzen: Man kann den ganzen Wagen kaufen, man kann ihn leasen oder man kann die Batterie leasen (ebd.).

Vergleicht man die unterschiedlichen Modelle des „Ten Cities Thousand Vehicles-Programms“, fällt immer wieder auf, dass es auch im Hinblick auf die Markteindringtiefe eine sehr große Variationsbreite gibt und keinesfalls alles darangesetzt wird, auf Biegen und Brechen in den Early-Adopter- oder gar den Massennutzer-Bereich vorzustoßen. Peking zum Beispiel hat als Hauptstadt, als Ausrichter der Olympiade und als eine der ersten BEV-Pilotstädte zweifellos sehr große Erfahrungen beim BEV-Management. Trotzdem war die

Stadt zunächst nicht unter den fünf Städten, die die BEV-Markteinführung im Early-Adopter-Bereich vorantreiben sollen. Peking konzentriert sich stattdessen zunächst auf den Einsatz von elektrischen Stadtbussen sowie den Auf- und Ausbau von entsprechenden Batteriewechselstationen (Early 2011: 25). Auch in den anderen Städten des „Ten Cities Thousand Vehicles-Programms“ werden jeweils unterschiedliche Markteindringtiefen und Nutzungsprofile präferiert (Lockström/Callarmann/Lei 2011: 72-73; Early 2011: 26).

In dem „National Development Plan of the Energy-Saving and NEW Energy Vehicle Industry of China (2011-2020)“ sind eine Vielzahl weiterer finanzieller Fördermaßnahmen für die BEV-Markteinführung vorgesehen, angefangen von verschiedenen Subventionen bis hin zu unterschiedlichen kurz- und langfristigen Steuererleichterungen (MIIT 2011).

Vergegenwärtigt man sich noch einmal diese große Varianz auch im Hinblick auf die Markteindringtiefe, dann ergeben sich sehr verschiedene kreative Spiralen aus den jeweiligen Austauschprozessen zwischen Entwicklung und Nutzung, was in der folgenden Abbildung formalisiert dargestellt ist:

Formalisierte Darstellung unterschiedlicher Innovations-Spiralen und Markteindringtiefen

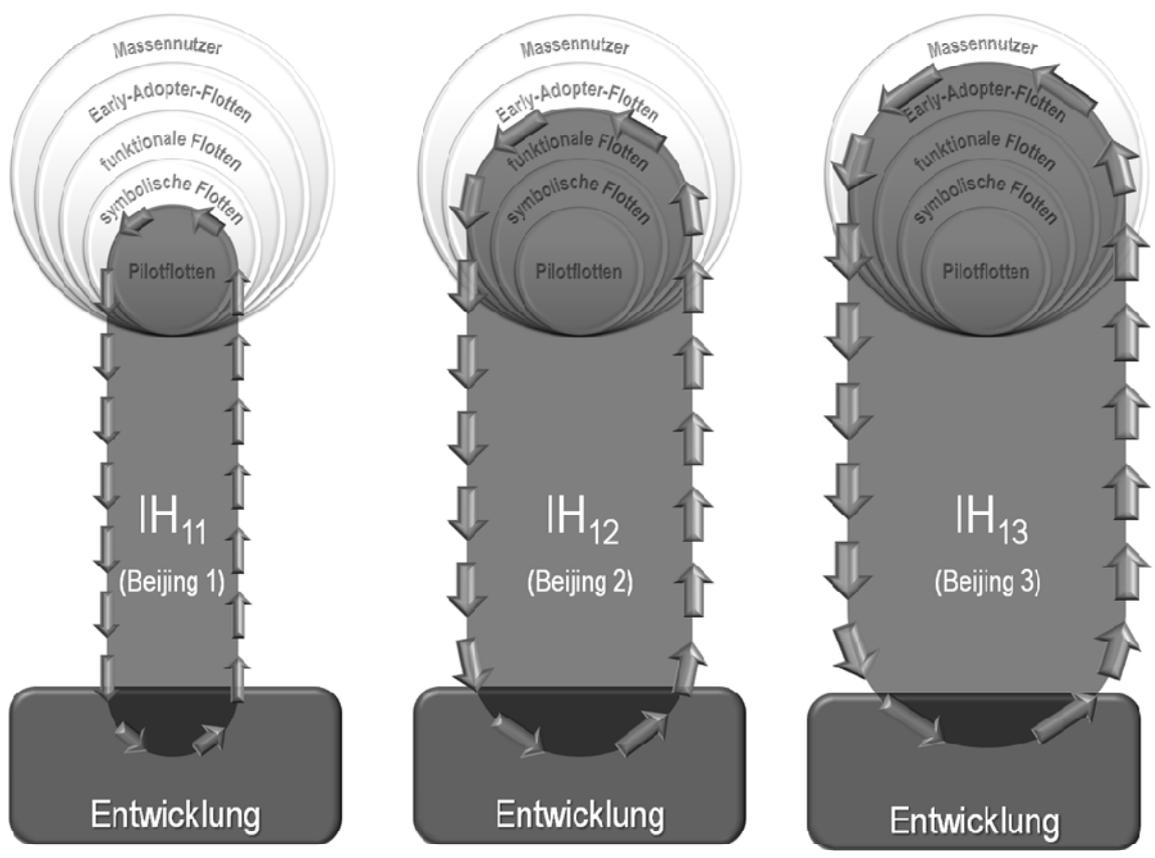


Abbildung 72: Eigene Darstellung.

Betrachtet man nur mal eine Stadt, also etwa Beijing, dann erwächst hier aus den unterschiedlichen iterativen Austauschprozessen zwischen Entwicklung und Nutzung (Beijing 1, Beijing 2, Beijing 3) nicht nur eine Innovations-Helix (IH), sondern es entstehen sehr verschiedene Spiralen, je nachdem, ob es sich um Pilotflotten (IH11), funktionale Flotten (IH12) oder Early-Adopter-Flotten (IH13) handelt. Bei jetzt 25 und 2015 dann insgesamt 30 Städten ergibt sich ein beachtlicher Pool an praktischen Erfahrungen, auf deren Basis dann die 3. und 4. Stufe der 4-Stufen-Strategie, also das Selektieren und Multiplizieren, ansetzen können. Diese letzten beiden Stufen sind gegenwärtig noch nicht vollzogen. Aber unter Berücksichtigung anderer Programme und mit Blick auf den gegenwärtigen Stand des „Ten Cities Thousand Vehicles-Programms“ ist davon auszugehen, dass mit der Selektion Schritt um Schritt ab Ende 2012/Anfang 2013 begonnen wird und dieser Prozess dann mit dem Ende des 12. Fünf-Jahrplans im Wesentlichen seinen Abschluss findet. Ab 2016 wird dann mit der 4. Stufe begonnen werden, damit bis 2020 alle Kapazitäten zur Verfügung stehen, um die angestrebte globale Technologie-, Produktions- und Marktführerschaft zu erreichen. Damit ergibt sich folgendes zusammenfassende Bild:

Die 4-Stufen-Strategie im „Ten Cities Thousand Vehicles-Programm“

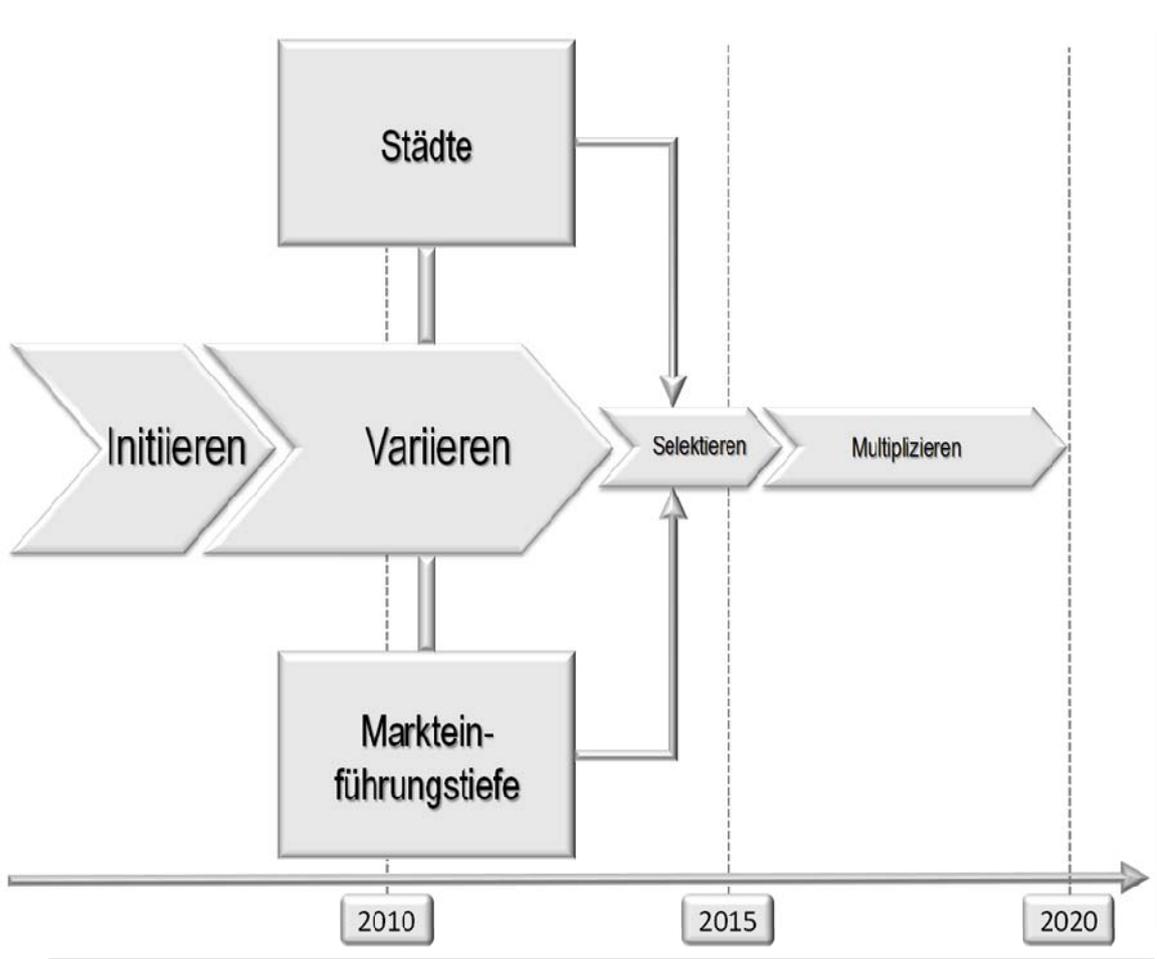


Abbildung 73: Eigene Darstellung.

Stimmt diese zeitliche Einschätzung im Hinblick auf die 3. und 4. Stufe der 4-Stufen-Strategie in etwa, dann böte sich jetzt die Chance, zielgerichtet Kontakte aufzunehmen und die Selektionsphase von Anbeginn zu begleiten. Dies wäre gerade im Hinblick auf die deutschen Modellregionen und Schaufensterprojekte von großem Interesse.

5.3 Deutschland: BEV zwischen Stagnovation, Standby- und Turbo-Innovation

Im Unterschied zu China werden in Deutschland die Innovationen im Automobilsektor nicht primär von der Politik, sondern von der Wirtschaft vorangetrieben. Dies gilt auch für die BEV. Betrachtet man die Innovationsstrategie der deutschen Automobilindustrie in den letzten 40 Jahren, dann ergibt sich ein sehr zwiespältiges Bild. Zugespitzt formuliert bestand der Kern dieser Innovationsstrategie zunächst darin, zwei Innovations-Modi miteinander zu vereinen, und zwar den Stagnovations- und den Standby-Modus.

Stagnovations- und Standby-Modus

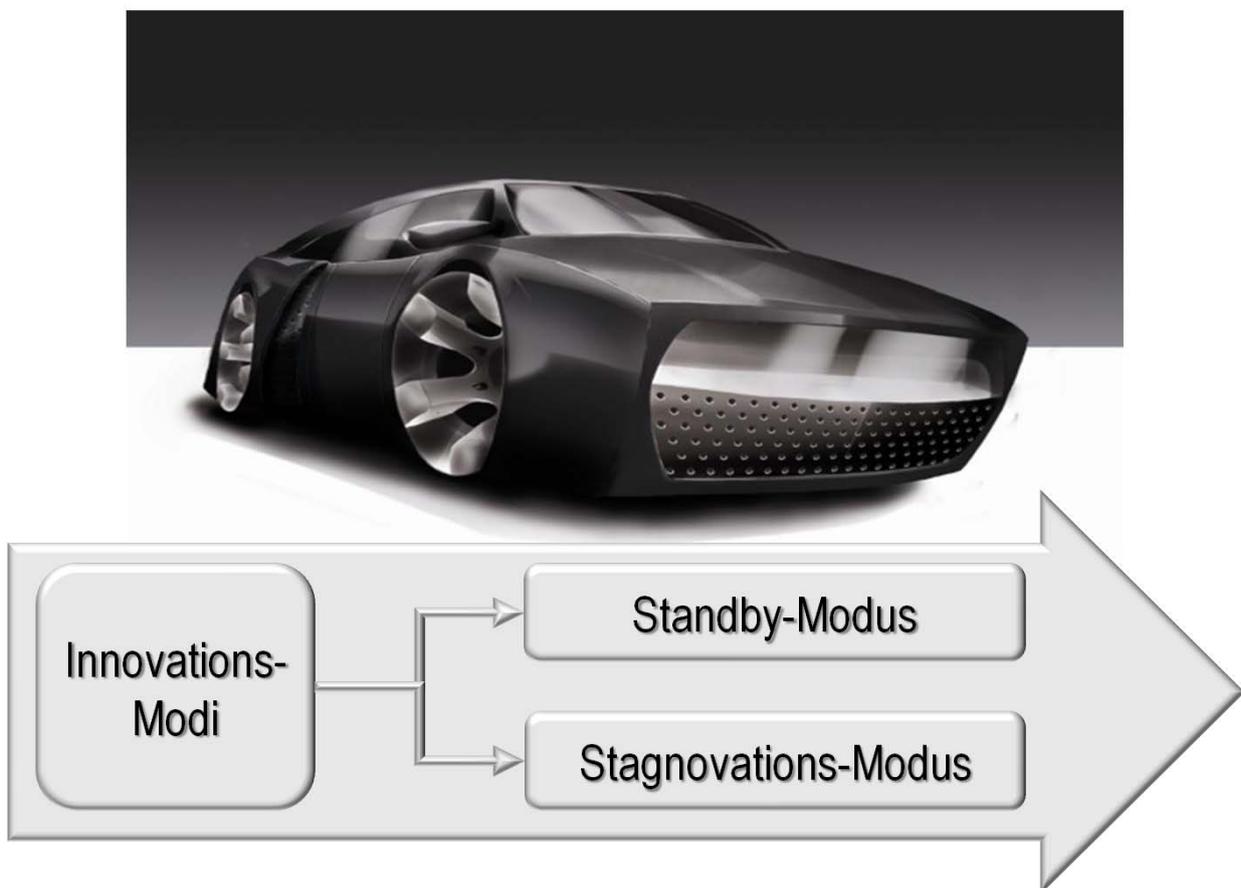


Abbildung 74: Eigene Darstellung.

Diese beiden Innovations-Modi, die den Kern der Innovationsstrategie der deutschen Autoindustrie bilden, lassen sich wie folgt beschreiben:

Stagnations-Modus

Wie oben bereits ausgeführt, besteht Stagnation im Bereich des Automobilbaus darin, die Innovationskraft darauf zu konzentrieren, den klassischen fossilen Verbrennungsmotor zu optimieren. Die Stagnation ist Innovation, insofern bei dieser Optimierung in der Tat eine Vielzahl von Innovationen realisiert wird. Zwischen einem Verbrennungsmotor von 1911 und von 2011 liegen ingenieurtechnische Welten. Die Stagnation ist Stagnation, insofern das technische Grundprinzip, die Verbrennung fossiler Rohstoffe, nicht nur unangetastet bleibt, sondern immer mehr verfeinert und stabilisiert wird.

Im Hinblick auf den technischen Fokus der Optimierung kann die neueste Form der Stagnation, etwas plakativ, auch als „DiesOtto“-Optimierung bezeichnet werden. „Leistungsfähig wie ein Benziner, drehmomentstark wie ein Diesel und dabei noch extrem sauber“ (Focus 2007). Die Kurzformel lautet: „Diesel + Otto = Diesotto“ (ebd.). Der Mercedes F700 gilt als Paradepony einer solchen DiesOtto-Optimierung. In dieser Optimierung laufen motortechnologisch zwei Entwicklungswege zusammen, die bereits seit geraumer Zeit beschritten wurden (Aigle/Marz 2007: 37-39): Zum einen geht es um Maßnahmen zur Verbesserung konventioneller Funktionen des Verbrennungsmotors, wie beispielsweise drehzahlabhängiger Druckwellenverlauf oder Reduzierung der Reibungsverluste und des Motorgewichts. Zum anderen handelt es sich um Downsizing-Maßnahmen für eine verbesserte Prozessführung, wie etwa die vollvariable Ventilsteuerung oder das Management der Wärmeübertragung.

Der auf fossilen Rohstoffquellen basierende Verbrennungsmotor führt seit einhundert Jahren eine Alleinherrschaft im Automobilbau. Er ist nicht nur die Automobilisierungstechnologie des vergangenen Jahrhunderts, sondern stellt bis heute die Konvention in der automobilen Antriebstechnik schlechthin dar (Aigle/Krien/Marz 2007: 4-8). Die F&E-Arbeit der Automobilindustrie, auch und gerade der deutschen Automobilindustrie, ist nach wie vor auf die Optimierung dieser Konvention fokussiert. Wie groß der Anteil der F&E-Ausgaben für die DiesOtto-Optimierung tatsächlich ist, lässt sich weder aus offiziellen, noch aus offiziellen Quellen exakt berechnen. Nach nicht repräsentativen und subjektiven Expertenschätzungen aus unterschiedlichen Forschungsprojekten kann jedoch davon ausgegangen werden, dass gegenwärtig immer noch mehr als 80% des F&E-Budgets für die stagnative DiesOtto-Optimierung ausgegeben werden.

Die DiesOtto-Optimierung ist auf eine doppelte Reduktion (Aigle/Krien/Marz 2007: 82) fokussiert: Erstens geht es darum, den Verbrauch an fossilen Kraftstoffen zu reduzieren. Zweitens soll der Schadstoffausstoß des Verbrennungsmotors reduziert werden. Diese doppelte Reduktion wird sowohl wirtschaftlich als auch ökonomisch immer aufwendiger. Jeder weitere Schritt bei dieser doppelten Reduktion bedarf immer ausgefeilterer

Technologien, die die grundlegende Schwäche des klassischen Verbrennungsmotors, die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen und den Schadstoffausstoß, minimieren. Isoliert, für sich betrachtet, ist jede dieser Reduktionstechnologien, die den Verbrennungsmotor am Laufen halten, hochgradig innovativ. Systemisch betrachtet sind sie es nicht, weil sie die fossile Konvention stabilisieren und nicht transformieren. Aus einer systemischen Perspektive betrachtet, handelt es sich bei den Reduktionstechnologien der Dies/Otto-Optimierung um Prothesen-Technologien (ebd.), die den fossilen Verbrennungsmotor immer weiter am Leben halten.

Diese Prothesen-Technologien stellen zweifellos große ingenieurtechnische Herausforderungen dar, dennoch sind sie janusköpfig und besitzen eine fatale Eigenlogik. Sie sind janusköpfig, weil einerseits natürlich jeder Schritt bei der Reduktion von fossilen Kraftstoffen und umweltbelastenden Schadstoffen dringend gebraucht wird, andererseits stabilisieren jedoch die Prothesen-Innovationen die Vormachtstellung des fossilen Verbrennungsmotors. Sie besitzen eine fatale Eigenlogik, da auf diesem Entwicklungspfad eine Motorisierungstechnologie des letzten Jahrhunderts am Leben gehalten wird, von der jeder weiß, dass sie den Anforderungen dieses Jahrhunderts nicht gewachsen ist und das 21. Jahrhundert nicht überleben wird.

Standby-Modus

Die allesbeherrschende Dominanz (Aigle et al. 2008) des Verbrennungsmotors und des auf seine Optimierung fokussierten Stagnations-Modus hat die deutsche Autoindustrie jedoch zu keiner Zeit dazu verführt, alternative Antriebstechnologien und Kraftstoffe nicht wahrzunehmen oder einfach zu ignorieren. Im Gegenteil: Als Kehrseite des Stagnations-Modus hat sich ein Standby-Modus herausgebildet, der genau auf diese Technologien und Kraftstoffe fokussiert ist. Salopp gesprochen brennt in den deutschen Automobilfirmen immer eine kleine rote Lampe, um im Bedarfsfall die gesamte Innovationsmaschinerie des Unternehmens hochzufahren, von den Prothesentechnologien umzulenken und auf die Entwicklung alternativer Technologien zu konzentrieren.

In diesem Standby-Modus, werden permanent drei Aufgaben erfüllt: Erstens wird ein ständiges Inventions-Scanning durchgeführt. Das heißt, alle Inventionen, von denen angenommen wird, dass sie kraftstoff- oder antriebsseitig irgendeine Alternative zur Optimierung des Verbrennungsmotors darstellen, werden geprüft und bewertet. Zweitens werden sowohl auf der nationalen als auch auf der internationalen Ebene die großen Konkurrenzunternehmen und deren Innovationsstrategien beobachtet. Drittens schließlich werden Labor- und Pilotstudien durchgeführt, um mögliche alternative Antriebs- und Kraftstoffinventionen zu testen. Um die Sensitivität des Standby-Modus sowie seine Reichweite und Präzision zu gewährleisten, arbeiten die großen deutschen Automobilfirmen auf den verschiedensten Ebenen auch zusammen.

Ein geradezu paradigmatischer Fall einer solchen Zusammenarbeit ist die VES, die Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie (Marz 2010: 33-34). Sie wurde im Mai 1998 von der Bundesregierung sowie Vorständen der Unternehmen ARAL, BMW, Daimler, MAN, RWE,

Shell und VW gegründet. Die politische Federführung hatte das BMVBS inne. Hauptziel der VES war es, „gemeinsam eine Strategie zu erarbeiten, die die Eroberung der internationalen Spitzenposition auf dem Gebiet der alternativen Energien, ihrer Erzeugung und Anwendung im Straßenverkehr innerhalb der nächsten zehn Jahre vorbereiten soll“ (VES 2000: 3). Weitere Ziele bestanden darin, die Abhängigkeit des Verkehrs vom Öl sowie die Emissionen, insbesondere die CO₂-Emissionen zu verringern (ebd.). Ausgehend von dieser Zielstellung wurden in einem fünfstufigen Verfahren (ebd.: 10-18) insgesamt „10 potentielle Alternativkraftstoffe und über 70 Möglichkeiten zu deren Erzeugung“ (ebd. 4) analysiert und bewertet. Auf Initiative der VES (VES 2001: 5) wurde 2003 die CEP, die Clean Energy Partnership gegründet, in deren Rahmen eine Vielzahl von Demonstrationsprojekten, insbesondere auf dem Gebiet der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie durchgeführt wurden (Marz 2010: 35-36). Aus der VES und der CEP entwickelte sich die NOW, die Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzelle (ebd.: 36-39), die heute auch viele Projekte der Elektromobilität im Allgemeinen und der BEV im Besonderen koordiniert (NOW 2011).

Dass trotz aller Umsicht sowohl die Standby-Modi in den einzelnen Unternehmen als auch kollektive Standby-Modi wie die VES oder die CEP versagen können, macht das Beispiel des Hybrid-Antriebs sehr anschaulich deutlich. Deutschland hat bei der Entwicklung solcher Antriebe eine sehr lange Tradition. Erinnert sei nur an den 1900 vorgestellten Lohner-Porsche, den 1972 im Institut für Kraftfahrwesen der RWTH Aachen entwickelten VW-Bulli (Wallentowitz/Johannaber/Schüssler 2003: 10) oder an die Kleinserie des Audi Duo. Dennoch machte dieser Antrieb nicht in Deutschland Karriere, sondern unter Toyotas Flagge zunächst in Kalifornien und dann weltweit. Und während Spitzenvertreter der deutschen Autoindustrie, wie Bernd Pitschesrieder, den Prius-Hybrid noch als Irrweg, Katastrophe und PR-Gag Toyotas verspotteten (wiwo 2004), verkaufte das Unternehmen die erste Million dieser Fahrzeuge und in allen deutschen Automobilfirmen blinkten die Standby-Lampen Sturm. Heute werden in allen deutschen Autounternehmen Hybrid-Fahrzeuge entwickelt.

Dieses Beispiel verweist auf einen dritten Innovations-Modus der deutschen Autoindustrie, der im Folgenden skizziert werden soll.

Turbo-Modus

Mindestens seit 40 Jahren ist dieser Innovations-Modus in der deutschen Autoindustrie zu beobachten. Immer dann, wenn der unternehmenseigene oder der kollektive Standby-Modus versagen, wie beispielsweise im Falle der Hybridentwicklung, oder wenn äußere Ereignisse plötzlich die Entwicklung alternativer Antriebe möglich, oder gar zwingend erscheinen lassen, wie etwa bei der ersten und zweiten Ölkrise, den beiden Golfkriegen oder der Einführung der kalifornischen „Low and Zero Emission Vehicles“-Gesetze 1990 (Aigle/Krien/Marz 2007: 18-24), dann wird über Nacht auf den Turbo-Modus umgeschaltet. In den letzten 40 Jahren gibt es eine Korrelation zwischen äußeren Drücken und dem Turbo-Modus. Immer dann, wenn der äußere Druck zu eskalieren drohte, wurde vom Standby-Betrieb in den Turbo-Modus gewechselt. Verringerte oder verflüchtigte sich der Druck, dann schalteten die Unternehmen

wieder auf den Standby-Modus zurück. Auch und gerade in der BEV-Entwicklung der deutschen Autoindustrie zeigt sich diese Korrelation sehr anschaulich.

Letztes und besonders eindrucksvolles Beispiel für das Umschalten vom Standby- auf den Turbo-Modus ist die BEV-Entwicklung bei BMW. Seit 1979, als BMW das mit einem Wasserstoffverbrennungsmotor ausgestattete Testfahrzeug BMW 520h entwickelte, konzentrierte sich das Unternehmen in seinem Standby-Betrieb auf diesen Antriebstyp. Andere Entwicklungspfade alternativer Antriebe wurden zwar beobachtet und geprüft, nicht jedoch beschritten. Neben dem BMW 520h und einem Mini Hydrogen (2001) wurden vor allem bivalente Wasserstoffverbrennungsmotore für die verschiedenen BMW 7er Serien (1978, 1984, 1990, 1996, 1998, 2003, 2006 und 2007) entwickelt (Marz 2010: 21). Neben Mazda und MAN war BMW weltweit Technologieführer auf diesem Gebiet. Wenn vom Standby-Betrieb auf den Turbo-Modus geschaltet wurde, dann in Richtung Wasserstoffverbrennungsmotor. Dies ging schließlich soweit, dass der Hydrogen 7 im Jahre 2007 soweit technologisch und produktionsorganisatorisch in die 7er Flotte integriert war, dass er in Serie hätte hergestellt werden können. Dass dies bislang nicht geschah, hat viele Gründe, unter anderem die fehlende Wasserstoff-Infrastruktur, die hohen Kosten und das mangelnde Kundeninteresse, um hier nur einige zu nennen.

Vor dem Hintergrund dieser jahrzehntelangen Fixierung auf den Wasserstoffverbrennungsmotor ist es um so bemerkenswerter, dass BMW nach der Integration des Hydrogen 7 im Jahre 2007 nicht einfach nur vom Standby- in den Turbo-Modus wechselte, sondern das dies auf einem antriebstechnologischen Feld geschah, auf dem das Unternehmen bislang keine Technologieführerschaft erworben hatte, und zwar auf dem Gebiet der BEV. Der erste Prototyp, ein Mini-E, kam 2008 in verschiedenen Testflotten zum Einsatz. Seitdem geht es bei der BEV-Entwicklung von BMW Schlag auf Schlag (EMN 2011): Im Juli 2009 wird in München gemeinsam mit E.ON eine Testflotte von 15 Mini E in Betrieb genommen. Im Februar 2010 läuft in Berlin ein sechsmonatiger Flottentest mit 40 Mini E in Berlin an, den BMW gemeinsam mit Vattenfall organisiert. Im Juli 2011 wurden die Zwischenergebnisse eines weiteren Tests vorgestellt, den BMW in München gemeinsam mit Siemens, den Münchner Stadtwerken und dem Bayerischen Roten Kreuz mit zehn Fahrzeugen durchgeführt hat.

Diese und viele andere Flottenversuche, beispielsweise in Großbritannien und in den USA (Doll 2010), bilden den Auftakt für ein großangelegtes BEV-China-Engagement des Unternehmens. Dabei beschreitet BMW mehrere Wege parallel. In diesem Jahr hat der Bayerische Autohersteller zunächst 15 Mini-E in Peking und 10 in Shenzhen auf die Straßen gebracht, um dort vor Ort die Alltagstauglichkeit des Fahrzeugs für den chinesischen Markt zu testen (Xiao 2011). Insgesamt sollen 50 Fahrzeuge an ausgewählte Kunden übergeben werden (Doll 2010). Neben den Mini E-Tests hat BMW zusammen mit der Tongji-Universität im ersten gemeinsamen Elektromobilitätsprojekt die Langversion eines BEV-BMW 5er entwickelt (AAL 2011). Weiterhin wird mit dem langjährigen Partner Brilliance im Rahmen eines Joint Venture die Serienproduktion eines BEV vorbereitet, die 2013 anlaufen soll (ebd.; EMN 2011) Dabei handelt es sich um das Leichtbaufahrzeug MCV (Megacity Vehicle), das die chinesischen Megastädte erobern und neben China auch in Leipzig produziert werden soll (EMN 2011). Besonders hervorzuheben ist beim MCV, dass BMW hier nicht nur ein

bereits bestehendes Fahrzeugmodell elektrifiziert, sondern ein komplett neues Elektroauto entwickelt. Gleiches gilt für ein BMW-Hybridfahrzeug, den Sportwagen i8 (hr-online 2011: 2).

Das Beispiel BMW ist zweifellos ein besonders herausragender aber kein Einzelfall, was das Umschalten vom Standby- in den Turbo-Modus betrifft. Für die BEV-Entwicklungen bei VW und Daimler gilt Ähnliches, wenngleich es bei diesen beiden Firmen bereits langjährige hauseigene Traditionen im Hinblick auf elektromotorische Antriebe gibt.

Das Beispiel der jüngsten BMW BEV-Entwicklungen zeigt, dass die deutschen Autofirmen über herausragende Fähigkeiten verfügen, im Bedarfsfall sehr schnell nicht nur das unternehmenseigene, sondern auch in- und ausländisches Innovationspotenzial zu mobilisieren, um die Entwicklung neuer Technologien voranzutreiben, und zwar auch dort, wo dies über die traditionellen Kernkompetenzen der Unternehmen, den Bau und die Optimierung des klassischen Verbrennungsmotors, weit hinausgeht. Dies rechtfertigt es, den Turbo-Modus als einen selbständigen Innovations-Modus und nicht nur als kurzatmige Betriebsamkeit in technologischen Aufholwettläufen ernst zu nehmen.

Betrachtet man diese drei Innovations-Modi der deutschen Autoindustrie im Zusammenhang, dann haben sich in dem nunmehr 40jährigen Hin- und Herschalten zwischen diesen Modi mindestens drei grundlegende Erfahrungen herausgebildet, die grob vereinfacht wie folgt beschrieben werden können:

Es wird alles nicht so heiß gegessen, wie es gekocht wird. Der x-mal todgesagte fossile Verbrennungsmotor hat trotz aller Kassandrarufer immer wieder überlebt und wird auch in den nächsten Jahrzehnten überleben.

Bisher ist es immer geglückt, in kritischen Situationen schnell vom Standby- auf den Turbo-Modus umzuschalten und alle notwendigen Innovationen über Nacht aus dem Boden zu stampfen. Dieses Umschalten-Können ist eine der großen Stärken der deutschen Autoindustrie und stellt selbst ein wichtiges Innovationspotenzial dar.

Den Vorreitern bei der Entwicklung und versuchten Markteinführung alternativer Antriebe ist bislang sehr häufig und sehr schnell die finanzielle Puste ausgegangen. Es ist daher besser im Technologiewettlauf, zunächst Zweiter oder Dritter zu sein und im Windschatten des Vorreiters Kräfte für den Endspurt, sprich die Serienfertigung und Markteinführung, zu sammeln.

Diese Erfahrungen sind nicht aus der Luft gegriffen, sondern haben sich bislang für die Unternehmen mit wenigen Ausnahmen (Stichwort Hybrid) bewährt. Die Frage ist, ob dass auch für die Zukunft, speziell die Zukunft der BEV gilt. Diese Frage kann gegenwärtig wohl niemand mit einem klaren Ja oder Nein beantworten. Es gibt jedoch gerade im Hinblick auf die Entwicklung und Markteinführung der BEV in China eine Reihe von Indizien, die nachdenklich stimmen sollten.

Hierzu zählen zunächst die Patente. Nach einer Untersuchung der Münchner Patentanwaltskanzlei Grünecker, die die weltweit 15 größten Hersteller von Hybrid- und Elektroantrieben in Hinblick auf deren Patentanmeldungen untersuchte, entfallen 7,5% der Patentanmeldungen und Patente auf Daimler, BMW und VW, während Japan auf 75% kommt (spiegelonline 2011). Dies resultiert wesentlich aus dem Vorsprung, den sich die

Japaner in den letzten 10 Jahren bei der Hybrid-Entwicklung erarbeitet haben. Hier ließen sie sich eine Vielzahl strategischer Kerntechnologien rechtzeitig schützen, was sich jetzt auszahlt. Natürlich lassen sich Patente auf die verschiedenste Weise nachkaufen, aber das kostet Geld und verteuert die ohnehin schon aufwendige BEV-Entwicklung noch mehr.

Ein zweites Indiz betrifft den Entwicklungsstand in der BEV-Kerntechnologie, der Batterietechnik. Hier hat China nach Einschätzung unterschiedlicher Experten (hr-online 2011: 2; Doll 2011: 2) einen Vorsprung vor deutschen Unternehmen und tut, wie oben bereits mehrfach gezeigt, sowohl auf unternehmens- als auch auf gesamtstaatlicher Ebene alles, um diesen zu halten und auszubauen. Dieser Vorsprung kann aufgeholt werden, und zwar sowohl durch die Zusammenarbeit mit chinesischen Partnern vor Ort als auch durch eine enge Kooperation zwischen deutschen Auto- und Elektrofirmen, wie sie gegenwärtig auf den verschiedensten Ebenen forciert wird. Aber all dies kostet zusätzlich Geld - Geld, was in den letzten Jahren gespart wurde und nun mit Zins und Zinseszins in die Entwicklung gepumpt werden muss. All dies verteuert die BEV-Entwicklung weiter. Es ist nicht mehr so leicht wie in der Vergangenheit, das Tempo zu halten, geschweige denn sich aus dem Windschatten heraus an die Spitze zu setzen.

Ein drittes Indiz, was gemeinhin zu den „soft problems“ gerechnet wird, nichts desto trotz jedoch eine zentrale Rolle bei der Hervorbringung und Verbreitung von Innovationen spielt, ist das gesellschaftliche Klima, in denen diese Innovationen entwickelt werden. Bosch-Chef Franz Fehrenbach brachte es in einem Interview, in dem er über seine Asien-Erfahrungen erzählte, wie folgt auf den Punkt: „Ich persönlich nehme sehr viel mit vom Optimismus der Menschen, der ansteckenden Dynamik, Kraft und Geschwindigkeit; das inspiriert. Landet man nach Asien-Reisen in Deutschland und verfolgt die Diskussion über große Zukunftsprojekte, wird einem manchmal angst und bange, was die künftige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Gesellschaft angeht. Das darf sich nicht auf die deutschen Unternehmen übertragen. Die Wirtschaft muss veränderungsfähig, dynamisch sowie global orientiert bleiben. Nur so kann sie den innovativen Fortschritt weiter vorantreiben.“ (zit. nach Freitag 2011: 2) In China unterstützt das gesellschaftliche Klima die Innovationen, in Deutschland tut es dies nicht. Mehr noch, es behindert sie vielfach. In China dominiert Aufbruchs-, hier vielerorts Untergangsstimmung.

5.4 Vergleich China/Deutschland: Unterschiede, Stärken und Defizite

Versucht man einmal, die zuvor beschriebenen Innovations-Modi in China und Deutschland zu bilanzieren und vergleichend miteinander in Beziehung zu setzen, dann werden sowohl Unterschiede als auch wechselseitige, teilweise komplementäre Stärken und gemeinsame Defizite erkennbar. Diese sollen nun abschließend stichpunktartig umrissen werden.

Unterschiede

Die Unterschiede in den Innovations-Modi betreffen vor allem drei Faktoren, und zwar die Art des Innovationsdrucks, die Rolle der Politik und die Verfügbarkeit der industriellen Innovationsinfrastruktur. Grob zugespitzt handelt es sich dabei um folgendes:

- **Der Innovationsdruck.** In China dominiert ein interner Innovationsdruck, der aus den Resultaten des eigenen Hyper-Growth und dem nun zu vollziehenden Übergang zu einem wissenschafts- und technologiegetriebenen Stable-Growth resultiert. Äußere Drücke spielen eine vergleichsweise marginale Rolle. Der Innovations-, oder wenn man so will, der Leidensdruck, ist in den meisten, wenn nicht in allen Problemfeldern in China weitaus höher als in Deutschland, wird aber als Ergebnis der eigenen Entwicklung betrachtet. In Deutschland ist der Innovationsdruck primär extern und wird häufig als ein notwendiges aber letztlich leidiges Anpassungsproblem an die globalen Veränderungsprozesse wahrgenommen und oft dementsprechend fatalistisch angegangen.
- **Die Rolle der Politik.** In China hat die Politik sowohl auf der gesamtstaatlichen als auch auf der regionalen und örtlichen Ebene eine entschieden größere Durchsetzungsmacht und Durchsetzungstiefe als in Deutschland. Während die Politik im Reich der Mitte der Hauptinitiator, Planer und Lenker der BEV-Entwicklung und -Markteinführung ist, tritt in Deutschland die Politik vor allem als ein Impulsgeber und Moderator in Erscheinung, der noch dazu permanent von den unterschiedlichsten Interessen- und Lobbygruppen bedrängt wird. In China ist der „strong state“ keine ideologische Floskel, sondern alltägliche Realität. Wenn die BEV-Entwicklung und -Markteinführung politisch gewollt und priorisiert wird, ist jeder gut beraten, sich nicht quer oder dumm zu stellen, sondern seinen aktiven Beitrag dazu zu leisten. Zwar wäre es falsch, sich die Durchsetzungsmacht und Durchsetzungstiefe der Politik als ein einfaches Hierarchiephänomen vorzustellen, weil das chinaspezifische, jahrtausendealte Guanxi-System erheblich komplizierter und filigraner und damit auch dynamischer und stabiler ist, als eine einfache Befehlskette von oben nach unten, aber diese Durchsetzungsmacht und Durchsetzungstiefe sind sollten keinesfalls unterschätzt werden. Hinzu kommt, dass politische Entscheidungen, ob wirtschaftspolitischer, technologiepolitischer oder sonstiger Natur keinem parlamentarischen Konjunkturzyklus unterliegen.
- **Industrielle Innovationsinfrastruktur.** Der Unterschied zwischen der industriellen Innovationsinfrastruktur Chinas und Deutschlands wird sehr deutlich erkennbar, wenn man die im Kapitel 3 beschriebene BYD-Strategie und den zuvor skizzierten BMW-Turbo-Modus miteinander vergleicht. BYD ist darauf fokussiert, die Kerntechnologien seiner Produkte selbst zu entwickeln und zu produzieren, weil es einerseits nicht von

der Trägheit und den Wechselfällen des Marktes abhängig sein will, aber vor allem auch deshalb, weil das Unternehmen bei seinen Innovationsanstrengungen infrastrukturell weitgehend ins Leere greifen würde. BMW hat mit Siemens, Bosch und vielen anderen großen und mittelständischen Unternehmen ein ganz anderes High-Tech-Hinterland, auf das es zurückgreifen kann, um auf den Turbo-Modus umzuschalten.

Diese Unterschiede sind nicht nur und auch nicht in erster Linie als Gegensätze zu betrachten. Sie können auch zu Synergieeffekten führen, insbesondere, wenn man sich die jeweiligen Stärken der Hauptinnovatoren vor Augen führt.

Stärken

Die Stärken chinesischer und deutscher Innovatoren auf dem Gebiet der BEV-Entwicklung und -Markteinführung sind, zwar nicht ausschließlich, aber vielfach, komplementärer Struktur und können sich wechselseitig ergänzen. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien hier einige Punkte dieser komplementären Struktur exemplarisch hervorgehoben.

Da ist zunächst die in der deutschen Ingenieurkultur tief verwurzelte „Absolute-Best“-Strategie, in der es verpönt ist, mit halbfertigen Lösungen an die Öffentlichkeit zu gehen. Die Ingenieurrehre gebietet „so gut wie irgend möglich“, nicht „so gut wie eben nötig“. Demgegenüber steht die chinesische „Second -Best“-Strategie, bei der Innovationen vor allem auf der iterativen Trial-and-Error-Spirale vorangetrieben werden. Bei einer gemeinsamen Zusammenarbeit können sich beide Strategien wechselseitig lahmlegen, sie können sich aber auch durch die Kombination beider Verfahren gegenseitig befruchten

Ein weiterer Gesichtspunkt sind die komplementären technologischen und produktionsorganisatorischen Stärken. Wenn BMW mit Brilliance und Daimler mit BYD in gemeinsamen Joint Ventures kooperieren, dann können die Partner jeweils unterschiedliche Erfahrungen in diese Kooperation einbringen. BYD beispielsweise kann sich auf sein Batterie-Know-how und seine arbeitsintensive Produktionsorganisation stützen, während Daimler von seiner über hundert-jährigen Erfahrung im Autobau sowie seinen kapitalintensiven Produktionsmethoden profitieren kann. Auch hier sind Synergien nicht zwangsläufig, aber möglich.

Zu den komplementären Stärken gehört auch die Tatsache, dass in solchen Joint Ventures chinesische und deutsche Partner gemeinsam Lösungen für noch offene technische Probleme erarbeiten müssen, und zwar im Wettbewerb mit anderen Joint Ventures in China und mit anderen globalen Joint Ventures. Dies zwingt dazu, die unterschiedliche Art und Weise der Problemlösungsfindung aufeinander abzustimmen. Sowohl der innerchinesische als auch der globale Wettbewerb bei der Entwicklung und Markteinführung der BEV werden nicht allein dadurch entschieden, wer das „beste“ Wissen besitzt, sondern wie die unterschiedlichen Wissensformen und Problemlösungswege effizient miteinander verbunden werden.

Diese Struktur der komplementären Stärken zeigt auch, dass sich in den unterschiedlichen BEV-Kooperationsprojekten zunehmend Partner auf gleicher Augenhöhe treffen und nicht von vornherein ein west-östliches Wissensgefälle vorhanden ist.

Defizite

Neben mehr oder weniger spezifisch chinesischen und spezifisch deutschen Defiziten, die weiter oben diskutiert wurden, gibt es ein Defizit bei der Markteinführung der BEV, das beide Partner betrifft und das aus unserer Sicht so gravierend ist, das eine breite Nutzung von batteriebetriebenen Fahrzeugen in beiden Ländern daran scheitern könnte. Dieses Defizit wurde hier schon mehrfach aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet und betrifft die Form der Markteinführung.

In beiden Ländern, in China und in Deutschland, werden die BEV vorwiegend als eine Art Produktsubstitution eingeführt. Der Elektromotor soll den fossilen Verbrennungsmotor, das Elektroauto die klassische Rennreiselimousine ersetzen. Mit dieser Substitution werden zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: Das Auto wird unabhängig vom Öl und es stößt keine Schadstoffe mehr aus. Dies ist bei nachhaltiger Stromerzeugung zweifellos richtig. Dennoch gibt es ein drittens grundlegendes Problem, das bei dieser substitutionsförmigen Markteinführung der BEV nicht gelöst, sondern letztlich noch verschärft wird.

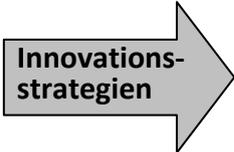
Dieses dritte Problem wird sehr klar in einem einfachen Gedankenexperiment erkennbar: Angenommen, alle technischen BEV-Probleme sind gelöst und es ist auch möglich, batteriebetriebene Fahrzeuge durch eine entsprechende Großserienfertigung kosten- und sogar gewinndeckend zu verkaufen. Die weitaus überwiegende Anzahl der BEV-Diffusionsprognosen geht davon aus, dass dies prinzipiell möglich ist, allerdings noch mindestens eine, wenn nicht gar zwei Dekaden brauchen wird. Also angenommen dies wäre der Fall, die BEV finden immer größere Verbreitung und ersetzen schließlich komplett die verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeuge. In Bezug auf die Ölabhängigkeit und die Umwelt wäre dies natürlich ein Segen, im Hinblick auf den Verkehr und die tatsächliche Mobilität der Menschen eine blanke Katastrophe. Die bloße Substitution einer spritfressenden Rennreiselimousine durch einen sauberen Stromer ändert nichts an der Verkehrsdichte, den Staus und der Rush Hour. Im Gegenteil, je billiger, zuverlässiger und verbreiteter die BEV, desto mehr steigt die Anzahl der Fahrzeuge und desto größer wird das Verkehrschaos. Überspitzt gesagt: Die BEV schaufeln sich selbst das Grab. Wenn die BEV als Substitutionsprodukt eingeführt werden, dann entsteht zunehmend ein umgekehrt proportionales Verhältnis zwischen BEV-Verbreitung und Mobilität.

Natürlich lässt sich dieser Trend durch diverse neue Verkehrsleitsysteme, telematische Techniken und Informationstechnologien abschwächen und verzögern. Aber eben nur abschwächen und verzögern und nicht grundsätzlich aus der Welt schaffen. In deutschen Städten mögen die Folgen in den nächsten Jahrzehnten vergleichsweise nicht so dramatisch sein. Bei einer sinkenden Bevölkerung, dem vorhandenen Grad der Urbanisierung, dem erreichten Fahrzeugbestand sowie Tendenzen zur geringer werdenden Bedeutung des Autobesitzes wird eine substitutionsförmige Markteinführung der BEV den Status quo

vermutlich „nur“ zementieren. Angesichts der im Kapitel 2 skizzierten urbanen Revolution in China sowie der dortigen Wohlstands- und Einkommensrevolution, würde eine Vervielfachung des gegenwärtigen Fahrzeugbestandes zur urbanen Mobilitätsstarre führen. Die Rush Hour wird zum Rush Year. Alles ist im Auto und nichts bewegt sich mehr.

Wenn nicht nur das Eintreffen derartiger Horrorszenarien in China vermieden, sondern auch in Deutschland mehr Mobilität geschaffen werden soll, dann dürfen die BEV nicht als bloße Substitutionsprodukte eingeführt werden. Sie müssen Katalysatoren grundlegend neuer Mobilitätsmuster sein und nur in dieser Katalysatorfunktion gefördert werden. E-Mobility muss BeMobility (BeMobility 2011) vorantreiben und nicht behindern. Nur ein neues Mobilitätsmuster, nicht die bloße Substitution bedarf der staatlichen Unterstützung. Und dafür existieren sowohl in China als auch in Deutschland gute Voraussetzungen: Zum einen gibt es in beiden Ländern Versuche, die Markteinführung der BEV mit der Herausbildung neuer Mobilitätsmuster zu verbinden. Zum anderen gibt es teils ähnliche, teils komplementäre Erfahrungen im Hinblick auf die Rolle des Staates bei der Entwicklung neuer Mobilitätsmuster, die es gemeinsam auszuwerten gilt.

5.5 Kurzzusammenfassung Innovationsverhalten

Kernpunkte	Deutschland	China
 <p>Innovationsstrategien</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stagnation, Standby- und Turbo- Modus • Innovationsdruck: Extern 	<ul style="list-style-type: none"> • Iterative Trial-Error-Strategie • Interner Innovationsdruck
 <p>Stärken</p>	<ul style="list-style-type: none"> • „Absolute-Best“-Strategie • Industrielle Innovationsstruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Große polit.ische Durchsetzungsmacht • Geschwindigkeit und Kopierkunst
 <p>Defizite</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Markteinführung als Produktsubstitution • Geschwindigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • „Second-Best“-Strategie • Markteinführung als Produktsubstitution
 <p>Synergien</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Joint-Ventures: „Stärken“ stärken 	<ul style="list-style-type: none"> • Joint-Ventures: „Stärken“ stärken



6. Handelsbarrieren bei der Markteinführung von Elektrofahrzeugen

Die Aufgabe, am Schluss der Studie Handelsbarrieren bei der Markteinführung von Elektrofahrzeugen zu untersuchen, ist mindestens aus drei Gründen problematisch:

Erstens besteht die Gefahr, dass eine der Kernschlussfolgerungen dieser Studie durch eine solche Untersuchung verwässert, wenn nicht gar völlig verfälscht wird. In allen vorherigen Kapiteln wurde nämlich aus unterschiedlichen Perspektiven immer wieder gezeigt, dass der Versuch, BEV als Substitutionsprodukt für die konventionellen verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeuge einzuführen notwendigerweise zum Scheitern verurteilt ist, und zwar sowohl in Deutschland als auch in China. BEV können nicht als vollständiger Ersatz, sondern nur als Teil neuer multimodaler Mobilitätsregime im Markt eingeführt werden. Pointiert formuliert: E-Mobility ist nur im Rahmen von Be-Mobility zu haben. Alles andere wird ein Milliardengrab für öffentliche und private Gelder. Eine Untersuchung von Handelsbarrieren kann nun sehr leicht den Eindruck erwecken, als ginge es bei der BEV-Markteinführung letztlich doch um klassische dingliche Güter. Der Begriff der „Handelsbarriere“ erzeugt mehr oder weniger folgende Denkfigur: »Das neue Produkt BEV soll das alte etablierte Produkt des konventionellen Fahrzeugs ablösen. Dabei spielt der Handel eine wichtige Rolle, und zwar sowohl im Hinblick auf das fertige Produkt als auch in Bezug auf Zulieferteile. Der Handel kann die Markteinführung der BEV (sprich die Substitution der ICE) erleichtern oder erschweren. Handelsbarrieren sind mithin Faktoren, die die Markteinführung der BEV, also die Substitution der ICE, erschweren«. Und genau diese Denkfigur führt durch die Hintertür genau die kurzschlüssige Argumentation wieder in die Studie ein, die zuvor ad absurdum geführt wurde.

Zweitens verleitet die Vorstellung von „Handelsbarrieren“ zu dem Wunsch, solche Barrieren aufgelistet zu bekommen, um sie gegebenenfalls umgehen, überspringen oder beseitigen zu können. Wieder zugespitzt formuliert: Eine Untersuchung der einer BEV-Markteinführung entgegenstehenden Handelsbarrieren soll möglichst eine präzise Kartierung des Handelsparkours liefern, durch den sich die politischen und staatlichen BEV-Markteinführer bewegen müssen, um ihr Produkt möglichst schnell und sicher an die Frau oder den Mann zu bringen. Eine solche Auflistung ist zwar relativ leicht möglich, indem man beispielsweise die Reporte der Handelsorganisationen und die leidvollen Erfahrungen diverser Markteinführer vor Ort miteinander verbindet und damit eine ebenso präzise wie praxisnahe Parkourkarte anfertigt. Das Problem dabei ist jedoch, dass diese Karte zu einer systematischen Fehlorientierung führt, die umso größer ist, je genauer und detailreicher die Barrierenkartierung ist. Um aus einem Labyrinth herauszufinden, benötigt man eine Draufsicht oder einen Ariadnefaden. Eine Barrierenbeschreibung hilft nicht, sondern führt noch mehr in die Irre, insbesondere dann, wenn die Barrieren ständig verschoben und verändert werden. Es geht nicht um eine Auflistung der Barrieren, sondern darum, den Modus ihrer Verschiebung und Veränderung zu verstehen.

Drittens schließlich würde eine Handelsbarrierenauflistung das eigentliche dahinter liegende Kernproblem verwässern, verfälschen und verharmlosen. Es geht nämlich bei diesen

Barrieren um weit mehr, als um irgendwelche handelspolitischen Hindernisse, die einer BEV-Markteinführung in den Weg geschoben werden. Die Handelsbarrieren und mehr noch der Modus ihrer Verschiebung und Veränderung, sind Ausdruck eines großen macht- und wirtschaftspolitischen Kräftemessens, bei dem es im Kern nicht darum geht, wer die handelspolitischen Regeln einhält und wer nicht, sondern darum, wer diese Regeln setzt und wer sich danach zu richten hat. In den letzten Jahrhunderten war es so, dass der Westen die Regeln setzte und China sich danach zu richten hatte. Jetzt sind wir an einem Punkt angelangt, wo sich dies ändern könnte. Die Ziele und Ansprüche, die China und Deutschland im Hinblick auf die Technologie-, Produktions- und Markführerschaft im BEV-Bereich artikuliert und angemeldet haben, sind ein Ausdruck dieses macht- und wirtschaftspolitischen Kräftemessens und von chinesischer Seite sehr ernst gemeint. Die BEV-relevanten Handelsbarrieren und ihre Verschiebung und Veränderung sind nur oberflächliche Symptome eines viel tiefer greifenden Ringens um globale Hegemonie.

Im Folgenden soll der Versuch unternommen werden, über die Symptome „Handelsbarrieren“ im BEV-Bereich Einblicke in die tiefer liegenden ursächlichen Zusammenhänge zu gewinnen, aus denen die bisherigen handels- und wirtschaftspolitischen BEV-Barrieren erwachsen sind und die neue Barrieren möglich machen. Dazu ist es allerdings notwendig, zunächst einen scheinbaren Umweg einzuschlagen. Aber erstens ist dieser Umweg nur sehr kurz, zweitens ist er nur scheinbar und drittens sagt ein altes chinesisches Sprichwort: „Umwege erhöhen die Ortskenntnis“.

Sun Zi und die 36 Kammern der Shaolin

Der chinesische General und Philosoph Sun Zi, wurde bereits bei der SWOT-Analyse der BEV-Leap-Frog-Strategie im Kapitel 3 erwähnt. Sun Zi, der um 500 v. Chr. lebte, gilt nicht nur als einer der größten Strategietheoretiker aller Zeiten und gehört zum festen Repertoire aller großen Militärakademien, sondern er wird zunehmend auch für die moderne Managementtheorie und Praxis neu entdeckt (siehe etwa Schwanfelder 2004; Moch 2008; McCreadie 2010), insbesondere auf dem Gebiet der strategischen Planung (etwa Wee 2002; Hill/Jones 2010). In China ist er Pflichtlektüre. Angefangen vom Bereich der allgemeinen Bildung (Chinese-Wiki 2011) über Management- und Marketingvorlesungen (Weier 2011a) bis hin zur Ausbildung von Ingenieuren für den BEV-Bereich (FES 2011) werden die Lehren Sun Zi's vermittelt. Und dies nicht in erster Linie deshalb, weil Mao Tse Tung ein großer Kenner und Bewunderer von Sun Zi war.

Die Wiederentdeckung des großen Kriegers und Denkers in der westlichen Welt sowie die Achtung und Aktualität, die er in China und im gesamten asiatischen Raum genießt, stützt sich vor allem auf sein Werk „Die Kunst des Krieges“ (Sunzi 2011), in dem er vor zweieinhalbtausend Jahren in 13 Kapiteln insgesamt 36 Strategeme entwickelte, die allesamt von hoher Aktualität sind. Eine der wohl am häufigsten zitierten Aussage findet sich im Kapitel 3, „Das Schwert in der Scheide (Angriff mit Strategie)“, das mit den Worten beginnt: „In all deinen Schlachten zu kämpfen und zu siegen ist nicht die größte Leistung. Die größte Leistung besteht darin, den Widerstand des Feindes ohne einen Kampf zu

brechen“ (ebd.: 12). Oder, formelhaft zugespitzt: „Wahrhaft siegt, wer nicht kämpft“. Wie dies genau zu machen ist, lehrt Sun Zi in seinen 36 Strategemen.

Auch in Deutschland findet Meister Sun bei der Einweisung von Führungskräften für ihren Chinaeinsatz zunehmend Beachtung, sei es im Hinblick auf das Verhandlungs-Management überhaupt (HLS 2011), sei es im Hinblick auf die Arbeit in Joint Ventures (Weier 2011b). Nun ließe sich sagen, dass die Resonanz, die „Die Kunst des Krieges“ in der westlichen akademischen Welt und bei dortigen Unternehmensberatungsfirmen findet, zwar durchaus interessant, aber vorwiegend modischer Natur ist und insofern für die Entwicklung und Markteinführung der BEV in Deutschland und China mehr oder weniger nur Lokalkolorit darstellt.

Statue von Sun Tzu in Yurihama, Tottori, Japan



Abbildung 75: (Wikipedia 2011).

Ganz so einfach sollte es man sich indes nicht machen. 2004 wurde Hu Jintao zum neuen Paramount Leader Chinas. Er vereinigt seitdem drei Ämter in seiner Person, nämlich den Partei-, den Staats- und den Armee-Chef. Als Hu Jintao am 19. April 2006 den damaligen

amerikanischen Präsidenten Bush besuchte, überreichte er ihm ein persönliches Geschenk, und zwar eine seidenbestickte Ausgabe der „Kunst des Krieges“ (Bartsch 2006).

Hu Jintao, George W. Bush und Sun Zi's „Die Kunst des Krieges“



Abbildung 76: Eigene Darstellung.

So hat man den ansonsten eher steinernen und emotionslosen Paramount Leader selten lachen sehen, wie in diesem Augenblick. Und dies nicht ohne Grund, denn selbstverständlich war das Geschenk mit Bedacht gewählt. Und mit feiner Ironie, was auch vielen Journalisten nicht entgangen ist. Hu Jintao überreicht öffentlich, vor aller Augen, das Strategiepapier der chinesischen Führung, auf deren Grundlage nicht nur die USA, sondern die gesamte Triade erst eingeholt und dann überholt werden soll. Alles, was Mann und Frau über den Kern der chinesischen Leap-Frog-Strategie im Allgemeinen und die BEV-Leap-Frog-Strategie im Besonderen wissen müssen, steht in diesem Buch. Bei manchen Strategemen, wie etwa den Strategemen 1, 24 und 27 fällt dies sofort ins Auge, bei anderen liegt es nicht gleich auf der Hand, ist jedoch mühelos zu belegen. Keiner soll sagen, der Paramount Leader hätte keinen Humor. Und keiner soll sagen, die chinesische BEV-Strategie sei undurchsichtig. Die 36 Strategeme des Meisters Sun sind der beste Ariadnefaden durch das Labyrinth der Handelsbarrieren, den man sich wünschen kann.

Und wem das Originalwerk des großen Philosophen zu anstrengend und zeitraubend ist, der sollte wenigstens auf populäre Kurzeinführungen zurückgreifen, die schon beim Durchblättern eine Ahnung davon entstehen lassen, dass jeder Entscheidungsträger gut beraten ist, die chinesische BEV-Landschaft durch Sun Tzi's Brille zu sehen. Es ist unglaublich, zu welcher Klarheit einem Meister Sun verhilft. Außer dessen Schrift und den diversen Einführungs-, Anleitungs- und Diskussionstexten über „Die Kunst der Kriegführung“ gibt es noch eine unterhaltsame, wenngleich etwas seichte Einführungsvariante in die chinesische Kampfkunst, und zwar ein Martial-Arts-Film, der 1978 in Hong Kong gedreht wurde und als ein Klassiker seines Genres gilt, nämlich „Die 36 Kammern der Shaolin“ (IMDb 2011). In diesem Film werden Grundelemente der Philosophie des Kung Fu - was

übersetzt soviel bedeutet wie »Etwas durch harte und geduldige Arbeit Erreichtes« - auf populäre und kurzweilige Weise vermittelt. Und dabei sind die verschiedensten Arten von Leap-Frogs zu sehen - auch die, über seinen eigenen Schatten zu springen. Vor dem Hintergrund der Ausführungen in den Kapiteln 2, 3 und 4 ist dieses geradezu symbolisch für die chinesische Leap-Frog-Strategie.

Im Folgenden wird an Hand von vier Beispielen gezeigt, dass und inwiefern die Strategeme des Meisters Sun die chinesische Handelspolitik bestimmen. Dabei wird auch deutlich werden, dass aus der Perspektive der „Kunst des Krieges“ diese oft wirr, chaotisch und widersprüchlich erscheinende Politik vielfach einer ebenso klaren, wie eisernen Logik folgt. Bei diesen drei Beispielen handelt es sich um „Das Schwert in der Scheide“, „Auf das Gras schlagen“ und „Den Köder auswerfen“.

„Das Schwert in der Scheide“ oder „Die seltenen Erden“

Im Kapitel 3 wurde gezeigt, dass der größte Trumpf Chinas bei der BEV-Leap-Frog-Strategie darin besteht, die globale Wertschöpfungskette, von der Förderung und Trennung über die Verhüttung und Legierung bis hin zur Produktion zu dominieren (Levkowitz/ Beauchamp-Mustafaga 2010: 3; Humphries 2010: 8; Hilpert/Kröger 2011: 7). Ohne diese „Vitamine der Industrie“ (zit. nach Hilpert/Kröger 2011: 3) wäre nicht nur die BEV-Produktion, sondern nahezu die gesamte High-Tech-Fertigung weltweit gedrosselt, wenn nicht gar völlig lahm gelegt.

Das wohl am häufigsten zitierte Kapitel aus der „Kunst des Krieges“ ist das dritte, das General Sun Tzi mit „Das Schwert in der Scheide“ (Sun Tzi 2011: 12) überschreibt. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, ob und wie es gelingen kann, ohne militärischen Kampf zu siegen. Meister Sun bezeichnet dies als die höchste und größte Kunst. Mit seiner „Rare-Materials“-Politik beherrscht China diese Kunst geradezu perfekt. Es verfügt über das größte Know-How, beherrscht die gesamte globale Wertschöpfungskette und sucht seine Monopolstellung durch weltweite Firmenzukäufe systematisch auszubauen und zu stärken.

China lässt bei den „rare materials“ gegenwärtig das Schwert in der Scheide und eröffnet keinen Handelskrieg. Aber es hat die Hand am Griff des Schwertes und zieht es ab und zu geradezu spielerisch heraus, damit es jeder sehen kann. So beispielsweise 2009, als es die Exportquoten plötzlich senkte und sich dadurch die Weltmarktpreise für Lanthanoxid und Ceroxid innerhalb von vier Monaten verfünffachten (Hilpert/Kröger 2011: 4).

Solche Signale sind unmissverständlich. Das Schwert ist in der Scheide, aber jeder sieht: „Rare Materials Could Trigger Next Trade War“ (Godoy 2009). Und nicht nur Journalisten sehen diese Gefahr. Im „Technology Outlook 2020“ der „Norske Veritas as Research & Innovation“ wird ein solcher Krieg für möglich gehalten und unter die „Uncertainties and Disruptors“ eingeordnet (DNV 2011: 19). Und die Triade wäre für einen solchen Krieg mehr als schlecht gerüstet, denn ihre gesamte High-Tech-Produktion - angefangen vom Notebook bis zur modernen Militärtechnik - käme zum Erliegen. Die „Heartleadership“-Interpretation der „Kunst des Krieges“ nennt dieses Strategem auch „Die Auskernungs-Strategie“ (HLS 2011:

11): „Die Tragbalken stehlen und die Stützpfeiler austauschen.“ So wird den gegnerischen Knochen das Mark entzogen“ (ebd.).

Angesichts dieser Lage reicht es, das Schwert zwar in der Scheide zu lassen, aber es ab und zu ein wenig herauszuziehen, damit jeder sieht, dass es noch drin ist. So eine Geste bewirkt mehr als 100 Handelsbarrieren.

„Auf das Gras schlagen“ oder „GAC Order No. 125 und 185“

„Auf das Gras schlagen, um die Schlange aufzuscheuchen“ (HLS 2011: 7) meint so etwas ähnliches, wie im Deutschen „Auf den Busch klopfen“. Man schlägt auf das Gras oder klopft auf den Busch, um zu sehen, ob und was da passiert. Oder, frei nach Meister Sun: „Wir müssen den Gegner provozieren, um seine Reaktionsmuster kennenzulernen“ (ebd.). Was die Automobilindustrie anbelangt, und insbesondere die BEV, schlug China am 28. Februar 2005 ganz kräftig auf das Gras, und zwar mit der GAC Order No.125. Unter dieser Nummer veröffentlichte die „General Administration of Customs“ (GAC) das zwischen der NDRC, dem MOF (Ministry of Finance) und dem MOFCOM (Ministry of Commerce) abgestimmte Dokument „The Administrative Measures for the Import of Automobile Components and Parts Featuring Complete Vehicles“ (KPMG 2009).

Im Kern ging es bei diesem Dokument darum: „the import duty rate for automobile parts featuring complete vehicles would be the same as that for the complete vehicle“ (ebd.). Der Clou dabei war, dass der Import von Autoteilen, die einem der folgenden fünf Standards entsprechen, so besteuert werden sollte, wie der Import des vollständigen Fahrzeugs:

- „Importing CKD (Completely Knocked-Down) and SKD (Semi Knocked-Down) items for assembling vehicles.
- Importing both the vehicle body system and engine system for assembling vehicles.
- Importing either the vehicle body system or the engine system, and three or more other systems for assembling vehicles.
- Importing five or more systems other than the vehicle body (including cab) system and engine system for assembling vehicles.
- The total value of the imported parts and components is no less than 60 percent of the total value of the complete vehicle type “(ebd.).

Diese Regelung wurde im April 2005 in Kraft gesetzt (USTR 2009: 68) und führte sofort zu Protesten der USA, Japans, der EU und Kanadas. Aus Sicht der Triade wurden damit nicht nur Teilezulieferer unfair diskriminiert, sondern auch die im Inland produzierenden Unternehmen davon abgehalten, Autoteile aus den westlichen Ländern zu importieren (ebd.). Aus chinesischer Sicht zielte die Regelung darauf ab, die in China produzierenden westlichen Firmen zu zwingen, ihre Zulieferteile nicht aus den Mutterländern zu importieren, sondern aus China zu beziehen. Dabei ging es weniger um die Zolleinnahmen oder die Schaffung von Arbeitsplätzen, sondern um Technologietransfer. Zugespitzt formuliert sollten die westlichen Autofirmen de facto die chinesischen Zulieferfirmen durch entsprechende

Pflichtenhefte, Vertragsspezifikationen, Standardsetzungen etc. technologisch aufzurüsten. Dies wiederum hätte bedeutet, dass sich die westlichen Autofirmen strategisch mit samt ihrer Zulieferindustrien in den Mutterländern überflüssig machen. Außerdem hatte die Regelung noch einen Nebeneffekt, denn jede Firma, die sich exakt in die obigen fünf Standards einpassen wollte, sah sich gezwungen „to provide specific information about each vehicle they assemble, including a list of the imported and domestic parts to be used, and the value and supplier of each part“ (ebd.: 68). Dies wiederum hätte weitere tiefe Einblicke in firmenspezifische Wertschöpfungsketten sowie technologische, produktionstechnische und logistische Interna gewährt.

Die Regelungen blieben aber, wie gesagt, nicht unwidersprochen. Es setzte der in solchen Fällen übliche Prozess ein (KPMG 2009:2; USTR 2009: 68): Die USA, die EU und Canada legten 2006 bei der WTO Beschwerde ein. Im gleichen Jahr startete ein umfangreicher Konsultationsprozess, der jedoch zu keiner Einigung führte. Daraufhin setzte der „Dispute Settlement Body“ eine Expertengruppe ein, die Hearings einberief. Im Juli 2008 kam die Expertengruppe zu dem Ergebnis, dass die GAC-Regelungen nicht den WTO-Prinzipien entsprechen. China reichte umgehend Beschwerde ein, aber der WTO Appellate Body bestätigte am 15. Dezember 2008 die Einschätzung der Experten. Am 28. August 2009 beschloss China die GAC Order No. 185. Diese Regelung trug den Titel „The Decision on Abolishing The Administrative Measures for the Import of Automobile Components and Parts Featuring Complete Vehicles“ und trat ab 1. September 2009 in Kraft.

Was wurde mit diesem Strategem des Philosophen Sun Tzi erreicht?. Scheinbar nichts außer endlose bürokratische Prozeduren. Doch der Schein trügt. China konnte von Anfang an nicht ernsthaft damit rechnen, dass die GAC-Order No.125 unwidersprochen bleibt. Sie durchzusetzen war auch gar nicht Sinn des Manövers. Was China erreichen konnte, hatte es erreicht: Zunächst hatte das Reich der Mitte nichts verloren, noch nicht mal öffentliches Ansehen, weil sich kaum jemand für diese zähen, langatmigen Prozeduren interessierte, aber es hatte einiges gewonnen. Erstens Zeit, denn Regel 125 wurde mehr als viereinhalb Jahre praktiziert und auch nicht rückwirkend eingeschränkt (KPMG 2009: 2). Zweitens hatten die Schüler Meister Sun's durch das „Auf das Gras schlagen“ erfolgreich provoziert und die Reaktionsmuster eingehend studieren können. Drittens war somit ein Präzedenzfall geschaffen, der sich in 5 oder 10 Jahren genau andersherum nutzen ließe, dann nämlich, wenn der BEV-Leap-Frog gelingen sollte und sich der Westen mit analogen Schutzzöllen versuchen würde, sich vor den High-Tech-Fahrzeugen der Erben des Generals Sun zu verbarrikadieren. Und viertens schließlich wurde immerhin noch ein Importzoll in Höhe von 10% auf Autozulieferteile für zulässig erklärt ein (KPMG 2009: 3; USTR 2009: 68). Was hat der Westen gewonnen? Er hat Recht bekommen, was allerdings die breite Öffentlichkeit kaum interessiert haben dürfte. Was hat er verloren? Alles, was China gewonnen hat.

Insgesamt keine schlechte Bilanz für die Schüler Meister Sun's. Aber damit nicht genug, denn der Fall hat ein interessantes Nachspiel, das bis in unsere Tage reicht. Und diesem Beispiel wollen wir uns nun zuwenden.

„Den Köder auswerfen“ oder „Government Subsidies“

Noch während der Streit zwischen China und dem Westen um die GAC-Regel No. 125 in der WTO lief und an irgendeine Einigung, geschweige denn an eine GAC-Regel No. 185 noch gar nicht zu denken war, hatten die Schüler Sun schon ihre Schlüsse gezogen und bereiteten den nächsten genialen Coup vor, der sehr bald seine Wirkungen zeigen sollte. Bei diesem Manöver führte das MOST unter Leitung seines genialen Strategen Wan Gang Regie. Das Strategem Sun Tzis, lautete hier: „Köder auswerfen“, und zwar so attraktiv, dass der Gegner einfach nicht widerstehen kann, sie zu schlucken (Sun Tzi 2011: 9; HLS 2011: 8).

Bereits im März 2009, als die WTO-Zwistigkeiten noch auf vollen Touren liefen, wurde das so genannte „Automotive Industry Revitalization Program“ beschlossen. Angesichts des rasanten und im Rahmen dieser Studie mehrfach geschilderten Aufstiegs der chinesischen Autoindustrie in der ersten Dekade dieses Jahrhunderts sowie der Tatsache, dass die Krise 2008 für Chinas Autoindustrie nur als eine Konjunkturdelle wahrnehmbar war, ist der Begriff „Revitalization“ etwas irreführend, um nicht zu sagen desorientierend. Worum es in diesem Programm geht ist nicht die Revitalisierung, sondern der Leap-Frog der chinesischen Autoindustrie. Strategischer Kern des 600-Milliarden Dollar schweren Programms (Luckhardt 2009) ist der Umbau der chinesischen Autoindustrie zu einer High-Tech-Green-Car-Industrie.

Und den Startschuss für diesen anvisierten Sprung gab Prof. Wan Gang ein paar Wochen später mit dem von ihm initiierten „10 Cities 1.000 Vehicles“-Programm, das in den vorherigen Kapiteln schon aus den unterschiedlichsten Perspektiven beleuchtet und diskutiert wurde. Dieses Programm, das jetzt schon auf 25 Städte angewachsen ist und im Rahmen des 12. Fünf-Jahrplans bis 2015 auf dann insgesamt 30 Städte ausgedehnt werden soll, umfasst auch einen Punkt „Government Subsidies“ der hier bereits auch schon mehrfach angesprochen wurde. Diese staatlichen Hilfen sind unterschiedlich gestaffelt, je nachdem, um welches Green Car es sich handelt und sie sind unterschiedlich hoch, je nachdem, wie viel die Provinzregierungen und lokalen Behörden noch zusätzlich auf die zentrale staatliche Förderung drauf packen.

Im vorherigen Kapitel 5 wurde an Hand des von BYD entwickelten Plug-In-Hybriden F3DM gezeigt, wie sich diese unterschiedlichen Subventionen aufaddieren können, und zwar so: Der BYD F3DM sollte ursprünglich für 32.600 €, ja sogar für 43.460 €S verkauft werden (Lockström/Callarman/Lei 2011:75). Diese Preisvorstellungen waren eindeutig überhöht und nicht realisierbar. Inzwischen liegt das Preisangebot im Einzelhandel bei ungefähr 18.613 € (ebd.). Berücksichtigt man nun die für diesen Typ maximal möglichen Subventionen, dann ergeben sich 5.256 € zentrale und 2.190 € örtliche Subventionen, wodurch der BYD F3DM dann „nur noch“ 11.167 € kostet (JPM 2010: 1). Eine für chinesische Verhältnisse immer noch sehr hohe Summe, aber eine für den Early-Adopter-Bereich mögliche Einstiegsgröße. Anders gesagt: Elektrofahrzeuge können im Rahmen des „Automotive Industry Revitalization Program“ durch die unterschiedlichsten Zuwendungen zu rund 40% staatlich subventioniert werden.

Und das ist ein lukrativer Köder, nicht nur für die Kunden, sondern zunächst vor allem für die Produzenten, die hoffen, über diese geradezu goldene Subventionsbrücke in den Early Adaptor-Bereich und von dort in den gesamten chinesischen und globalen BEV-Markt katapultiert zu werden. Größer und attraktiver hätte auch General Sun Tzi einen Köder nicht machen können. Und, raffinierter hätte er ihn auch nicht auslegen können. Die Frage ist, beißt jemand an und wenn ja wann und wie?

Es hat jemand angebissen, und zwar einer der ganz großen Global Player, auch auf dem chinesischen Markt und gerade im BEV-Bereich. GM konnte einfach nicht widerstehen und versuchte mit dem Chevrolet Volt über die Subventionsbrücke in dem Markt zu rollen. Und dieser Versuch verlief offensichtlich so:

„As General Motors seeks to introduce the Chevrolet Volt to the Chinese market, it's counting on these subsidies to help make the car attractive to potential buyers. It could work, too, since the Chinese subsidies are large enough to essentially slice the Volt's MSRP in half. However, according to The New York Times, the Chinese government has put a big roadblock in front of the plug-in Chevy: 'The Chinese government is refusing to let the Volt qualify for subsidies totaling up to \$19,300 a car unless G.M. agrees to transfer the engineering secrets for one of the Volt's three main technologies to a joint venture in China with a Chinese automaker, G.M. officials said. Some international trade experts said China would risk violating World Trade Organization rules if it imposed that requirement.' According to the Times, the Chinese demand includes handing over information about the Volt's electric motors, its control system or batteries. Similar demands for trade secrets have reportedly made other electric vehicle makers leery of entering the Chinese market". (Summer 2011)

Oder, auf den Punkt gebracht: „China to GM: Give us Chevy Volt secrets or it'll cost \$19,000 more“ (ebd.). General Motors widerspricht einer solchen Behauptung vehement: „GM says China has not pressured it to share Volt technology“ (ANC 2011). Doch daran will so recht niemand glauben, insbesondere nicht in den USA. Schlagzeilen wie „US Doesn't Understand China's EV Policy“ (Niedermeyer 2011) oder „Obama allows China to break WTO trade rules, steal GM trade secrets and jobs“ (MyFDL 2011), häufen sich.

Vor dem Hintergrund dieses GM-Versuchs ist es sicher nicht allzu gewagt, anzunehmen, dass die Erben Sun Tzi's bei den BEV-Joint Ventures von Daimler mit BYD, BMW mit Brilliance oder VW mit FAW ähnliche Interessen haben. Weitere Untersuchungen zu diesem Thema wären deshalb dringend nötig und an Material mangelt es ebenfalls nicht. Erinnerung sei hier nur an die Publikationen der United States International Trade Commission oder an die jährlichen und speziellen Reporte der USTR zu den Handelsbeziehungen zwischen China und den USA.

Das zentrale Probleme ist jedoch, sich nicht im Dschungel der sich ständig verändernden Handelsbarrieren zu verlieren, sondern einen Überblick und eine Vorausschau zu entwickeln, die die Logik der Barrieren- und Regelverschiebungen erfasst und nicht - um es einmal sehr grob zu formulieren - jeder spektakulären neuen Sau hinterher läuft, die gerade durchs Dorf getrieben wird. Meister Sun aus Wu ist dabei nicht der schlechteste Ratgeber.

6.1 Kurzzusammenfassung Handelsbarrieren Deutschland/China



7. Zusammenfassung und Analysebedarf: Markteinführungsstrategien in Deutschland und China

Kernpunkte	Deutschland vs. China
 <p>Treiberstruktur</p>	<p><u>Gemeinsamkeiten:</u></p> <p>Das Treibergefüge für die weltweiten Entwicklungen der Elektromobilität besteht aus dem Zusammenspiel globaler und landesspezifischer Einflüsse, aber sind je nach Land unterschiedlich und verschieden stark ausgeprägt.</p> <p><u>Unterschiede:</u></p> <p><i>Deutschland:</i> Extern getrieben, mit „weichem“ Druck, Haupttreiber Klimaschutz und Internationale Märkte – Der chinesische Markt kann als starker Treiber gesehen werden.</p> <p><i>China</i> selbst wird bestimmt durch das Hypergrowth und die hohe Wachstumsdynamik der letzten Jahre, welches zu sozialen und volkswirtschaftlichen Ungleichgewichten und einer inner-staatlichen Treibereigendynamik für BEV führt. Die stärksten Treiber sind die lokale Umweltverschmutzung, die hohen THG-Emissionen und deren volkswirtschaftliche Kosten, sowie die hohe Importabhängigkeit bei Energierohstoffen, der zunehmende Urbanisierungstrend, demographische und Wohlstands-Ungleichgewichte sowie technologischer Entwicklungsbedarf</p>
 <p>Analysebedarf</p>	<p>Um die Prozesse der Markteinführung besser verstehen zu können und daraus Empfehlungen für Politik und Wirtschaft zur Markteinführung von Elektro-fahrzeugen in Deutschland und auch in China ableiten zu können müssen tiefergehende Analysen erfolgen.</p> <ul style="list-style-type: none">• Insbesondere für China müssten die Treiber-struktur und die Beziehung zwischen diesen und der Elektromobilität als Wechselwirkungszusammenhang weitergehend analysiert werden. <p>Des Weiteren:</p> <ul style="list-style-type: none">• Untersuchung des Einflusses von ökonomischen, technischen und ökologischen Trendbruchereignissen auf die Einführung von Elektrofahrzeugen.• Detaillierte Analyse des BEV Marktpotenzials in urbanen Räumen und Ballungszentren

Kernpunkte

Wirtschaftliche
Bedingungen

Deutschland vs. China

Gemeinsamkeiten:

Die technologischen Herausforderungen und ansatzweise auch die Hürden/Barrieren bei der Markteinführung von BEV sind in beiden Ländern vergleichbar:

- Entwicklung von BEV und der Schlüsselkomponenten (Batterie, Motor, Elektronik, Aufbau einer Zuliefererstruktur und Massenproduktion)
- Der notwendige Aufbau einer geeigneten Ladeinfrastruktur und damit zusammenhängend die Etablierung eines Smart Grid (Netzintegration von BEV), Geschäftsmodelle
- Kunde/Markt: Aufbrechen des Benchmarkings mit konv. Fahrzeugen – „Inwertsetzung“ des BEV

Unterschiede:

Deutschland ist durch die neue Technologie „BEV“ einem erheblichen Strukturwandel über die komplette automobilen Wertschöpfungskette unterworfen. Bestehende Unternehmen müssen Marktanteile sichern, die Hürden für Wettbewerber sind niedriger. Schlüsselkomponenten bei denen die deutsche Industrie führend ist fallen weg, Know-how-Anteile werden neu verteilt. Während deutsche Unternehmen einen Technologievorsprung bei Fahrzeugtechnik/-bau und anderen Schlüsselkomponenten für BEV von max. 1-2 Jahren haben, müssen sie den Vorsprung bei Lithium-Ionen-Batterien gegenüber Asien und insbesondere auch *China* aufholen. *Chinas* politische Führung versucht mit einer Leap-Frog-Strategie für BEV den Technologierückstand umzukehren. Dabei hat das Land insbesondere bei strategischen Rohstoffen (Lithium, seltene Erden) wesentliche Wettbewerbsvorteile und ein deutlich höheres Marktpotenzial. Gerade letzteres weckt bei deutschen Herstellern großes Interesse, Marktzugang gibt es jedoch nur über Joint Ventures und Technologietransfer. Zusätzlich haben chinesische Unternehmen und auch der Markt bereits langjährige Erfahrung mit Elektrofahrzeugen (Zweiräder).

Analysebedarf

Folgender **Forschungsbedarf** kann exemplarisch dargestellt werden:

- Untersuchungen zu geeigneten Markteinführungsstrategien von BEV, um das Benchmarking mit konv. Fahrzeugen aufzubrechen („Inwertsetzung“)
- Analysen zum besseren Verständnis des chinesischen Wirtschaftssystems als Unterstützung für deutsche Unternehmen
- Analyse und Gegenüberstellung des technologischen Wissens-/Know-how-Levels bzw. der -differenz in Deutschland und China

Kernpunkte

Politisches
Umfeld

Deutschland vs. China

Gemeinsamkeiten:

Die ergriffenen Maßnahmen in Deutschland und China sind vergleichbar mit denen, die bereits im internationalen Umfeld auf den Weg gebracht wurden:

- Nationale Förderprogramme für Elektromobilität mit erheblichen Förderbudgets
- Infrastrukturaufbau und große Demonstrationsprojekte (Modellregionen, Modellstädte) zur Erprobung und Marktentwicklung
- Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen bis hin zu Marktanreizen

Unterschiede:

Deutschland setzt einen besonderen Schwerpunkt auf die Netzintegration von BEV und misst der Kopplung mit erneuerbaren Energien, bedingt durch die energie- und umweltpolitischen Leitlinien, einen hohen Stellenwert bei. Bei der Marktentwicklung dagegen beschränkt man sich im Vergleich zu anderen Ländern auf das Setzen geeigneter Rahmenbedingungen, die nur moderate Kaufanreize (Steuererleichterung) beinhalten.

China dagegen setzt starke Marktanreize über direkte Kaufprämien, Steuererleichterungen und massive Bevorteilung von Elektrofahrzeugen (Einfahrverbote). Dies verdeutlicht die deutlich größere politische Durchsetzungsmacht und die Strategie der politischen Führung. Elektromobilität ist Teil der Leap-Frog-Strategie und eine der 7 „Strategic and Emerging Industries“ im 12ten Fünf-Jahr-Plan.

Analysebedarf

Folgender **Forschungsbedarf** kann exemplarisch dargestellt werden:

- Untersuchungen zu geeigneten politischen Markteinführungsinstrumenten für BEV, um das Benchmarking mit konv. Fahrzeugen aufzubrechen („Inwertsetzung“)
- Bewertung der verschiedenen politischen Markteinführungsinstrumente, insbesondere auch im Hinblick auf den Einsatz in Deutschland
- Analysen inwiefern man von anderen Ländern, insbesondere auch China für die Markteinführung von BEV lernen kann, dies kann auch Ex-Post-Analysen der historischen Versuche beinhalten
- Dazu auch: Analyse der Ziele und Ergebnisse der 3X3-Matrix-Planung des MOST und Ableitung von Schlussfolgerungen für Deutschland
- Monitoring der Entwicklung und des Ausbaus der Elektromobilität in Deutschland und International

Kernpunkte

Innovations-
verhalten

Deutschland vs. China

Unterschiede:

Der Innovationsdruck in *Deutschland* ist primär extern und vorwiegend von der Wirtschaft getrieben, die eine etablierte industrielle Innovationsinfrastruktur haben. Die Innovationsmodi kann man mit den Begriffen „Stagnovation“ (Optimierung des Verbrennungsmotors, inkrementelle Innovationen), „Standby“ (Bewertung und Entwicklung alternativer Antriebe/Kraftstoffe nach Bedarfsfall) und „Turbo“ (Reaktion auf externe Ereignisse - z.B. Elektromobilität) beschreiben. Insgesamt verfolgt die deutsche Industrie eine „Absolute-Best-Strategie“ mit langen Entwicklungszyklen. *China* dagegen agiert aus interem Innovationsdruck als Resultat des Hyper-Growth. Die Politik spielt dabei eine ganz wesentliche Rolle und besitzt eine viel höhere Durchsetzungsmacht und -tiefe. Innovationen werden vorrangig nach iterativen Trial-Error-Prozessen (4-Stufen-Erfahrungsstrategie) durchgeführt. Eine Innovationsstruktur in der Industrie ist dagegen nicht in vergleichbarem Maße etabliert, zudem wird eine schnelle „Second-Best-Strategie“ verfolgt.

Gemeinsamkeiten:

Die Unterschiede überwiegen zwar, trotzdem lassen sich daraus auch komplementäre Stärken, aber auch gemeinsame Defizite ableiten:

- Die Markteinführung als Produktsubstitution konv. Fahrzeuge (-)
- „Absolute-Best“ und Second-Best“-Strategien können sich teilweise lahmlegen, aber auch befruchten (+/-)
- Deutsch-Chinesische Joint Ventures als gegenseitiger Erfahrungs- und Know-how-Austausch (+)

Analysebedarf

Folgender Forschungsbedarf kann exemplarisch dargestellt werden:

- Untersuchungen zum sozialen Innovationsverhalten in China und Deutschland, das einen wesentlichen Einfluss auf die Markteinführung der BEV hat
- Analysen zu notwendigen sozialen/gesellschaftlichen Innovationen für BEV

Kernpunkte

Handels-
barrieren

Analysebedarf

Deutschland vs. China

Bisher bestimmten die westlichen Industrieländer die Handelsregeln: Für die Elektromobilität könnte sich diese Situation umkehren. Effektiv **Handelsbarrieren kann man vorrangig auf chinesischer Seite** identifizieren:

- Quasimonopol bei seltenen Erden und die Einführung von Exportbeschränkungen
- Schutzzölle: GAC Order No. 125 (2005)
- Marktzugang nur über Joint Venture und Technologieaustausch

Folgender **Forschungsbedarf** kann exemplarisch dargestellt werden:

- Entwicklung eines Überblicks und einer Prognose, die die Logik der Barrieren- und Regelverschiebungen erfasst
- Tiefenanalyse der Handels- und Kooperationsbeziehungen Chinas mit Partnern der Triade bei der Entwicklung und Markteinführung von Elektrofahrzeugen
- Untersuchungen zu den D/CN-Joint Ventures und deren Bedeutung für die deutsche Automobilindustrie insgesamt

Experteninterviews

Im Rahmen dieser Studie wurden gezielte Interviews mit Experten der Elektromobilitäts-Szene durchgeführt. Vielen herzlichen Dank für die Bereitschaft dafür an:

Prof. Dr. Jürgen Garcke – Fuel Cell and Battery Consulting (FCBat), Ulm

Prof. Dr. Werner Tillmetz – Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW)

Prof. Dr. Andreas Jossen – Technische Universität München

Dr. Weert Canzler – Wissenschaftszentrum Berlin

Hao Yan - National Development and Reform Commission of China (NDRC)

Literaturverzeichnis

- AAL (Ambient Assisted Living) (2011): *BMW startet 2013 E-Auto-Produktion in China - E-Mobility-21.de*. Internet: <http://www.aal-ready.org/nc/aalnews/artikel/47358-bmw-startet-2013-e-auto-produktion-in-china-e-mobility-21de/146/> [Zugriff: 14.09.2014]
- Abele, Corinne (2006): *Kopieren lernt in China jedes Kind*. Handelsblatt 21.12.2006, Internet: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/mittelstand/kopieren-lernt-in-china-jedes-kind/2748264.html> [Zugriff: 11.08.2011]
- Abell, Lauren; Oppenheimer, Paul (2011): *World Lithium Resource Impact on Electric Vehicles*. Internet: <http://action.pluginamerica.org/o/2711/images/World-Lithium-Resource-Impact-on-Electric-Vehicles-v1.pdf> [Zugriff: 23.09.2011]
- Abernathy, William J.; Clark, Kim B. (1985): *Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction*. In: Research Policy Vol. 14, No. 1, p. 3-22, 1985
- ADB (Asia Development Bank) (2011): *Asia 2050: Realizing the Asian Century*. Internet: <http://www.adb.org/documents/reports/asia-2050/asia-2050.pdf> [Zugriff: 13.08.2011]
- ADL (Arthur D. Little) (2009): *Zukunft der Mobilität 2020. Die Automobilindustrie im Umbruch?*. Langfassung, Internet: http://www.arthurdlittle.com/uploads/tx_extthoughtleadership/ADL_Zukunft_der_Mobilitaet_2020_Langfassung.pdf [Zugriff: 18.08.2011]
- AGEE-Stat (Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik) (2011): *Erneuerbare Energien 2010*. Daten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2010 auf Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Berlin März 2011, Internet: http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_zahlen_2010_bf.pdf [Zugriff: 25.08.2011]
- Aigle, Thomas; Krstacic-Galic, Ante; Marz, Lutz; Scharnhorst, Andrea (2007): *Busse als Wegbereiter. Zu einem frühen Markt für alternative Antriebe*. WZB Discussion Paper SP III 2008-102, 2007
- Aigle, Thomas; Krien, Philipp; Marz, Lutz (2007): *Die Evaluations-Matrix. Ein Tool zur Bewertung antriebs- und kraftstofftechnologischer Innovationen in der Automobilindustrie*. WZB Discussion Paper SP III 2007-105, 2007
- Aigle, Thomas; Marz, Lutz (2007): *Automobilität und Innovation. Versuch einer interdisziplinären Systematisierung*. WZB Discussion Paper SPIII 2007-102, 2007
- Alibaba (Alibaba.com) (2011): *E-Trike. China*. Internet: http://www.alibaba.com/countrysearch/CN/e-trike_3.html [Zugriff: 27.09.2011]
- AlixPartners (2011): *FullSpeed Ahead. AlixPartners 2011 China Automotive Outlook*. Internet: <http://www.alixpartners.com/en/LinkClick.aspx?fileticket=ABjw5H8TduE%3d&tabid=958> [Zugriff: 06.10.2011]
- AMS (Auto, Motor, Sport) (2011): *VW will E-Auto-Marktführerschaft in China*. Artikel vom 09.Mai 2011, Internet: <http://www.auto-motor-und-sport.de/eco/vw-will-e-auto-marktfuehrerschaft-in-china-1836874.html> [Zugriff: 01.09.2011]
- ANC (Automotive News China) (2011): *„GM says China has not pressured it to share Volt technology“*. Internet: <http://www.autonewschina.com/en/article.asp?id=7545> [Zugriff: 19.10.2011]
- Andesner, Oskar (2011): *China: „4-2-1-Problem“ belastet die Gesellschaft. Überalterung und 1-Kind-Politik führen zu gesellschaftlichen Herausforderungen*. Internet: http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?angid=1&stid=594708&dstid=641 [Zugriff: 11.08.2011]
- Andrew Leung International Consultants (2011): *Age of Scarcity: China at the doorstep to Survival in a Low-Carbon Future*. Internet: <http://www.andrewleunginternationalconsultants.com/files/age-of-scarcity---china-at-the-doorstep-to-survival-in-a-low-carbon-future-2.pdf> [Zugriff: 20.08.2011]
- Angang, Hu; Honghua, Men (2005): *The Rising of Modern China: Comprehensive National Power and Grand Strategy*. Internet: <http://www.irchina.org/en/pdf/hag.pdf> [Zugriff: 08.08.2011]

Anhang

- Angerer, Gerhard et al. (2009): *Lithium für Zukunftstechnologien. Nachfrage und Angebot unter besonderer Berücksichtigung der Elektromobilität.* Internet: http://www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/Images/%5BAngerer%20et%20al.%202009%5D%20Lithium%20f%C3%BCr%20Zukunftstechnologien-dez09%20_2__tcm243-58900.pdf [Zugriff: 23.09.2011]
- Angerer, Gerhard; Mohring, Alexandra; Marscheider-Weidemann, Frank; Wietschel, Martin (2010): *Kupfer für Zukunftstechnologien.* Projektergebnisse aus dem Projekt Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität FSEM gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Karlsruhe, Juni 2010.
- ANN (Africa News Network) (2007): *Wie Kongo-Kinshasa seine Bodenschätze verschleudert.* Internet: <http://www.africanewsnetwork.de/?p=44> [Zugriff: 25.09.2011]
- APCO (2010): *China's 12 th Five-Year Plan. How it actually works and what's in store for he next five years.* Internet: http://www.apcoworldwide.com/content/pdfs/chinas_12th_five-year_plan.pdf [Zugriff: 08.08.2011]
- Arlt, Wolfgang (2011): *Carbazol: Das elektrische Benzin? Neuartiger Kraftstoff für Brennstoffzellenautos.* Internet: http://www.elektor.de/elektronik-news/carbazol-das-elektrische-benzin.1872340.lynx?utm_source=DE&utm_medium=email&utm_campaign=news [Zugriff: 31.07.2011]
- ATH (AsiaTradeHub) (2011): *Roads Sector in China.* Internet: <http://www.asiatraderhub.com/china/roads.asp> [Zugriff: 01.10.2011]
- AutoBild (2006): *Der größte Copy-Shop der Welt.* Internet: <http://www.autobild.de/artikel/automesse-peking-2006-58373.html> [Zugriff: 09.10.2011]
- Auto Motor und Sport (2011): *Daimler baut in China Elektroautos.* Internet: <http://www.auto-motor-und-sport.de/news/daimler-und-byd-bauen-elektroautos-e-auto-joint-venture-kostet-71-millionen-euro-1867531.html> [Zugriff: 12.10.2011]
- Baker, Mark; Hyvonen, Markus (2011): *The Emergence of the Chinese Automobile Sector.* Internet: <http://www.rba.gov.au/publications/bulletin/2011/mar/pdf/bu-0311-4.pdf> [Zugriff: 05.10.2011]
- Bao, Yukon; Zhang, Jinlong; Li, Xinnan (2002): *Evaluating government-sponsored science and technology projects in China.* Internet: http://www.aes.asn.au/publications/Vol2No1/govt_sci_tech_in_china.pdf [Zugriff: 16.10.2011]
- Bartsch, Bernhard (2006): *„Das Beste ist wegzulaufen“.* Internet: <http://www.berliner-zeitung.de/archiv/chinesisches-gastgeschenk-gibt-nachhilfe-in-kriegskunst--das-beste-ist-wegzulaufen-,10810590,10380436.html> [Zugriff: 18.10.2011]
- Battelle (2010): *2011 Global R&D Founding Forecast.* Internet: <http://www.battelle.org/aboutus/rd/2011.pdf> [Zugriff: 13.10.2011]
- Baum, Josef (2009): *Das Feuer des Drachen. Chinas Perspektiven in sozialökologischer Sicht.* Vortrag an der WU Wien 21.10.2009, Internet: <http://www.wu.ac.at/arwi/lehre/down/china>. [Zugriff: 12.08.2011]
- BCG (2011): *Powering Autos to 2020: The Era of the Electric Car?* Boston Consulting Group, Juni 2011, Internet: <http://www.bcg.de/documents/file80920.pdf> [Zugriff: 19.08.2011]
- BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft) (2011): *Kurzfassung: Abschätzung des Ausbaubedarfs in deutschen Verteilnetzen aufgrund von Photovoltaik- und Windeinspeisung bis 2020.* Gutachten von BET, E-Bridge und IAEW TU Aachen im Auftrag des BDEW, 16. März 2011, Aachen/Bonn.
- Becker, Kai (2004): *Innovation und Biotechnologie. Eine Betrachtung zyklischer Entwicklungen mit der Theorie der langen Wellen.* Internet: www.zhb-flensburg.de/dissert/becker/becker.pdf. [Zugriff: 24.07.2011]
- Becker, Joachim (2011): *China fördert mit Nachdruck.* Internet: <http://www.sueddeutsche.de/auto/elektromobilitaet-mit-dem-strom-1.1107343-2> [Zugriff: 02.10.2011]

- Beise, Marian; Rennings, Klaus (2003): *Lead Markets of Environmental Innovations: A Framework for Innovation and Environmental Economics*. Discussion Paper No. 03-01, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH), Internet: <http://econstor.eu/bitstream/10419/24806/1/dp0301.pdf> [Zugriff: 07.09.2011]
- Bellman, Klaus; Haritz, André (2001): *Innovation in Netzwerken*. In: Blecker, Thorsten; Gemünden, Hans G. (Hg) (2001): *Innovatives Produktions- und Technologiemanagement: Festschrift für Bernd Kaluza*, Berlin et al.: Springer, S. 271-298, 2001
- BEM (Bundesverband emobilität e.V.) (2011): *eCarTec: Experten erwarten 4,5 Mio E-Autos für 2020*. Pressemitteilung, Internet: <http://www.bem-ev.de/ecartec-experten-erwarten-45-mio-e-autos-fur-2020/> [Zugriff 13.09.2011]
- BeMobility (2011): *Homepage*. Internet: <http://www.bemobility.de/site/bemobility/de/start.html> [Zugriff: 17.09.2011]
- Bethel, Erik (2010): *Is Lithium the 21st Century's Oil?* Internet: <http://www.china-briefing.com/news/wp-content/uploads/2010/02/Lithium.pdf> [Zugriff: 23.09.2011]
- BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (2010): *Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen*. Kurzstudie, Internet: <http://www.geopowers.com/energie/sites/default/files/images/PDF%20-%20Energiestudie%202010.pdf> [Zugriff: 09.08.2011]
- Billing, Fabian (2003): *Koordination in radikalen Innovationsvorhaben*. Wiesbaden: Universitäts-Verlag, 2003
- Bloomberg (2011): *Rising Wealth Is the Way to Fulfill China's Revolution*. Editorials 20.06.2011, Internet: <http://www.bloomberg.com/news/2011-06-20/rising-wealth-is-the-way-to-fulfill-china-s-revolution-view.html> [Zugriff: 22.08.2011]
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2004): *Positionspapier Alternative Antriebe und Hybridkonzepte*. Bonn, Berlin 2004, Internet: http://www.bmbf.de/pub/hybrid_position.pdf [Zugriff: 19.08.2011]
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2006): *Innovation – mehr als technischer Fortschritt*. Internet: www.bmbf.de/de/1316.php. [Zugriff: 26.07.2011]
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2007): *Bekanntmachung Lithium-Ionen-Batterie (LIB2015)*. Berlin 2007, Internet: <http://www.bmbf.de/foerderungen/11799.php> [Zugriff: 19.08.2011]
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2010): *Bundesbericht Forschung und Innovation 2010*. Bonn, Berlin, Juni 2010, Internet: http://www.bmbf.de/pub/bufi_2010.pdf [Zugriff: 01.08.2011]
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2011a): *Starker Antrieb für die Batterieforschung*. Pressemitteilung vom 17.01.2011, Internet: <http://www.bmbf.de/press/3031.php> [Zugriff: 08.09.2011]
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2011b): *High-Tech-Strategie 2020 für Deutschland*. Internet: <http://www.hightech-strategie.de/> [Zugriff 08.09.2011]
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2011c): *Förderdatenbank*. Internet: <http://www.foerderdatenbank.de/> [Zugriff 10.08.2011]
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2011d): *Forschung für die nachhaltige Entwicklung der Megastädte von morgen*. Website des Förderschwerpunkts, Internet: <http://www.future-megacities.org> [Zugriff: 14.10.2011]
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2008): *Flottenversuch Elektromobilität*. Internet: http://www.bmu-klimaschutzinitiative.de/de/projekte_nki?p=1&d=310 [Zugriff: 19.08.2011]
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2011): *Wenn Elektromobilität, dann Erneuerbar - Kopplung der Markteinführung und Förderung von Elektromobilität an die Nutzung von Strom aus Erneuerbaren Energien in Deutschland*. Projektbeschreibung WEDE, Internet: <http://www.pt-elektromobilitaet.de/projekte/begleitforschung/wede> [Zugriff: 08.09.2011]

- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (2004): *Die Kraftstoffstrategie – Alternative Kraftstoffe und innovative Antriebe*. Berlin, 2004. Internet: <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/UI/kraftstoffstrategie-der-bundesregierung.html?nn=36214> [Zugriff: 19.08.2011]
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (2011): *Deutsch-Chinesische Regierungskonsultationen*.): Pressemitteilung Nr. 134/2011, 28.06.2011, Internet: <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2011/134-ramsauer-deutsch-chinesische-regierungskonsultationen.html> [Zugriff: 01.08.2011]
- BMWA (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit) (2005): *Innovation und neue Energietechnologien – Das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung*. Berlin, Juni 2005. Internet: <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/foerderdatenbank/energieforschungsprogramm,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugriff: 19.08.2011]
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2008a): *Mobilität und Verkehrstechnologien – Das 3. Verkehrsforschungsprogramm der Bundesregierung*. Berlin, April 2008. Internet: <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/verkehrsforschungsprogramm-mobilitaet-und-verkehrstechnologien,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugriff: 19.08.2011]
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2008b): *Förderkonzept „Stromspeicher“*. Berlin, 2008. Internet: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/F/foerderkonzept-stromspeicher,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugriff: 19.08.2011]
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2010a): *Rohstoffstrategie der Bundesregierung*. Berlin, Oktober 2010, Internet: <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/rohstoffstrategie-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugriff: 08.09.2011]
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2010b): *Haushalt 2011 – Einzelplan 09: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Stand 26. November 2010)*. Internet: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/H/haushalt-2011-informationen-zu-foerderbereichen,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>; <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/H/haushalt-2011-tabellarische-uebersicht,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugriff: 15.08.2011]
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2011): *Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung - Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung*. Internet: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/6-energieforschungsprogramm-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugriff: 09.09.2011]
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2011b): *Deutsch-Chinesische Gemeinsame Erklärung zur Errichtung einer strategischen Partnerschaft für Elektromobilität*. 28.06.2011, Internet: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/C-D/china-deutsch-chinesische-strategische-partnerschaft-elektromobilitaet,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugriff: 01.08.2011]
- Bongardt, Daniel (2011): *E-Mobilität in China – Vorreiter oder Nachzügler?* Präsentation, Luzern, Januar 2011, Internet: http://www.forum-elektromobilitaet.ch/fileadmin/DATA_Forum/EKongress_2011/1_2_Daniel_Bongardt.pdf [Zugriff: 01.07.2011]
- booz&co. (2010): *The Eight Overarching China Automotive Trends That Are Revolutionizing the Global Auto Industry*. Internet: <http://www.orcobre.com.au/PDF/Eight%20Overarching%20China%20Automotive%20Trends.pdf> [Zugriff: 15.10.2011]
- Bopp, Karl (2011): *An Integrated Rare Earth Elements Supply Chain Strategy*. Internet: <http://dodreports.com/pdf/ada547354.pdf> [Zugriff: 22.09.2011]

Anhang

- Borchert, Jan; Goos, Philipp; Hagenhoff, Svenja (2003): *Innovations- und Technologiemanagement: Eine Bestandsaufnahme*. Institut für Wirtschaftsinformatik. Georg-August-Universität Göttingen. Arbeitsbericht Nr. 4/2003, 2003
- Borgonjon, Jan (2011): *China in 2011: It's all about competitiveness*. Inter China Insight Management Consultants, 19.01. 2011, Internet: <http://www.interchinaconsulting.com/en/aboutus/index/index.php> [Zugriff: 23.08.2011]
- Bouée, Charles Edouard (2011): *China's Management Revolution: Spirit, Land, Energy*. Houndmills u.a.: Palgrave Macmillan.
- Brainy Quote (2011): *Deng Xiaoping Quotes*. Internet: <http://www.brainyquote.com/quotes/quotes/d/dengxiaopi145343.html> [Zugriff: 22.08.2011]
- Braun, Michael; Feige, Andreas; Sommerlatte, Tom (Hg.) (2001): *Business Innovation: Quantensprung statt „Innovatiönchen“*. Ein Wegweiser zur zielgerichteten Geschäftserneuerung. Frankfurt/Main: F.A.Z.-Institut, 2001
- Braun-Thürmann, Holger (2005): *Soziologie der Innovation. Themen der Soziologie*. Bielefeld: transcript verlag, 2005
- BReg (Bundesregierung Deutschland) (2010a): *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. Internet: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf [Zugriff 01.07.2011]
- BReg (Bundesregierung Deutschland) (2010b): *Etablierung der Nationalen Plattform Elektromobilität - Gemeinsame Erklärung von Bundesregierung und deutscher Industrie*. Pressemitteilung, 03.05.2010, Internet: <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2010/05/2010-05-03-elektromobilitaet-erklaerung.html> [Zugriff: 01.09.2011]
- BReg (Bundesregierung Deutschland) (2010c): *Deutschland und China bauen strategische Partnerschaft aus*. Pressemitteilung, 16.07.2010, Internet: <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2010/07/2010-07-16-merkel-china.html> [Zugriff 01.08.2011]
- BReg (Bundesregierung Deutschland) (2011a): *Regierungsprogramm Elektromobilität*. Internet: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/regierungsprogramm-elektromobilitaet,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugriff: 01.07.2011]
- BReg (Bundesregierung Deutschland) (2011b): *Förderkatalog*. Internet: <http://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do> [Zugriff: 06.08.2011]
- BReg (Bundesregierung Deutschland)(2011c): *Gemeinsame Erklärung anlässlich der 1. Deutsch-Chinesischen Regierungskonsultationen in Berlin*. Pressemitteilung Nr. 234/2011, 28.06.2011, Internet: <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Pressemitteilungen/BPA/2011/06/2011-06-28-deutsch-chin-regkonsultationen.html> [Zugriff: 01.08.2011]
- Breitinger, Matthias (2011): *Gesellschaftliche Verbände fühlen sich ausgebootet*. Zeit Online, Internet: <http://www.zeit.de/auto/2011-05/elektromobilitaet-zivilgesellschaft>, [Zugriff: 27.07.2011]
- Brink, Tobias ten (2010): *Strukturmerkmale des chinesischen Kapitalismus*. Internet: http://www.mpifg.de/pu/mpifg_dp/dp10-1.pdf [Zugriff: 05.10.2011]
- Brockerhoff, Martin (2000): *The Urban Demographic Revolution*. A publication of the Population Reference Bureau, Volume 28, Number 6 August/September 2000, Internet: http://www.prb.org/pdf/pt_augsep00.pdf [Zugriff: 23.08.2011]
- Brown, Dave (2011): *China and Bolivia Enter Lithium Resource Agreement*. Internet: <http://lithiuminvestingnews.com/4140/china-and-bolivia-enter-lithium-resource-agreement/> [Zugriff: 23.09.2011]
- Brozen, Yale (1951): *Invention, Innovation, and Imitation*. In: *The American Economic Review*, Vol. 41, No. 2, Papers and Proceedings of the Sixty-third Annual Meeting of the American Economic Association (may, 1951), p. 239-257, 1951

Anhang

- BW (Baden-Württemberg) (2009): *Landesregierung startet Landesinitiative Elektromobilität*. Pressemitteilung Staatsministerium BW, Internet: <http://www.baden-wuerttemberg.de/de/Meldungen/219190.html?referer=88736> [Zugriff 08.09.2011]
- BW (Baden-Württemberg) (2010): *Die Landesinitiative Elektromobilität und e-mobil BW GmbH –die neue Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg*. Präsentation MDgt Leßnerkraus, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Informationstag Elektromobilität, Stuttgart, 29.März.2010, Internet: http://www.e-mobilbw.de/Resources/Lessnerkraus_gesamt.pdf [Zugriff 08.09.2011]
- BY (Bayern) (2010): *Zukunftsoffensive Elektromobilität*. Internetpräsenz, Internet: <http://www.stmwivt.bayern.de/wirtschaft/industrie/zukunftsoffensive-elektromobilitaet/> [Zugriff 08.09.2011]
- B90/Grüne (2011): *Wir setzen den Verkehr unter Strom*. Homepage der Bundestagsfraktion Bündnis 90 Die Grünen, Internet: http://www.gruene-bundestag.de/cms/verkehr/dok/333/333390.wir_setzen_den_verkehr_unter_strom.html [Zugriff: 08.09.2011]
- Callon, Michel (1983): *Die Kreation einer Technik. Der Kampf um das Elektroauto*, in: Werner Rammert (Hg.): *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch, Band 2*, Frankfurt am Main: Campus, S. 140-160
- Canzler et al. (2008): *Verpasste Chancen der Modernisierung? China zwischen nachholender und alternativer Modernisierung*. Berlin: sigma
- Canzler, Weert; Knie, Andreas (2011): *Einfach aufladen. Mit Elektromobilität in eine neue Zukunft*. München: oekom, 2011
- Canzler, Weert; Marz, Lutz (1997): *Stagnovation. Der Automobilpakt und die gedopte Arbeitsgesellschaft*. In: Universitas, Vol. 52, H. 610, S. 359-371, 1997
- Canzler, Weert; Marz, Lutz (2011): *Wert und Verwertung neuer Technologien*. in: Leviathan, Nr. 2/2011, S. 223-245
- CapitalChina (2011): *Chinas Automarkt - das Zukunftspotenzial*. Internet: <http://www.capitalchina.de/?xmls=German/web/newsshow.html&id=206> [Zugriff: 05.10.2011]
- Carnegie Endowment for International Peace (2011): *Driving Force. Energy and Climate Strategies for China's Motorization*. Internet: http://www.carnegieendowment.org/files/driving_force.pdf [Zugriff: 22.08.2011]
- Cars 21 (2011): *What 8 leading surveys have to say about EVs*. Internet: <http://www.cars21.com/content/articles/47720110117.php> [Zugriff 01.08.2011]
- CAS (Chinese Academy of Sciences) (2011): *Homepage*. Internet: <http://english.cas.cn/> [Zugriff: 15.10.2011]
- CBN (China Bearing News) (2011): *National Key Project "Key Basic Parts & General Components" have Passed the Acceptance*. Internet: http://www.bearing.com.cn/read_news.php?id=29683 [Zugriff: 16.10.2011]
- CDA (Copper Development Association) (2010): *Annual Data*. Internet: http://www.copper.org/resources/market_data/homepage.html [Zugriff: 24.09.2011]
- CEE (China Education Exhibition) (2010): *Bildungsmarkt China*. Internet: http://www.gate-germany.de/downloads/programme/Angebot_CEE_2010.pdf [Zugriff: 15.10.2011]
- CGTI (China Greentech Initiative) (2011): *China Greentech Report 2011*. Internet: <http://www.pwc.com.au/consulting/assets/publications/Greentech-Report-Apr11.pdf> [Zugriff: 20.08.2011]
- Chakravorty, Ujjayant; Leach, Andrew; Moreaux, Michel (2010): *Would Hotelling Kill the Electric Car?* Internet: http://www.ses.wsu.edu/seminar/papers_Fall08/Leach/Leach_Strategy.pdf [Zugriff: 27.07.2011]
- Chang, Gordon G. (2001): *The Coming Collapse of China*. New York: Random House, 2001.

- Chan-Soo, Park (2011): *China's Innovation Capability is Catching Korea's*. Internet: <http://www.asia.udp.cl/Informes/2011/china-catching-korea.pdf> [Zugriff: 13.10.2011]
- Chen, Jiandong et al. (2010): *The trend of the Gini coefficient of China*. BWPI Working Paper 109, University of Manchester, Internet: <http://www.bwpi.manchester.ac.uk/resources/Working-Papers/bwpi-wp-10910.pdf> [Zugriff: 05.08.2011]
- Cherry, Christopher (2010): *Electric Two-Wheelers in China. Promise, Progress and Potential*. Access Number 37, Fall 2010, p. 17-24
- Chinaautoweb (2011): *Chinese-Made Electric Cars*. Internet: <http://chinaautoweb.com/electric-cars/> [Zugriff: 11.10.2011]
- China Daily (2010): *Country's wealth divide past warning level*. Internet: http://www.chinadaily.com.cn/china/2010-05/12/content_9837073.htm [Zugriff: 05.08.2011]
- China Daily (2011): *Reform is China's second Revolution*. Internet: <http://english.peopledaily.com.cn/dengxp/vol3/text/c1360.html> [Zugriff: 14.08.2011]
- Chinadialogue (2011): *China's Green Revolution. Energy, Environment and the 12th Five-Year Plan*. Internet: http://www.chinadialogue.net/UserFiles/File/PDF_ebook001.pdf [Zugriff: 22.08.2011]
- China Guide (2011): *Wissenschaft und Technik in China*. Internet: http://www.china-guide.de/china/wissenschaft/staatliche_pl_ae_ne.html [Zugriff: 16.10.2011]
- Chinaklima (2010): *Hauptproblem: billiges Öl, billige Kohle*. Blog der Heinz-Kühn-Stiftung. 6.10.2010, Internet: <http://heinzkuehn.wordpress.com/2010/10/06/hauptproblem-billiges-ol-billige-kohle/> [Zugriff: 10.08.2011]
- China.Org (2011): *China to spend 2,2 % of GDP on R&D by 2015*. Xinhua 05.03.2011, Internet: http://www.china.org.cn/china/NPC_CPPCC_2011/2011-03/05/content_22060146.htm [Zugriff: 19.08.2011]
- Chinastartupjobs (2011): *The Latest Chapter in China's Silent Tech Revolution*. Internet: <http://www.chinastartupjobs.com/?p=251> [Zugriff: 23.08.2011]
- Chinese-Wiki (2011): *Sun Zi Art of War - Areas of Strategic Planning and Execution*. Internet: http://download.chinese-wiki.com/Areas_of_Strategic_Planning-Sun_Zi.pdf [Zugriff: 18.10.2011] 2011
- CIA (Central Intelligence Agency) (2011): *The World Factbook China*. Internet: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ch.html> [Zugriff: 07.08.2011]
- CICIR (China Institute of Contemporary International Relations) (2000): *Global Strategic Pattern – International Environment of China in the New Century*. Beijing: Shishi Press.
- Clancy, Heather (2011): *United States will lead R&D funding, China now No. 2*. Internet: <http://www.smartplanet.com/blog/business-brains/united-states-will-lead-2011-r-d-funding-china-now-no-2/12616> [Zugriff: 12.08.2011]
- Coughlin, Joseph F. (2010): *China's Gray Revolution: Why China May Invent the New Business of Aging*. Bigthink 21.02.2010, Internet: <http://bigthink.com/ideas/38252> [Zugriff: 23.08.2011]
- Dailygreen (2011): *ADAC: Elektroautos sind doppelt so teuer wie herkömmliche Fahrzeuge*. Internet: <http://www.dailygreen.de/2011/02/27/adac-elektroautos-sind-doppelt-so-teuer-wie-herkommliche-fahrzeuge-14864.html> [Zugriff: 30.09.2011]
- DCFT (Deutsch-Chinesischer Freundschaftskreis Tübingen) (2011): *The middle-income-trap*. 06.06.2011, Internet: <http://www.china-in-tuebingen.de/?p=1650> [Zugriff: 13.08.2011]
- Debus, Christian (2002): *Routine und Innovation. Management langfristigen Wachstums etablierter Unternehmungen*. Marburg Förderzentrum für Existenzgründer aus der Universität (Mafex), Band 4, Marburg: Mafex, 2002
- dena (Deutsche Energie-Agentur GmbH) (2010): *dena-Netzstudie II – Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick auf 2025*. Berlin, November 2010.

- Degen, Ronald J. (2009): *China's challenge: The opportunities and risks that China's booming economy provides*. Globadvantage working paper No 36/2009, Internet: http://www.globadvantage.ipleiria.pt/wp-content/uploads/2009/08/working_paper-36_globadvantage.pdf [Zugriff: 07.08.2011]
- Deloitte (Deloitte Touche Tohmatsu Limited): *Will Chinese consumers ride the electric vehicle wave?* Internet: http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Global/Local%20Assets/Documents/Manufacturing/DTTL%20Global%20Electric%20Vehicle%20Study_China%20Analysis_18%20April%202011_FINAL.pdf [Zugriff: 29.09.2011]
- Deutsch, Karl (1949): *Innovation, Entrepreneurship and the Learning Process*. In: *Change and the Entrepreneur*, p. 24-29, 1949
- Deutsche Bank Research (2010): *Reform des chinesischen Gesundheitssystems - notwendige Bedingung für ausgeglicheneres Wachstum*. Aktueller Kommentar 5. Juli 2010, Internet: [http://www.dbresearch.de/servlet/reweb2.ReWEB?addmenu=false&document=PROD000000000259437&rdShowArchivedDocus=true&rwnode=DBR_INTERNET_DE-PROD\\$WIPO&rwobj=ReDisplay.Start.class&rsite=DBR_INTERNET_DE-PROD](http://www.dbresearch.de/servlet/reweb2.ReWEB?addmenu=false&document=PROD000000000259437&rdShowArchivedDocus=true&rwnode=DBR_INTERNET_DE-PROD$WIPO&rwobj=ReDisplay.Start.class&rsite=DBR_INTERNET_DE-PROD) [Zugriff: 10.08.2008]
- Deutsche Bank Research (2011a): *China-India Chartbook. Has strong growth led to structural changes?* Internet: http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_EN-PROD/PROD0000000000273419.pdf [Zugriff: 07.08.2011]
- Deutsche Bank Research (2011b): *Elektromobilität – Sinkende Kosten sind conditio sine qua non*. Aktuelle Themen 526, 12. September 2011, Internet: <http://www.iwkoeln.de/Portals/0/pdf/PG%20Elektromobilit%C3%A4t%20Studie.pdf> [Zugriff: 13.09.2011]
- Deutscher Bundestag (2011): *Sachstand zu Forschung und Forschungsförderung der Elektromobilität*. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Oliver Kaczmarek, Ute Kumpf, Rene Röspel, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der SPD, Drucksache 17/6726 vom 03.08.2011, Internet: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/067/1706726.pdf> [Zugriff: 13.08.2011]
- Dierkes, Meinolf; Marz, Lutz; Aigle, Thomas (2009): *Die automobile Wende. Analyse einer Innovationslandschaft*. in: Reinhard Popp und Elmar Schüll (Hg.), *Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung*. Beiträge aus Wissenschaft und Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, S. 323-340, 2009
- Dinges, Manfred (2001): *4 Innovationsdimensionen*. In: Braun, Michael; Feige, Andreas; Sommerlatte, Tom (Hg.) (2001): *Business Innovation: Quantensprung statt „Innovationen“*. Ein Wegweiser zur zielgerichteten Geschäftserneuerung. Frankfurt/Main: F.A.Z.-Institut, S. 154-160, 2001
- DNV (Det Norske Veritas as Research & Innovation) (2011): *Technology Outlook 2020*. <http://production.presstogo.com/fileroot/gallery/DNV/files/preview/9ec457bc750b4df9e040007f0100061c/9ec457bc75094df9e040007f0100061c.pdf> [Zugriff: 19.10.2011]
- DOE (Department of Energy) (2011): *One Million Electric Vehicles by 2015*. Status Report, Februar 2011, Internet: http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/1_million_electric_vehicles_rpt.pdf [Zugriff: 01.09.2011]
- Dohr, Manuel (2010): *China auf dem Weg zur Marktführerschaft*. Auto, Motor und Sport, Internet: <http://www.auto-motor-und-sport.de/eco/elektroautos-in-china-so-foerdern-die-chinesen-die-ebilitaet-2780960.html> [Zugriff: 30.07.2011]
- Doll, Nikolaus (2010): *BMW bringt den Elektro-Mini auch nach China*. Internet: <http://www.welt.de/wirtschaft/article10873572/BMW-bringt-den-Elektro-Mini-auch-nach-China.html> [Zugriff: 14.09.2011]
- Doll, Nikolaus (2010a): *Keine übertriebenen Erwartungen an Elektroautos*. Internet: <http://www.welt.de/debatte/kommentare/article7454678/Keine-uebertriebenen-Erwartungen-an-Elektroautos.html> [Zugriff: 30.09.2011]

- DSW (Deutsche Stiftung Weltbevölkerung) (2010): *Datenreport 2011 der Stiftung Weltbevölkerung – Soziale und demographische Daten*. Deutsche Übersetzung des Berichts des Population Reference Bureau, Hannover, Juli 2011. ISBN 3-930406-10-1. Internet: <http://www.weltbevoelkerung.de/oberes-menue/publikationen-downloads/zu-unseren-themen/datenreport.html> [Zugriff: 29.07.2011]
- Dyson, James (2011): *Warnung vor Chinas Patentpolitik*. Internet: <http://www.wiwo.de/unternehmen-maerkte/warnung-vor-chinas-patentpolitik-458640/> [Zugriff: 09.10.2011]
- Early, Robert et al. (2011): *Electric Vehicles in the Context of Sustainable Development in China*. UN Department of Economic and Social Affairs. Background Paper No. 9, Internet: http://www.un.org/esa/dsd/resources/res_pdfs/csd-19/Background-Paper-9-China.pdf [Zugriff: 20.08.2011]
- EBdaily (2010): *Technologies Where China Has the U.S. Beat*. Internet: <http://energybusinessdaily.com/renewables/7-technologies-where-china-has-the-u-s-beat/> [Zugriff: 10.08.2011]
- Economist (2007): *The World in 2007. The Economist Intelligence Unit's quality-of-life index*. Internet: http://www.economist.com/media/pdf/QUALITY_OF_LIFE.pdf [Zugriff: 13.08.2011]
- Economist (2011): *China's economy: The middle-income trap*. The Economist 5.April 2011, Internet: http://www.economist.com/blogs/freeexchange/2011/04/chinas_economy [Zugriff: 13.08.2011]
- ECR (Electriccarsreport) (2010): *Survey Finds Demand for Electric Cars Could Outpace Supply*. Internet: <http://electriccarsreport.com/2010/06/survey-finds-demand-for-electric-cars-could-outpace-supply/> [Zugriff: 06.10.2011]
- EFI (Expertenkommission Forschung und Innovation) (2011): *Gutachten zur Forschung und Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands*. Gutachten 2011, Internet: http://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten/2011_deu.pdf [Zugriff 15.09.2011]
- EFKG-ÄndG (2011): *Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Gesetzes zur Errichtung eines Sondervermögens „Energie- und Klimafonds“*. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/6075 vom 06.06.2011, Internet: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/060/1706075.pdf> [Zugriff: 01.08.2011]
- Eichengreen, Barry; Park, Donghyun; Shin, Kwanho (2011): *When Fast Growing Economies Slow Down: International Evidence and Implications for the People's Republic of China*. ADB Economics. Working Paper Series No. 262, Internet: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1883962&http://www.google.de/url?sa=t&source=web&cd=5&sqi=2&ved=0CD0QFjAE&url=http%3A%2F%2Fpapers.ssrn.com%2Fsol3%2FDelivery.cfm%3Fabstractid%3D1883962&rct=j&q=Eichengreen%20park%20Shin%20%22adb%20economics%22&ei=0zdGToTfLdDysgaB5tyhBw&usq=AFQjCNHxfksZdkTg_BxgR5dmTN5gM2lxPA## [Zugriff: 13.08.2011]
- EMN (Electric Mobility News) (2011): *BMW plant Produktion des Megacity Vehicle in China*. Internet: <http://www.wattgehtab.com/unternehmen-und-markt/bmw-plant-produktion-des-megacity-vehicle-in-china-2863> [Zugriff:14.09.2011]
- E.ON (2011): *Elektromobilität – Mit Strom unterwegs*. Broschüre der E.ON AG, Internet: http://apps.eon.com/documents/EON_Elektromobil_FINAL.pdf [Zugriff: 08.09.2011]
- Erling, Johnny (2011): *Wunderkind in der Krise*. Internet: http://www.welt.de/print/die_welt/wirtschaft/article13584753/Wunderkind-in-der-Krise.html [Zugriff: 11.20.2011]
- Ernst&Young (2011): *Impact of Beijing's license quota system on the Chinese automotive industry*. Internet: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Auto_Beijing/\\$FILE/Auto_Beijing.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Auto_Beijing/$FILE/Auto_Beijing.pdf) [Zugriff: 05.10.2011]
- Etzkowitz, Henry (2007): *The Triple Helix Model*. Internet: http://www.triplehelixinstitute.org/thi/ithi_drupal/sites/default/files/uploaded/documents/summit2007/Summit07_Etzkowitz_TripleHelixModel.pdf [Zugriff: 31.08.2011]

- EU (2008): *CO₂-Emissionen neuer Personenkraftwagen: Überwachung*. Informationswebsite zur EU.Gesetzgebung, Internet: http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/interactions_industry_policies/l28055_de.htm [Zugriff: 14.10.2011]
- EU (2010): *Critical raw materials for the EU*. Report of the Ad-hoc working group on defining critical raw materials, European Commission, Juli 2010.
- EU (2011a): *Future Transport Fuels*. Report of the European Expert Group on Future Transport Fuels, Januar 2011, Internet: http://ec.europa.eu/transport/urban/vehicles/road/doc/2011_01_25_future_transport_fuels_report.pdf [Zugriff: 07.09.2011]
- EU (2011b): *Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*. White Paper European Commission, COM(2011) 144 final, Brüssel, März 2011, Internet: http://ec.europa.eu/transport/strategies/doc/2011_white_paper/white_paper_com%282011%29_144_en.pdf [Zugriff: 07.09.2011]
- EU (2011c): *European strategy on clean and energy efficient vehicles*. Internet: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/competitiveness-cars21/energy-efficient/index_en.htm [Zugriff: 07.09.2011]
- Eurostat (2011): *Gini coefficient*. Internet: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tessi190&plogin=1> [Zugriff: 08.08.2011]
- EV World The Future in Motion (2011): *Survey Finds High Interest Level By Chinese in Electric Vehicles*. 19.04.2011, Internet: <http://www.evworld.com/news.cfm?rssid=25639> [Zugriff: 18.08.2011]
- Evans, Keith R. (2008): *An Abundance of Lithium?* Internet: http://www.che.ncsu.edu/ILEET/phevs/lithium-availability/An_Abundance_of_Lithium.pdf [Zugriff: 22.09.2011]
- EWG (Energy Watch Group) (2008): *Zukunft der weltweiten Erdölversorgung*. Internet: http://www.lbst.de/ressources/docs2008/2008-05-21_EWG_Erdoelstudie_D.pdf [Zugriff: 14.10.2011]
- FAZNet (2007): *In China geht jeden zweiten Tag ein Kohlekraftwerk ans Netz*. 10.07.2007, Internet: <http://www.faz.net/artikel/C31562/energieverbrauch-in-china-geht-jeden-zweiten-tag-ein-kohlekraftwerk-ans-netz-30088843.html> [Zugriff: 13.08.2011]
- FAZ (2011): *Wettlauf der Konzerne um Subventionen der Elektroautos kommt in Fahrt*. Artikel vom 15.08.2011, Internet: <http://www.faz.net/artikel/C30563/wettlauf-der-konzerne-um-subventionen-fuer-elektroautos-kommt-in-fahrt-30485624.html> [Zugriff: 08.09.2011]
- FES (Faculty of Engineering and Science) (2011): *Bachelor of Engineering (Hons) Electrical and Electronic Engineering*. Internet: <http://www.utar.edu.my/fes/file/4.3E.pdf> [Zugriff: 18.10.2011]
- FhG (Fraunhofer Gesellschaft) (2011): *Systemforschung Elektromobilität*. Internetpräsenz, Internet: <http://www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/> [Zugriff: 08.09.2011]
- Fidelity Funds (2011): *Chinese Consumer Revolution - A Unique Opportunity*. March 2011, Internet: http://www.fidelity.com.sg/pdf/fund_perspectives/FFChinaConsumerFundFundPersepctiveMarch2011approved.pdf [Zugriff: 22.08.2011]
- Financial (2011): *China will Wohnungsbau massiv ausweiten*. 24.03.2011, Internet: <http://www.financial.de/kolumnen/china-will-wohnungsbau-massiv-ausweiten-2/> [Zugriff: 20.08.2011]
- Finpro China (2011): *Electric Vehicle Study in China*. Internet: <http://www.finpro.fi/documents/10304/c6b1eb43-6420-49a1-a749-9f2ed1118587> [Zugriff: 16.10.2011]
- Focus Online (2007): *Diesel + Otto = Diesotto*. Alternative Antriebe 31.10.2007. Internet: http://www.focus.de/auto/neuheiten/studie/tid-7793/alternative-antriebe_aid_137007.html [Zugriff: 10.09.2011]

- Focus Online (2010): *Deutschland holt auf - aber noch nicht genug*. Nachrichten 7.12.2010; Internet: http://www.focus.de/wissen/bildung/bildung-pisa-deutschland-holt-auf-aber-noch-nicht-genug_aid_579353.html [Zugriff: 11.08.2011]
- Focus Online (2010b): *BMW will Batterien für E-Autos selbst bauen*. Artikel vom 01.05.2010, Internet: http://www.focus.de/auto/ratgeber/elektroautos/elektroauto-bmw-will-batterien-fuer-e-autos-selbst-bauen_aid_503922.html [Zugriff 15.09.2011]
- Fraunhofer IAO (Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation) (2010): *Systemanalyse BE^e mobil – IKT- und Energieinfrastruktur für innovative Mobilitätslösungen in Baden-Württemberg*. Hrsg.: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, e-mobil BW GmbH – Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie, Stuttgart, 2010.
- Freitag, Michael (2011): „Ohne China fehlte einiges“. *Interview mit Bosch-Chef Fehrenbach*. Internet: <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/0,2828,735097,00.html> [Zugriff: 15.09.2011]
- Fritsch, Michael; Wein, Thomas; Ewers, Hans-Jürgen (1993): *Marktversagen und Wirtschaftspolitik: mikroökonomische Grundlagen staatlichen Handelns*. München: Vahlen
- Fromm, Thomas; Grzanna, Marcel (2011): *Großer Sprung nach hinten*. Internet: <http://www.sueddeutsche.de/auto/kooperation-daimler-und-byd-grosser-sprung-nach-hinten-1.1154603> [11.10.2011]
- Future Watch (2004): *Paying for the Aging Revolution in China*. Internet: http://csis.org/files/media/csis/pubs/0407_gsifuturewatchchinaaging.pdf [Zugriff: 23.08.2011]
- Gambardella, Pascal (2006): *Innovation Frameworks. Survey and Synthesis of Current Innovation Approaches*. Internet: www.csc.com/aboutus/lef/mds67_off/uploads/2006InnovationFrameworksReport.pdf [Zugriff: 22.08.2011]
- Garten, Jeffrey (2005): *China's R&D Revolution*. In: Business Review Weekly, 03.02.2005, p. 20
- Garthwaite, Josie (2010): *Daimler, BYD Team Up to Develop Electric Cars in China*. Internet: <http://gigaom.com/cleantech/daimler-byd-team-up-to-develop-electric-cars-in-china/> [Zugriff: 13.10.2011]
- Gärtner, Jost; Larsen, Jesper; Boeker, Roberto (2011): *Global Aluminium Applications In Electric Vehicles And Charging Infrastructure*. Internet: <http://www.alumag.de/downloads/GlobalAluminiumApplicationsInElectricVehiclesAndChargingInfrastructureRev06.pdf> [Zugriff: 25.09.2011]
- Gatewood, Bob (2010): *Observations on Cleantech in China*. Internet: http://www.cleanenergyfusion.com/observations_on_cleantech_i.pdf [Zugriff: 13.10.2011]
- GCFSP (German-Chinese Sustainable Fuel Partnership) (2011): *Homepage*, Internet: <http://www.gcsfp.de/> [Zugriff: 30.07.2011]
- GermanChina (2010): *Asche aus Kohlekraftwerken ist für enorme Umweltverschmutzung verantwortlich*. 16.09.2010, Internet: http://german.china.org.cn/fokus/2010-09/16/content_20946587.htm [Zugriff: 13.08.2011]
- Gerschenkron, Alexander (1965): *Economic backwardness in historical perspective*, New York u. a.: Praeger
- GGEMO (Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität) (2010): *Pressemitteilung*. 01.02.2010, Internet: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Presse/pressemitteilungen,did=329290.html> [Zugriff 08.09.2011]
- Gil-Garcia, Ramon; Pardo, Theresa A. (2006): *Multi-Method Approaches to Digital Government Research: Value Lessons and Implementation Challenges*, Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Internet: http://www.ctg.albany.edu/publications/journals/hicss_2006_multi-method/hicss_2006_multi-method.pdf, [Zugriff: 28.07.2011]
- Girling, Arthur (2011): *Who Owns Electric Vehicle Technology?* Internet: <http://www.cleantechinvestor.com/portal/transport/9323-who-owns-electric-vehicle-technology.html> [Zugriff: 13.10.2011]

Anhang

- Global Times (2010): *\$601b to develop smart grid*. Internet: <http://business.globaltimes.cn/industries/2010-12/602187.html> [Zugriff: 03.10.2011]
- Global Witness (2011): *China and Congo: Friends in Need*. Internet: http://www.kongokinshasa.de/dokumente/ngo/gw_rep_0311_en.pdf [Zugriff: 25.09.2011]
- Godoy, Emilio (2009). *Rare Metals Could Trigger Next Trade War*. Internet: <http://ipsnews.net/news.asp?idnews=47386> [Zugriff: 19.10.2022]
- Gore, Lance L. P. (1999): *Marrying communism to the market: Institutional foundation of China's post-Mao hyper-growth*. New York: Oxford University Press
- Gore, Lance L.P. (2011): *China's "Mini-State Council": National Development and Reform Commission*. Internet: <http://www.eai.nus.edu.sg/BB614.pdf> [Zugriff: 15.10.2011]
- Greenberg, Andy; Tanaka, Wendy (2009): *China's Tech Revolution. How the world's most populous country is reshaping technology*. Special Report Forbes 16.09.2009, Internet: http://www.forbes.com/2009/09/16/internet-mobile-computing-technology-china-tech-09_land.html [Zugriff: 23.08.2011]
- Gruber, Paul; Medina, Pablo (2010): *Global Lithium Availability: A Constraint for Electric Vehicles?* Internet: http://css.snre.umich.edu/css_doc/CSS10-05.pdf [Zugriff: 22.09.2011]
- GTAI (Germany Trade and Invest) (2011): *Branchen in Deutschland – Automobilindustrie*. Internet: <http://www.gtai.com/startseite/branchen/automobilindustrie/#c4761> [Zugriff: 29.07.2011]
- GTAI (Germany Trade and Invest) (2011b): *Elektromobilität weltweit*. Internet: http://www.gtai.de/DE/Navigation/Spezialthemen/Elektromobilit_C3_A4t_20weltweit/elektromobilitaet-weltweit-node.html [Zugriff: 01.07.2011]
- GWEC (Global Wind Energy Council) (2011): *Global Wind Report. Annual Market Update 2010*. Internet: http://www.gwec.net/fileadmin/images/Publications/GWEC_annual_market_update_2010_-_2nd_edition_April_2011.pdf [Zugriff: 07.08.2011]
- Günter, Torsten (2011): *Elektromobilität – Ein Schlüssel für die lebenswerte Stadt von morgen*. Präsentation, RWE Effizienz GmbH, Hannover, April 2011, Internet: http://files.messe.de/001/media/de/02informationenfrbesucher/vortraege/2011_4/Metropolitan-Solutions_Elektromobilitaet-Electro-Mobility.pdf [Zugriff: 05.09.2011]
- Haddock, Ronald; Tsi, Edward (2007): *Revvig Up Chinese Automotive Brands. Challenges and Opportunities in Chinese Carmakers' Quest for Lasting Value*. Internet: http://www.booz.com/media/file/Revvig_Up_Chinese_Automotive_Brands_en_booz.pdf [Zugriff: 06.10.2011]
- Hahn, Rainer (2010): *Warum China's Konsum-Boom gerade erst begonnen hat*. Financial.de 16.08.2010, Internet: <http://www.financial.de/kolumnen/warum-chinas-konsum-boom-gerade-erst-begonnen-hat/> [Zugriff: 20.08.2011]
- Handelsblatt (2009): *China: Größter Automarkt der Welt*. Internet: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/china-groesster-automarkt-der-welt/3108112.html> [Zugriff: 07.08.2011]
- Handelsblatt (2011): *Die Batterie ist Schlüsselkomponente*. Interview mit Verkehrsminister Peter Ramsauer und VDA-Präsident Matthias Wissmann vom 07.02.2011, Internet: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/die-batterie-ist-die-schluesselkomponente/3825000.html?p3825000=all> [Zugriff: 08.09.2011]
- Hansakul, Syetarn (2010): *Understanding China's consumers*. Deutsche Bank Research. Current Issues Asia, Internet: http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000262065.PDF [Zugriff: 10.08.2011]
- Hao, Yan (2011): *Poverty Reduction in China: A brief Introduction*. Institute of Social Development. National Development and Reform Commission Beijing (unveröffentlichter Vortrag)
- Hauschildt, Jürgen (1993): *Innovationsmanagement*, München: Vahlen, 1993

- Hellendorff, Bruno (2011): *China and DRC: Africa's Next Top Models?* Internet: <http://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/pols/documents/NA13-INBEV-ALL.pdf> [Zugriff: 25.09.2011]
- Helm, Roland (2001): *Planung und Vermarktung von Innovationen: Die Präferenz von Konsumenten für verschiedene Innovationsumfänge unter Berücksichtigung des optimalen Simulationsniveaus und marktbezogener Einflussfaktoren*, Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2001
- Henderson, Rebecca M.; Clark, Kim B. (1990): *Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms*, In: Administrative Quarterly, Vol. 35, No. 1, p. 9-30, 1990
- Herbert, Thorsten (2010): *Stand der Umsetzung Verkehr*. Präsentation bei der NIP-Vollversammlung, 25.März.2010, Internet: http://www.now-gmbh.de/fileadmin/user_upload/Strategierat/2010/08_Herbert_Verkehr.pdf [Zugriff: 08.09.2011]
- Herd, Richard (2011): *China's Emergence as a Market Economy: Achievements and Challenges*. OECD contribution to the China Development Forum 20-21 March 2011, Beijing, Internet: <http://www.oecd.org/dataoecd/27/17/47408845.pdf> [Zugriff: 07.08.2011]
- Heymann, Eric (2010): *Elektromobilität: Noch ein weiter Weg bis zum Massenmarkt*. Deutsche Bank Research, Internet: [http://www.dbresearch.de/servlet/reweb2.ReWEB?addmenu=false&document=PROD0000000000256201&rdShowArchivedDocu=true&rwnode=DBR_INTERNET_DE-PROD\\$RSNN0000000000135405&rwobj=ReDisplay.Start.class&rwsite=DBR_INTERNET_DE-PROD](http://www.dbresearch.de/servlet/reweb2.ReWEB?addmenu=false&document=PROD0000000000256201&rdShowArchivedDocu=true&rwnode=DBR_INTERNET_DE-PROD$RSNN0000000000135405&rwobj=ReDisplay.Start.class&rwsite=DBR_INTERNET_DE-PROD) [Zugriff: 27.07.2011]
- Heymann, Eric; Koppel, Oliver; Puls, Thomas (2011): *Elektromobilität. Sinkende Kosten sind conditio sine qua non*. Internet: http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD0000000000277861.PDF [Zugriff: 13.10. 2011]
- Hill, Charles W.I.; Jones, Gareth R. (Ed.) (2010): *Theory of Strategic Management (9th Edition)*. Mason, Ohio: South-Western Cengage Learning, 2010
- Hilpert, Hanns; Kröger, Antje Elisabeth (2011): *Chinesisches Monopol bei Seltenen Erden: Risiko für die Hochtechnologie*. Internet: http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.372387.de/11-19-1.pdf [Zugriff: 23.09.2011]
- HLS (Heartleadership International) (2011): *Sun Tzus 36 Strategeme für globales Verhandlungs-Management*. Internet: <http://tq-group.com/vorlesungen/totalqualitymanagement/SunTzus36Strategeme.pdf> [Zugriff: 18.10.2011]
- Holleis, Alexander et al. (2010): *European Assessment of Global Publicly Funded Automotive Research – Targets and Approaches. Benchmarking Analysis Report*. European funded project Contract Nr. 218529 im 7. Rahmenprogramm für Forschung und Technologieentwicklung der Europäischen Kommission.
- Hornby, Lucy (2009): *U.S.-China interdependence outweighs trade spat*. Reuters Ed. US. 23.09.2009, Internet: <http://www.reuters.com/article/2009/09/23/us-china-usa-bedfellows-sb-idUSTRE58M25U20090923> [Zugriff: 08.08.2011]
- Hottelet, Ulrich (2010): *Die Schlacht um die intelligenten Energienetze*. Cicero Online, 23.10.2010, Internet: <http://www.cicero.de/kapital/die-schlacht-um-die-intelligenten-energienetze/41358> [Zugriff: 13.08.2011]
- Howaldt, Jürgen; Jacobson, Heike (Hg.) (2010): *Soziale Innovation. Auf dem Wege zu einem postindustriellen Innovationsparadigma*. Wiesbaden: VS, 2010
- hr-online (2011): *Gerüstet für die Zukunft?* Internet: http://www.hr-online.de/website/specials/iaa2011/index.jsp?rubrik=67669&key=standard_document_42508574 [Zugriff: 15.09.2011]
- HSBC Global Research (2010): *China's next 5-year plan. What it means for equity markets*. Internet: <http://www.research.hsbc.com/midas/Res/RDV?p=pdf&key=DRpq0Zsciy&n=279532.PDF> [Zugriff: 08.08.2011]
- Huang, Suofeng (1999): *New Theory on CNP: CNP of China*. Beijing: China Social Sciences Press

Anhang

- Humphries, Marc (2010): *Rare Earth Elements: The Global Supply Chain*. Internet: <http://www.fas.org/sgp/crs/natsec/R41347.pdf> [Zugriff: 23.09.2011]
- Hurst, Cindy (2010): *China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?* Internet: <http://www.iags.org/rareearth0310hurst.pdf>. [Zugriff: 16.10.2011]
- IEA (2010): *CO₂-Emissions from fuel Combustion – Highlights*. International Energy Agency, Paris 2010.
- IEA (International Energy Agency) (2011): *Technology Roadmap. Electric and plug-in hybrid electric Vehicles. Updated June 2011*. Internet: http://www.iea.org/papers/2011/EV_PHEV_Roadmap.pdf [Zugriff: 12.10.2011]
- IEKP (2007): *Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm*. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, Dezember 2007.
- idw (Informationsdienst Wissenschaft) (2011): *Pressemitteilung: TU9 und chinesische Top-Universitäten vereinbaren gemeinsame Forschung im Bereich der Elektromobilität*, Internet: <http://idw-online.de/de/news373138>, [Zugriff: 30.07.2011]
- IG Metall (2009): *Elektroindustrie in Deutschland – Rahmenbedingungen für Beschäftigung und Interessenvertretung*. Branchenreport, April 2009, Internet: http://www.igmetall.de/cps/rde/xbcr/internet/branchenreport_elektroindustrie_2009_0145316.pdf [Zugriff: 20.08.2011]
- IMA (2000): *Nationales Klimaschutzprogramm – Beschluss der Bundesregierung vom 18. Oktober 2010*. Fünfter Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“, Berlin, Oktober 2000.
- IMA (2005): *Nationales Klimaschutzprogramm 2005. Sechster Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“*. Berlin, Oktober 2005.
- IMDb (The Internet Movie Database) (2011): *Die 36 Kammern der Shaolin*. <http://www.imdb.com/title/tt0078243/> [Zugriff: 18.10.2011]
- Inoue, Kae (2011): *SAIC Motor Rises in Shanghai Trading on GM Electric-Car Plan*. Internet: <http://www.businessweek.com/news/2011-09-21/saic-motor-rises-in-shanghai-trading-on-gm-electric-car-plan.html> [Zugriff: 12.10.2011]
- InterChina (InterChinaConsulting) (2011): *China in 2011: It's all about competitiveness*. Internet: www.washingtonnetworkgroup.com/index.php%3Ftg%3Darticles%26idx%3Dgetf%26topics%3D8%26idf%3D4+China+in+2011:+It's+all+about+competitiveness&hl=de&gl=de&pid=bl&srcid=ADG EESjh82Y2_Zz0MT8zv98GqZRiwGBsAPNB-5eCXKSvkGlzqUgAHLexuvsLLdtZChPLr67aVxE-0Sp54WmrbMUFm5cB1yFiLvV_-KVIPV8XJumvVmVgTz2_BWbN1cIIpSylYarotBIU&sig=AHIEtbSXIsRYi_lyKnYb-Wtk74D268Tp_A [Zugriff: 13.10.2011]
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): *Climate Change 2007: Synthesis Report*, Internet: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf [Zugriff: 01.08.2011]
- ITF (International Transport Forum) (2010): *Reducing Transport Greenhouse Gas Emissions. Trend & Data*. Internet: <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/10GHGTrends.pdf> [Zugriff: 20.08.2011]
- Ivan, Catalin; Penev, Alexander (2011): *Chinese Consumer Attitudes towards the Electric Vehicle*. Internet: http://www.iei.liu.se/program/smio/722a31/file-archive/1.273366/Ivan-Penev_ChineseConsumerAttitudestowardstheElectricVehicle.pdf [Zugriff: 06.10.2011]

- Ivanov, Philipp (2011): *China's higher education revolution*. AustralianPolicyOnline 25.07.2011, Internet: <http://www.apo.org.au/commentary/chinas-higher-education-revolution> [Zugriff: 23.08.2011]
- Janssen, Rolf (2010): *E-Mobilität in China*. Internet: <http://www.localglobal.de/gbm2010/presentation/ahk1.pdf> [Zugriff: 24.10.2011]
- Jianchuan, Cheng et al. (2007): *Design and Traffic Organization for Ultra-Wide Urban Street in China*. Internet: [http://www.urbanstreet.info/3rd_symp_proceedings/Design and Traffic Organization](http://www.urbanstreet.info/3rd_symp_proceedings/Design_and_Traffic_Organization). [Zugriff: 02.10.2011]
- Johnson, Keith (2008): *Green Dragon: China's Clean-Energy Revolution*. wsj 01.08.2008, Internet: <http://blogs.wsj.com/environmentalcapital/2008/08/01/green-dragon-chinas-clean-energy-revolution/> [Zugriff: 23.08.2011]
- JPM (J.P. Morgan) (2010): *China Electric Vehicles. Kick-off consumer subsidy = China is getting serious about EV strategy*. Internet: https://mm.jpmorgan.com/stp/t/c.do?i=E7013-111&u=a_p*d_422109.pdf*h_-2ocg123%0D%0A [Zugriff: 01.09.2011]
- Kampman, Bettina et al (2011): *Impacts of Electric Vehicles – Deliverable 5 Impact analysis for market uptake scenarios and policy implications*. Studie der CE Delft, ICF und Ecologic im Auftrag der European Commission DG Climate Action, Delft April 2011.
- KBA (Kraftfahrzeugbundesamt) (2011): *Statistik Fahrzeuge*. Internet: http://www.kba.de/cln_033/nn_125398/DE/Statistik/Fahrzeuge/fahrzeuge__node.html?__nnn=true [Zugriff: 13.09.2011]
- Kennedy, James (2010): *Critical and Strategic Failure in Rare Earth Resources. A National Defense and Industrial Policy Failure*. Internet: http://www.energyfromthorium.com/TEAC1/06_Kennedy_rareEarth.pdf [Zugriff: 23.09.2011]
- Kejun, Jiang (2011): *Potential Secure, Low Carbon Growth Pathways for the Chinese Economy*. Working Paper Energy Research Institute NDRC, Internet: http://csis.org/files/attachments/110114_KJian_SecureLowCarbonGrowthPathways.pdf [Zugriff: 11.08.2011]
- KfW Entwicklungsbank (2011): *Programm-Klimaschutz. China eine Milliarde für den Klimaschutz*. Internet: http://www.kfw-entwicklungsbank.de/ebank/DE_Home/Laender_und_Programme/Asien/China/Projekt_Abwasserentsorgung.jsp [Zugriff: 13.08.2011]
- KFZAuskunft (2007): *Autofahren - Wieviel Kilometer fährt ein Deutscher am Tag?* Internet: <http://www.kfz-auskunft.de/news/2146.html> [Zugriff: 02.10.2011]
- Kirchhoff, Bruce A.; Walsh, Steven T. (2000): *Entrepreneurship's Role in Commercialization of Disruptive Technologies*. In: Brauchlin, Emil A.; Pichler, Johann H. (Hg.) (2000): *Unternehmer und Unternehmensperspektiven für Klein- und Mittelunternehmen: Festschrift für Hans Jobst Pleitner*, Berlin: Duncker&Humblot, S. 323-331, 2000
- Kirsch, David A. (2000): *The Electric Vehicle and the Burden of History*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press
- Knab, Sebastian; Strunz, Kai; Lehmann, Heiko (2010): *Smart Grid: The Central Nervous System of Power Supply*. TU Berlin, Innovationszentrum Energie, Internet: http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2010/2565/pdf/2216_Knab_IZE_2_final.pdf [Zugriff: 13.08.2011]
- Knie et al. (1999): *Die Neuerfindung urbane Mobilität. Elektroautos und ihr Gebrauch in den USA und Europa*. Berlin: edition sigma
- Knie, Andreas (Hg.) (2006): *Zukunft 2020. Perspektiven für Chinas Motorisierung. (unveröffentlichte Studie)*, Berlin: WZB, 2006
- Knie, Andreas (2010): *Eigenes Auto ist nicht mehr hip*. Internet: http://www.pressekatalog.de/eigenes-auto-hip_ARTID_vogel_3382340102010.htm [Zugriff: 30.09.2011] 2010Konrad, Wilfried; Scheer, Dirk (2003): *Systeminnovationen: Begriff, Fallbeispiele, Nachhaltigkeitspotentiale*. Internet:

- [www.ioew.de/dienstleistung/publikationen/ Vortrag Wilfried Konrad und Dirk Scheer.pdf](http://www.ioew.de/dienstleistung/publikationen/Vortrag%20Wilfried%20Konrad%20und%20Dirk%20Scheer.pdf) [Zugriff: 27.06.2011]
- KoPall (Konjunkturpaket II) 2009: *Auszug aus dem Bericht an den Haushaltsausschuss Konjunkturpaket II, Ziffer 9 Fokus „Elektromobilität“*. BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie), BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) und BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), Berlin März 2003.
- Kopinski, Mark; Hartnett-Devin, Sheila (2011): *Who Will Benefit from China's 12th Five-Year Plan?* American Century Investments. Investment Viewpoints May 2011. For Institutional Use Only, Internet: https://institutional.americancentury.com/institutional/institutional/other/052011_-_China_12th_5-Yr_Plan.pdf [Zugriff: 08.08.2011]
- KPMG (2009): *China abolishes the Administrative Measures for the Import of Automobile Components and Parts Featuring Complete Vehicles*. Internet: http://www.kpmg.com/cn/en/virtual_library/Tax/china_alert/2009/Issue74_0909.pdf [19.10.2011]
- KPMG (2011): *China's 12th Five-Year Plan: Consumer Markets*. Internet: <http://www.kpmg.com/cn/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/China-12th-Five-Year-Plan-Consumer-Markets-201104.pdf> [Zugriff: 22.08.2011]
- KPMG (2011b): *KPMG's Global Automotive Executive Survey 2011*. Internet: <http://www.kpmg.de/docs/Global-Auto-Executive-Survey-2011.pdf> [Zugriff 04.10.2011]
- Kroy, Walter (1995): *Technologiemanagement für grundlegende Innovationen*, In: Zahn, Erich (Hg.) (1995): *Handbuch Technologiemanagement*, Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 57-80, 1995
- Kwan, Chi Hung (2002): *The Rise of China and Asia's Flying-Geese Pattern of Economic Development: An Empirical Analysis based on US Import Statistics*. Nomura Research Institute, NRI Paper No. 52., Internet: <http://www.nri.co.jp/english/opinion/papers/2002/pdf/np200252.pdf> [Zugriff: 14.08.2011]
- Lache, Rod et al. (2009): *Electric Cars: Plugged In 2*. Studie der Deutsche Bank Company Research F.I.T.T., November 2009.
- Laherrère, Jean (2010): *Copper Peak*. Internet: http://aspoFrance.viabloga.com/files/JL_Copperpeak_2010.pdf [Zugriff: 24.09.2011]
- LDE (Land der Erfinder) (2010): *Sind Chinas Kopisten nur Diebe oder im Recht?* Internet: <http://land-der-erfinder.de/?cat=1&paged=9> [Zugriff: 09.10.2011] 2011Lee, Felix (2011): *Chinas große Urbanisierung*. Zeit Online, 03.März 2011, Internet: <http://www.zeit.de/wirtschaft/2011-03/china-urbanisierung> [Zugriff: 11.08.2011]
- Leifer, Richard (2005): *Radical Innovation and BSAC: Increasing the Chances of Tech Transfer. BSAC Spring 2005 IAB Meeting*. Internet: www-bsac.eecs.berkeley.edu/publications/iab_2005_3.ph [Zugriff: 21.08.2011]
- Levkowitz, Lee; Beauchamp-Mustafaga, Nathan (2010): *China's Rare Earth Industry and its Role in the International Market*. Internet: <http://www.uscc.gov/researchpapers/2011/RareEarthsBackgrounderFINAL.pdf> [Zugriff: 23.09.2011]
- Lewis, Johanna (2011): *Energy and Climate Goals of China's 12th Five-Year Plan*. PEW Center on Global Climate Change, March 2011, Internet: <http://www.pewclimate.org/international/factsheet/energy-climate-goals-china-twelfth-five-year-plan> [Zugriff: 14.08.2011]
- Li, Ling (2010): *Drive to Clean Cities. 13 Cities and provinces selected to help Nation reach Carbon Intensity Target*. China Daily, 29.11.2010, Internet: <http://www.chinadaily.com.cn/china/att/2010cancunclimate/site1/20101201/0013729e4ad90e604d7d17.pdf> [Zugriff: 25.08.2011]
- Li, Muyu (2011): *The present and future of the China's personal car market*. Internet: <http://www.eki.mdh.se/uppsatser/seminarie/foretagsekonomi/VT2011-FEK-C-2845.pdf> [Zugriff: 06.10.2011]

- Li, Zhe; Sun, Lu (2011): *The impact of the government policy on the Chinese electric vehicle industry and business strategy management: Case of FAW*. Internet: http://www.iei.liu.se/program/smio/722a31/file-archive/1.273563/LiZhe_SunLu-TheimpactofthegovernmentpolicyontheChineseelectricvehicleindustryandbusinessstrategymanagement.pdf [Zugriff: 11.20.2011]
- Lietsch, Jutta (2010): *Warum chinesische Studenten so heftig umworben werden*. Internet: <http://www.derwesten.de/nachrichten/campus-und-karriere/Warum-Studenten-aus-China-heftig-umworben-werden-id3793570.html> [Zugriff: 13.10.2011]
- Lina, Liu (2011): *China can avoid middle-income trap: World Bank chief economist*. People's Daily Online 10.06.2011, Internet: <http://english.peopledaily.com.cn/90001/90778/98506/7406483.html> [09.07.2011]
- Lin, Sun (2007): *Automobile Traffic-Related Problems and Vehicle Technology Policy in China*. Internet: http://www.itec.doshisha-u.jp/03_publication/01_workingpaper/2010/10-05.pdf [Zugriff: 16.10.2011]
- Lin, Sun (2010): *China's Development and Policies of New Energy Auto Industry*. Internet: http://www.itec.doshisha-u.jp/03_publication/01_workingpaper/2010/10-02.pdf [Zugriff: 16.10.2011]
- Lisakowski, Wero (2011): *Gerüstet für die Zukunft?* Internet: http://www.hr-online.de/website/specials/iaa2011/index.jsp?rubrik=67669&key=standard_document_42508574 [Zugriff: 13.10.2011]
- Liu, Jianguo; Diamond, Jared (2008): *Revolutionizing China's Environmental Protection*. Internet: http://archive.csis.msu.edu/Publications/JLiu_Diamond_2008_Science.pdf [Zugriff: 22.08.2011]
- Liu, Xielin; Lüthje, Boy; Pawlicki, Peter (2007): *China: Nationales Innovationssystem und marktwirtschaftliche Transformation*. In: Gerlach, Frank; Ziegler, Astrid (Hg.): *Innovationspolitik: Wie kann Deutschland von anderen lernen?* Marburg: Schüren Verlag, S. 222-249, 2007
- Lockström, Martin; Callarman, Thomas; Lei, Liu (2011): *The Electric Vehicle Industry in China and India: The Role of Governments for Industry Development*. In: Moriki Ohara, M. Vijayabaskar and Hong Lin (Ed.): *Industrial Dynamics in China and India. Firms, Clusters and Different Growth Paths*, New York: Palgrave Macmillan, 2011
- Lococo, Edmond; Lee, Marc (2010): *Google: This country will lead the next technology revolution*. thedailycrux 07.12.2010, Internet: <http://www.thedailycrux.com/content/6438/China> [Zugriff: 23.08.2011]
- Looney, Robert (2011): *Recent Developments on the Rare Earth Front. Evidence of a new technocratic mercantilism emerging in China?* Internet: <http://www.relooney.info/Rel-WE-2011.pdf> [Zugriff: 23.09.2011]
- Loveday, Eric (2011): *Report: China working on plan to install 10 million charging stations by 2020*. Internet: <http://green.autoblog.com/2011/01/19/report-china-working-on-plan-to-install-10-million-charging-sta/> [Zugriff: 02.10.2011]
- Lowe, Marcy et al. (2010): *Lithium-ion Batteries for Electric Vehicles: The U.S. Value Chain*. Internet: http://www.cggc.duke.edu/pdfs/Lithium-Ion_Batteries_10-5-10.pdf [Zugriff: 13.10.2011]
- Luckhard, Miriam (2009): *China: Global Player der Automobilindustrie*. Internet: <http://miriam-luckhardt.suite101.de/china-global-player-der-automobilindustrie-a57793> [Zugriff: 19.10.2011]
- Luo, Linda (2011): *China likely to lead in vehicle electrification*. Internet: <http://www.chinaautoreview.com/pub/CARArticle.aspx?ID=5269> [Zugriff: 27.09.2011]
- Ma, Guonan; Yi, Wang (2010): *China's high saving rate: myth and reality*. BIS Working Papers No 312, Internet: <http://www.bis.org/publ/work312.pdf> [Zugriff: 09.08.2011]
- Maclaurin, Rupert W. (1953): *The Sequence from Invention to Innovation and its Relation to Economic Growth*. in: *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 67, No. 1, p. 97-111, 1953
- Magnus, George (2011): *China can yet avoid a middle-income trap*. Financial Times 29.06.2011, Internet: <http://www.ft.com/cms/s/0/2173923c-a286-11e0-9760-00144feabdc0.html#axzz1UtZloV6F> [Zugriff: 13.08.2011]

Anhang

- Maier, Astrid (2009): *Volle Ladung*. Internet: <http://www.manager-magazin.de/magazin/artikel/0,2828,667895,00.html> [Zugriff: 11.2011]
- Manager Magazin (2010): *BMW bereitet Elektroauto-Serienfertigung vor*. Artikel vom 05.11.2010, Internet: <http://www.manager-magazin.de/lifestyle/artikel/0,2828,727552,00.html> [Zugriff: 15.09.2011]
- Marr, Rainer (1980): *Innovation*. In: Grochla, Erwin (Hg.): *Handwörterbuch der Organisation*, Stuttgart: Poeschel, S. 984-960, 1980
- Martin, Belva M. (2010): *Rare Earth Materials in the Defense Supply Chain*. Internet: <http://www.gao.gov/new.items/d10617r.pdf> [21.09.2011]
- Marysse, Stefan; Geenen, Sara (2009): *Win-win or unequal exchange? The case of the Sino-Congolese 'cooperation' agreements*. Internet: <http://users.polisci.wisc.edu/schatzberg/ps362/Marysse2009.pdf> [Zugriff: 25.09.2011]
- Marz, Lutz et al. (2008): *China 2020: Automobilisierungs-Perspektiven im Reich der Mitte*. in: Weert Canzler, Gert Schmidt (Hg.), *Zukünfte des Automobils. Aussichten und Grenzen der autotechnischen Globalisierung*, Berlin: edition sigma 2008, S. 231-256
- Marz, Lutz (2010): *Innovation als Valorisierung. Die Karriere der Wasserstoff- und Brennstoffzellen Technologie in Deutschland von 1970-2010. Eine Fallstudie*. WZB Discussion Paper SP III 2010-402, 2010
- Mein Elektroauto (2011): *Range anxiety und Elektroauto in Deutschland ein Thema? Teil 1: Das Problem*. Internet: <http://www.mein-elektroauto.com/2011/02/range-anxiety-und-elektroauto-in-deutschland-ein-thema-%E2%80%93-teil-1-das-problem/2025/> [Zugriff: 02.10.2011]
- Meng, Yan (2011): *China has largest electric vehicle charging network*. Internet: <http://english.peopledaily.com.cn/90001/90778/7307489.html> [Zugriff: 02.10.2011]
- McCreadie, Karen (2010): *Sunzis „Die Kunst des Krieges“: 52 brillante ideen für Ihr Business*. Offenbach: Gabal, 2010
- McKinsey (2009a): *China's Green Revolution*. Report, Internet: http://www.mckinsey.com/locations/greaterchina/mckonchina/reports/china_green_revolution_report.pdf [Zugriff: 14.08.2011]
- McKinsey (2009b): *Programm zur Marktaktivierung für Elektrofahrzeuge – 100.000 Stück bis Ende 2014*. Studie von McKinsey&Company im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin, September 2009, Internet: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/marktaktivierung_elektroauto_hintergrund_bf.pdf [Zugriff 08.09.2011]
- McKinsey (2010): *Beitrag der Elektromobilität zu langfristigen Klimaschutzziele und Implikationen für die Automobilindustrie- Überblick und erste Ergebnisse*. Studie von McKinsey&Company im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin, April 2010, Internet: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/elektromobilitaet_klimaschutz.pdf [Zugriff 08.09.2011]
- McKinsey (2010b): *Neue McKinsey-Studie- Elektromobilität in Megastädten: Schon 2015 Marktanteile von bis zu 16 Prozent*. Pressemitteilung vom 12.Januar 2010, Internet: http://www.mckinsey.de/downloads/presse/2010/pm_100112_emobilitaet.pdf [Zugriff 09.10.2011]
- McKinsey (2011a): *Boost! Transforming the powertrain value chain – a portfolio challenge*. Januar 2011, Internet: <http://www.cars21.com/files/news/McKinsey%20-%20Boost!%20Transforming%20the%20powertrain%20value%20chain%20-%20a%20portfolio%20challenge.pdf> [Zugriff: 01.07.2011]
- McKinsey (2011b): *Evi Electric Vehicle Index*. Internet: <http://www.wiwo.de/unternehmen-maerkte/wie-evi-die-bedeutung-der-elektromobilitaet-misst-427720/2/> [Zugriff: 22.09.2011]
- McKinsey (2011c): *Vortrag Dr. Wolfgang Pointner*. E-Motion-Veranstaltung der e-mobil BW GmbH, Stuttgart 06.10.2011.

- Mick, Jason (2010): *China Quietly Looks to Strangle U.S., Japanese EV Production*. Internet: <http://www.dailytech.com/China+Quietly+Looks+to+Strangle+US+Japanese+EV+Production/article19951.htm> [Zugriff: 24.09.2011]
- Milani, Nicola (2011): *China strebt weltweite Marktführerschaft bei Elektroautos an. Visavis. Unternehmen und Märkte*; Internet: <http://www.propolis21.de/unternehmen/modules.php?name=News&file=article&sid=16346> [Zugriff: 30.07.2011]
- Mingers, John (1997): *Multimethodology. The Theory and Practice of Combining Management Science Methodologies*, Chichester u.a.: Wiley
- Minggao, Quyang (2009): *Development of Electric Vehicles in China*. Internet: http://fisita-summit.com/res/2009/presentations/FISITA_WAS09_Ouyang.pdf [Zugriff: 16.10.2010]
- Mintzberg, Henry (1994): *The Rise and Fall of Strategic Planning*. New York: The Free Press 1994
- Moch, Stefan (2008): *Fernöstliche Kriegsstrategien für westliche Manager*. Hamburg: Igel, 2008
- Morgan Stanley (2010): *The China Files: Asia Corporates and China's Megatransition*. Internet: http://www.morganstanley.com/views/perspectives/China_Files_APac.pdf [Zugriff: 13.08.2011]
- MOST (Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China) (2011): National High-tech R&D Program (863 Program). Internet: http://www.most.gov.cn/eng/programmes1/200610/t20061009_36225.htm [Zugriff: 16.10.2011]
- My Decker Capital (2011): *China Retail Sector - Macro Trends* Internet: <http://www.mydeckercapital.com/Documents/20110130%20MDC%20China%20Retail%20Sector%20-%20Macro%20Trends.pdf> [Zugriff: 22.08.2011]
- MyFDL (Blog) (2011): *Obama allows China to break WTO trade rules, steal GM trade secrets and jobs*. Internet: <http://my.firedoglake.com/papau/2011/09/16/obama-allows-china-to-break-wto-trade-rules-steal-gm-trade-secrets-and-jobs/> [Zugriff: 19.10.2011]
- Naughton, Barry (2006): *The Chinese Economy: Transition and Growth*, Cambridge: MIT Press 2006
- NBRP (National Basic Research Program) (2011a): *Profile of 973 Program*. Internet: <http://www.973.gov.cn/English/Index.aspx> [Zugriff: 16.10.2011]
- NBRP (National Basic Research Program) (2011b): *Basic study to the low cost and high density energy storage system for electric vehicle*. Internet: <http://www.973.gov.cn/English/ReadItem.aspx?itemid=522> [Zugriff: 16. 10.2011]
- NDRC (National Development and Reform Commission) (2011): *Main Functions of the NDRC*. Internet: <http://en.ndrc.gov.cn/mfndrc/default.htm> [Zugriff: 15.10.2011]
- Nelder, Chris (2009): *China's Energy Revolution*. Energy & Capital 04.09.2009, Internet: <http://www.energyandcapital.com/articles/china-energy-revolution/944> [Zugriff: 14.08.2009]
- NEP (Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität) (2009): *Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung*. Berlin, August 2009.
- Neue Energie (2011): *Geliehene Mobilität*. Nr. 7/2011, Seite 64ff.
- Niedermeyer, Edward (2011): *Trade War Watch 16: US Doesn't Understand China's EV Policy, Rattles Saber Anyway*. Internet: <http://www.thetruthaboutcars.com/2011/05/us-doesnt-understand-chinas-ev-policy-rattles-saber-anyway/> [Zugriff: 19.10.2011]
- Niemi, Petra (2007): *Greenpeace - Guiding China's energy revolution*. Internet: <http://en.radio86.com/lifestyle-china/greenpeace-guiding-chinas-energy-revolution> [Zugriff: 23.08.2011]
- Nill, Jan; Konrad, Wilfried (2001): *Innovationen für Nachhaltigkeit: ein interdisziplinärer Beitrag zur konzeptionellen Klärung aus wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Perspektive*. Berlin: IÖW, 2001
- NIP (Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2006): *Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie*. Berlin Mai 2006, Internet: <http://www.now-gmbh.de/uploads/media/Innovationsprogramm.pdf> [Zugriff 19.08.2011]

Anhang

- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzelle) (2011): *Homepage*. Internet: <http://www.now-gmbh.de/> [Zugriff: 11.09.2011] 2011
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzelle) (2011b): *Umsetzungsbericht zum Förderprogramm >>Elektromobilität in Modellregionen<< des BMVBS*. Mai 2011, Internet: http://www.now-gmbh.de/fileadmin/user_upload/Publikationen_Downloads/Infomappe_Elektromobilitaet_2010_2011/NOW-Umsetzungsbericht_2010.pdf [Zugriff: 01.07.2011]
- NPE (Nationale Plattform Elektromobilität) (2010): *Zwischenbericht*. Internet: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bericht_emob_bf.pdf, [Zugriff: 18.06.2011]
- NPE (Nationale Plattform Elektromobilität) (2011): *Zweiter Bericht*. Internet: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bericht_emob_2.pdf, [Zugriff: 18.06.2011]
- NRW (Nord-Rhein-Westfalen) (2009): *Masterplan Elektromobilität*. Internet: http://www.autocluster.nrw.de/fileadmin/images/PDF/Masterplan_NRW_Elektromobilitaet.pdf [Zugriff, 08.09.2011]
- NSE (Nationale Strategiekonferenz Elektromobilität) (2008): *Homepage*. Internet: <http://www.elektromobilitaet2008.de/konferenz> [Zugriff 12.08.2011]
- n-tv (2010): *Kaufanreize für Elektro-Autos – Zetsche bittet um Starthilfe*. n-tv online vom 04.03.2010, Internet: <http://www.n-tv.de/wirtschaft/Zetsche-bittet-um-Starthilfe-article758776.html> [Zugriff: 07.09.2011]
- OECD (2008): *OECD Reviews of Innovation Policy: China, Synthesis Report*. Internet: <http://www.oecd.org/dataoecd/54/20/39177453.pdf> [Zugriff: 15.10.2011] 2008
- OECD/ITF (2008): *Greenhouse Gas Reduction Strategies in the Transport Sector*. Preliminary Report from the OECD and International Transport Forum Working Group, 2008. Internet: <http://www.internationaltransportforum.org/Topics/c02emissions.html> [Zugriff 29.07.2011]
- OECD/ITF (2010): *Reducing Transport Greenhouse Gas Emissions – Trends & Data*. Report for the International Transport Forum on Transport and Innovation in Leipzig, Mai 2010. Internet: <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/10GHGCountry.pdf> [Zugriff 29.07.2011]
- OECD (2010): *OECD Economic Surveys: China 2010*. Internet: http://www.oecd.org/document/43/0,3746,en_2649_34571_44477419_1_1_1_1,00.html [Zugriff: 07.08.2011]
- OECD (2011): *China's Emergence as a Market Economy: Achievements and Challenges*. OECD contribution to the China Development Forum 20-21 March 2011, Beijing, Internet: <http://www.oecd.org/dataoecd/27/17/47408845.pdf> [Zugriff: 11.08.2011]
- Ökoinstitut (2011): *Study on Rare Earths and Their Recycling*. Final Report for The Greens/EFA Group in the European Parliament, Darmstadt, Januar 2011, Internet: <http://www.oeko.de/oekodoc/1112/2011-003-en.pdf> [Zugriff: 22.09.2011]
- Oekomotive (2011): *Neue Batterietechnologie könnte Aufladen schneller als Tanken machen*, Internet: <http://www.oekomotive.net/index.php/magazin/artikel/265> [Zugriff: 31.07.2011]
- ÖAMTC (Österreichischer Automobilclub) (2011): *Förderungen für Elektrofahrzeuge*. Homepage, Internet: <http://www.oeamtc.at/elektrofahrzeuge/?id=2500%2C1137548%2C%2C> [Zugriff: 01.07.2011]
- Ohara, Moriki; Vijayabaskar, Manimegalai; Lin, Hong (Ed.) (2011): *Industrial Dynamics in China and India*. Houndmills et al.: Palgrave Macmillan 2011
- OICA (International Organization of Motor Vehicle Manufacturers) (2011): *Production Statistics*. Internet: <http://oica.net/category/production-statistics/> [Zugriff: 08.10.2011] 2011
- Outline of China's National Plan for Medium and Long-term Education Reform and Development (2010-2020), Internet: http://www.herrank.com/her/en/newsdetail_55.html [Zugriff: 19.08.2011]
- Ouyang, Minggao (2009): *Development of Electric Vehicles in China. Fisita World Automotive Summit 2009*. Internet: http://fisita-summit.com/res/2009/presentations/FISITA_WAS09_Ouyang.pdf [Zugriff: 29.08.2011]
- Pain, Chris (2006): *Who Killed the Electric Car?* (Film). Sony Pictures Home Entertainment

- Patil, Pandit G. (2009): *Advanced Battery Technology for Electric Two-Wheelers in the People's Republic of China*. Internet: <http://www.ipd.anl.gov/anlpubs/2009/06/64621.pdf> [Zugriff: 27.09.2011] 2009
- Pauli, Josef (2011): *Elektromobilität - Einstieg in die reflexive Mobilität?* Internet: <http://www.wordspy.com/words/rangeanxiety.asp> [Zugriff: 02.10.2011] 2011
- Pehnt, Martin (2010): *Elektromobilität und erneuerbare Energien*. Beitrag zum Band „20 Jahre Recht der Erneuerbaren Energien“, Hrsg. Thorsten Müller, Würzburg 2010.
- Pelz, Waldemar (2004): *Geschichte und Anwendung der SWOT-Analyse*. Internet: <http://www.wpelz.de/ress/swot.pdf> [Zugriff: 18.09.2011] 2004
- Petring, Jörn (2011): *Chinas Zahl der Millionäre erstmals über der Million*. FTD 02.06.2011, Internet: <http://www.ftd.de/lifestyle/luxus/:private-vermoegenswerte-chinas-zahl-der-millionaere-erstmal-ueber-der-million/60059765.html> [Zugriff: 23.08.2011]
- Pillot, Christophe (2011): *HEV, P-HEV & EV MARKET 2010 – 2020 IMPACT ON THE BATTERY BUSINESS*. Vortrag 4th International Congress on Automotive Battery Technology, Wiesbaden, Mai 2011. Internet: <http://www.avicenne.com/upload/documents/articles/C.%20pillot%20Presentaion%20at%20IQC%20-%20Li-ion%20battery%20market%20for%20EV%2C%20PHEV%2C%20HEV%20-%20May%202011.pdf> [Zugriff: 10.10.2011]
- Pomfret, John (2010): *The other Superpower. China pushing the envelope on science, and sometimes ethics*. Washington Post, 28.06.2010, Internet: <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/06/27/AR2010062703639.html> [Zugriff: 08.08.2011]
- Premier Ministre (2009): *Le Pacte automobile*. Internet: <http://www.gouvernement.fr/gouvernement/le-pacte-automobile>
- Présidence de la République (2009): *Pacte Automobile. Dossier de Presse*, Internet: http://www.emploi.gouv.fr/_pdf/pacteautomobile_fev2009.pdf
- PRTM Management Consultants (2011): *The China New Energy Vehicles Program. Challenges and Opportunities*. Internet: http://siteresources.worldbank.org/EXTNEWSCHINESE/Resources/3196537-1202098669693/EV_Report_en.pdf [Zugriff: 20.08.2011]
- PtJ (Projekträger Jülich) (2011): *Übersicht 1: Forschungsförderung Elektromobilität im Rahmen des KOPAI – Gesamtliste aller geförderter Vorhaben*. 14.07.2011, Internet: https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/_items/item_2671/projektliste_kopa_ii_elektromobilitaet_gesamt.pdf [Zugriff 20.07.2011]
- Puga, Diego; Treffer, Daniel (2010): *Wake Up and Smell the Ginseng: International Trade and the Rise of Incremental Innovation in Low Wage Countries*. Journal of Development Economics, Vol. 91, No. 1
- PwC (2010): *Elektromobilität – Herausforderungen für Industrie und öffentliche Hand*. Studie von PricewaterhouseCoopers in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Frankfurt am Main, Juni 2010.
- RAGSC ("Rising Above the Gathering Storm"-Committee) (2010): *Rising Above the Gathering Storm. Revisited*. Prepared for the Presidents of the National Academy of Sciences, National Academy of Engineering and Institute of Medicine. Washington: National Academies Press
- RAID (Rights & Accountability in Development) (2009): *Chinese Mining Operations in Katanga Democratic Republic of The Congo*. Internet: <http://raid-uk.org/docs/ChinaAfrica/DRCCHINA%20report.pdf> [Zugriff: 25.09.2011] 2009
- RAM (ResearchAndMarket) (2010): *Electric Vehicles 2010-2020: Cars, Buses, Two Wheelers, Industrial, Commercial, Mobility for Disabled, Military, Marine, Other. Brochure*. Internet: http://www.researchandmarkets.com/reports/1196654/electric_vehicles_2010_2020_cars_buses_two.pdf [Zugriff: 27.09.2011] 2010
- RAND Corporation (2009): *The Global Technology Revolution China*, In-Depth Analysis, Internet: http://www.rand.org/pubs/technical_reports/2009/RAND_TR649.pdf [Zugriff: 14.08.2011]

- Reiner, Rolf; Cartalos, Odysseas; Evrigenis, Agis; Viljamaa, Kimmo (2010): *Challenges for a European Market for Electric Vehicles*. European parliament, Directorate General for Internal Policies, Policy Department A: Economic and Scientific Policy IP/A/ITRE/NT/2010-004, Juni 2010, Internet: <http://www.europarl.europa.eu/activities/committees/studies.do?language=EN> [Zugriff: 03.09.2011]
- Reinhardt, Andreas (2011): *Die Begleitforschung von "IKT für Elektromobilität"*. Vortrag in der Landesvertretung Baden-Württemberg, Berlin, 29.Juni 2011. Internet: http://www.lebenswelt-elektromobilitaet.de/media/PDFs/Praesentationen_auf_Symposium_LWE_Berlin/Andreas_Reinhardt_Die_Begleitforschung_von_IKT_fuer_Elektromobilitaet.pdf [Zugriff: 01.09.2011]
- RIC (ResearchInChina) (2009): *China Lithium Carbonate Industry Report, 2009*. Internet: <http://www.researchinchina.com/FreeReport/PdfFile/633985558995235000.pdf> [Zugriff: 23.09.2011] 2011
- Roberts, Edward B. (1987): *Introduction: Managing Technological Innovation – A Search for Generalizations* In: Roberts, Edward B. (Hg.): *Generating Technological Innovation*, New York/Oxford, p. 3-21, 1987
- Robins, Fred (2010): *China: A new Kind of "mixed" Economy?*, In: *Asian business & management*. - Basingstoke : Palgrave Macmillan, ISSN 1472-4782, ZDB-ID 21808946, Bd. 9.2010, 1 (Mrz), S. 23-46
- Roland Berger (2010): *Elektromobilität – Phantasie oder Treiber eines Paradigmenwechsels?*. Präsentation der Roland Berger Strategy Consultants an der TU Graz, März 2010. Internet: http://www.wing-online.at/uploads/media/100324_TU_Graz_E_Mobility.pdf [Zugriff 29.07.2011]
- Roubini, Nouriel, Mihm, Stephen (2010): *Das Ende der Weltwirtschaft und ihre Zukunft: Crisis Economics*, Frankfurt am Main u.a.: Campus
- RP Online (2010): *Ramsauer gegen Kaufprämie für Elektroautos*. Artikel vom 21.01.2010, Internet: http://www.rp-online.de/auto/news/Ramsauer-gegen-Kaufpraemie-fuer-Elektroautos_aid_809553.html [Zugriff: 08.09.2011]
- Rudolph, Jörg-M. (2006): *Foreign tiger not powerful as local worm*. Internet: <http://www.industrieanzeiger.de/themen/-/article/12503/16003034/> [Zugriff: 04.10.2011] 2006
- Rudolph, Jörg-M. (2011): *Einige Besonderheiten der chinesischen Märkte, die man nie vergessen sollte*. Internet: http://www.exportinitiative.de/fileadmin/publikationen_veranstaltungsdoku/dokumente/Expo_VRC_06/2_J.-M._Rudolph_OAI.pdf [Zugriff:04.10.2011] 2011
- Ruttan, Vernin, W. (1959): *Usher and Shumpeter on Invention, Innovation, and Technological Change*. In: *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 73, No. 4, p. 596-606, 1959
- SASAC (State-owned Assets Supervision and Administration Commission) (2008): *List of Central SOE's*. Internet: <http://www.sasac.gov.cn/n2963340/n2971121/n4956567/4956583.html> [Zugriff: 15. 10.2011] 2008
- SASAC (State-owned Assets Supervision and Administration Commission) (2011): *List of Central SOE's*. Internet: (<http://www.sasac.gov.cn/n1180/n1226/n2425/index.html>) [Zugriff: 15. 10.2011] 2011
- Saxenien, AnnaLee (2003): *Government and Guanxi: The Chinese Software Industry in Transition*. DRC Working Paper No 19. University of California at Berkeley, Internet: <http://www.dfid.gov.uk/r4d/PDF/Outputs/CNEM/drc19.pdf> [Zugriff: 05.08.2011]
- Scharfhausen, Franzjosef (2004): *Die politische Umsetzung von Kyoto in der EU und in Deutschland*. UmweltMagazin, No. 4/5-2004. Internet: <http://www.technikwissen.de/library/common/umwelt/FJS-Klimaschutzpolitik.pdf> [Zugriff: 12.08.2011]
- Schlick, Thomas et al. (2011): *Zukunftsfeld Elektromobilität – Chancen und Herausforderungen für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau*. Studie von Roland Berger Strategy Consultants und dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Mai 2011.
- Schmidt, Volker, H. (2004): *Erfolgsbedingungen des konfuzianischen Wohlfahrtskapitalismus: Kulturgeschichtliche und modernisierungstheoretische Überlegungen*. In: Stykow, Petra; Beyer,

- Jürgen (Hg.): *Gesellschaft mit beschränkter Hoffnung: Reformfähigkeit und die Möglichkeit rationaler Politik*, Wiebaden: VS, S. 175-196
- Schott, Benjamin (2010): *Lithium – begehrter Rohstoff der Zukunft*. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, Ulm, Mai 2010. Internet: <http://www.zsw-bw.de/index.php?id=107> [Zugriff: 01.09.2011]
- Schumpeter, Joseph Alois (1987): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: eine Untersuchung über Unternehmervergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*. Berlin: Duncker&Humblodt, 1987
- Schüller, Margot; Asche, Helmut (2007): *China als neue Kolonialmacht in Afrika? Umstrittene Strategien in der Ressourcensicherung*. Internet: http://www.giga-hamburg.de/dl/download.php?d=/content/publikationen/pdf/gf_global_0701.pdf [Zugriff: 25.09.2011]
- Schwanfelder, Werner (2004): *Sun Tzu für Manager*. Frankfurt/New York: 2004
- Scigliano, Dino (2003): *Das Management radikaler Innovationen. Eine strategische Perspektive*. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verlag
- Seligsohn, Deborah (2011): *The Transformation of China's Energy System: Challenges and Opportunities*. Testimony Before The Subcommittee on Energy and Power Committee on Energy and Commerce U.S. House of Representatives. 4. April 2011, Internet: http://pdf.wri.org/testimony/seligsohn_testimony_energy_and_commerce_2011-04-04.pdf [Zugriff: 20.08.2011]
- Shao, Shuai; Benneer, Lori (2011): *Electrification of Transportation: A Study of the Electric Vehicle Industry in China*. Internet: http://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/3633/MP_Shao.pdf?sequence=1 [Zugriff: 22.08.2011]
- Shih, Willy C. (2011): *China's Five Year Plan, Indigenous Innovation and Technology Transfers, and Outsourcing*. Testimony before the U.S. – China Economic & Security Review Commission, June 15, 2011, Internet: http://www.uscc.gov/hearings/2011hearings/written_testimonies/11_06_15_wrt/11_06_15_shih_testimony.pdf [Zugriff: 14.08.2011]
- Shnayerson, Michael (1996): *The Car That Could. The Inside Story of GM's Revolutionary Electric Vehicle*. New York: Random House
- Shulock, Chuck et al. (2011): *Vehicle electrification policy study- Task 4 Report: Complementary Policies*. International Council on Clean Transportation (ICCT), Internet: http://www.theicct.org/pubs/ICCT_VEPstudy_March2011.pdf [Zugriff: 01.09.2011]
- Siluch, Paul; Hill, Lisa (2011): *The Market in Review*. Raymond James Ltd. May 6th, 2011, Internet: https://www.raymondjames.ca/rjl_marketing/1%20Siluch%20Hill/en_CA/pdfs/MarketinReview_110506.pdf [Zugriff: 07.08.2011]
- Siegel Online (2011): *Weltrangliste. Deutschland rutscht beim Export auf Platz drei*. Internet: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/0,1518,757669,00.html> [Zugriff: 07.08.2011]
- Singh, Bhawani; Lin, Chia-Chieh (2009): *Case Study BYD*. Internet: <http://www.bhawanipsingh.com/uploads/BYD1.pdf> [Zugriff: 13.10.2011] 2009
- Smart Grid China Forum (2011): *The 3rd Annual China Smart Grid Forum 2011*. Internet: <http://www.cdmc.org.cn/smartgrid/> [Zugriff: 03.10.2011] 2011
- SME Times (2011): *China's forex reserves reach USD 2.85 trillion*. 11.01.2011, Internet: <http://smetimes.tradeindia.com/smetimes/news/global-business/2011/Jan/11/china-s-forex-reserves-reach-usd-2.85-trillion624606.html> [Zugriff: 08.08.2011]
- Sonnenseite (2011): *China ist derzeit der größte Treiber für die globale Windenergieentwicklung*. Aktuelle News. 18.04.2011., Internet: <http://www.sonnenseite.com/Aktuelle+News,China-+18-9+GW+mehr+Windenergie,6,a18952.html> [Zugriff: 07.08.2011]

Anhang

- SP2 (School of Social Policy & Practice) (2009): *Cartographical Representation of Distribution of WISP Scores by Development "Zones"*. Internet: <http://www.sp2.upenn.edu/restes/WSS2009/Figure%205.pdf> [Zugriff: 13.08.2011]
- Specht, M. et al., 2010. *Speicherung von Bioenergie und erneuerbarem Strom im Erdgasnetz*. Erdöl Erdgas Kohle 126. Jg. 2010, Heft 10, S. 342-346
- Spiegel Online (2007): *Umweltschock in China - immer mehr missgebildete Babys*. Internet: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,514402,00.html> [Zugriff: 11.08.2011]
- Spiegel Online (2010): Internet: <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,595808,00.html> [Zugriff: 04.08.2011]
- Spiegel Online (2011): *Patente für Elektroantriebe. Deutsche Hersteller fahren hinterher*. Internet: <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,785718,00.html> [Zugriff: 15.09.2011]
- Spiegel Online (2011a): *VW gründet China-Tochter*. Internet: <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,762373,00.html> [Zugriff: 12.10.2011] 2011
- Spiegel Online (2011b): *BMW gründet neue Automarke für China*. Internet: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/0,1518,785455,00.html> [Zugriff: 12.10.2011] 2011
- Sprothen, Vera (2009): *Chinesen am Schacht*. Internet: <http://www.zeit.de/2009/22/China-Australien> [Zugriff: 25.09.2011] 2009
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2005): *Potenziale und Instrumente zur CO2-Vermindeung von PKW. Auszüge aus dem Sondergutachten Umwelt und Straßenverkehr*. Internet: www.umweltrat.de/04presse/download/04/hintgru_CO2Reduzierung_08_2005pdf [Zugriff: 15.07.2011]
- Stahlecker, Thomas; Lay, Gunther; Zanker, Christoph (2011): *Elektromobilität: Zulieferer für den Strukturwandel gerüstet?* Hrsg.: Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart, Internet: http://www.stuttgart.ihk24.de/linkableblob/1427206/.5./data/Studie_Elektromobilitaet_Zulieferer_fuer_den_Strukturwandel_ger-data.pdf;jsessionid=77A9FB60CD0831E98A531C82F48328FA.rep1 [Zugriff: 16.09.2011]
- Statistisches Bundesamt (2011): *Ausgaben für Forschung und Entwicklung nach Sektoren*. Internet: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/BildungForschungKultur/ForschungEntwicklung/Tabellen/Content75/ForschungEntwicklungSektoren,templateId=renderPrint.psm1> [Zugriff 08.09.2011]
- Statistisches Bundesamt (2011b): *Wichtige gesamtwirtschaftliche Größen*. Internet: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/Inlandsprodukt/Tabellen/Content75/Gesamtwirtschaft,templateId=renderPrint.psm1> [Zugriff: 12.10.2011]
- Stern, Nicholas Sir (2006) *THE STERN REVIEW: The economics of climate change. Executive summary*. Deutsche Version, Oktober 2006, Internet: http://www.dnr.de/publikationen/eur/archiv/Stern_Review_148906b_LONG_Executive_Summary_GERMAN.pdf [Zugriff 29.07.2011]
- Sullivan, Kevin (2006): *The Great Green Leap Forward: Energy-Hungry China and India Leapfrog to the Front of the Global Green Building Movement*. emagazine 14.12.2006, Internet: <http://www.emagazine.com/archive/3503> [Zugriff: 23.08.2011]
- Summer, Mark (2011): *China to GM: Give us Chevy Volt secrets or it'll cost \$19,000more*. Internet: <http://green.autoblog.com/2011/09/20/china-to-gm-give-us-chevy-volt-secrets-or-itll-cost-19-000-mo/> [Zugriff: 19.10.2011]
- Sun Tzi (2011): *Die Kunst des Krieges*. Internet: <http://opus.bsz-bw.de/hdms/volltexte/2004/408/pdf/Sunzi.pdf> [Zugriff: 18.10.2011] 2011
- Suk, Monica (2010): *China Aims to Revolutionize Mass Transport*. Internet: <http://abcnews.go.com/Travel/beijing-china-3d-express-coach-combat-traffic-pollution/story?id=11407858> [07.10.2011]
- Swartz, Spencer; Oster, Shai (2010): *China Tops U.S. in Energy Use*. World Street Journal 18.07.2010, Internet:

- <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703720504575376712353150310.html?mod=djemalertNEWS> [Zugriff: 09.08.2011]
- Synergistics (2009): *China's Next Revolution: Leading the Transition to Electric Cars*. Internet: http://www.cars21.com/files/news/eu_coc_leading_the_transition_final_nbu.pdf [Zugriff: 16.10.2011]
- Tahil, William (2008): *The Trouble with Lithium 2. Under the Microscope*. Internet: http://www.meridian-int-res.com/Projects/Lithium_Microscope.pdf [Zugriff: 23.09.2011]
- Taylor, Robert (2003): *China's Consumer Revolution: Distribution Reform, Foreign Investment and the Impact of the WTO*. In: *Asian Business & Management*, August 2003 Volume 2, Number 2, pages 187-204
- Tashakkori, Abbas; Teddlie, Charles (Ed.) (2003): *Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*, Thousand Oaks: Sage Publications.
- Technology Review (2011): *Better Batteries.*, Internet: <http://www.technologyreview.com/specialreports/specialreport.aspx?id=8> [Zugriff: 31.07.2011]
- Thinktosustain (2011): *China Consumer Market Strong for Electric Vehicles*. 22.04.2011, Internet: <http://www.thinktosustain.com/ContentPageMarket.aspx?id=%20843> [Zugriff: 22.08.2011]
- Thornley, Ben et al. (2011): *Case Study 13: National High-Tech R&D (863) Program*. Internet: http://www.pacificcommunityventures.org/insight/impactinvesting/report/13-High_Tech_R&D_Program.pdf [Zugriff: 16.10.2011]
- Toffler, Alvin (1980): *The third wave*. New York u.a.: Bantam Books
- T-Online (2011): *Chinesen kopieren B-Klasse von Mercedes*. Internet: http://auto.t-online.de/chinesen-kopieren-b-klasse-von-mercedes/id_43884144/index [Zugriff: 09.10.2011]
- Transport and Environment (2011): *How clean are Europe's cars? An analysis of carmaker progress towards EU CO2 targets in 2010*. European Federation for Transport and Environment (T&E), September 2011, Internet: http://www.transportenvironment.org/Publications/prep_hand_out/lid/653 [Zugriff: 14.10.2011]
- Tse, Pui-Kwan (2011): *China's Rare-Earth Industry*. Internet: <http://pubs.usgs.gov/of/2011/1042/of2011-1042.pdf>, [Zugriff: 21.09.2011] 2011
- UNFCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (1992): *UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE*. United Nations, 1992. Internet: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> [Zugriff 29.07.2011]
- UNFCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (1998): *KYOTO PROTOCOL TO THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE*. United Nations, 1998. Internet: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> [Zugriff 29.07.2011]
- UNFCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2010): *Decision 1/CP.16 The Cancun Agreements: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention*. United Nations, Dezember 2010. Internet: <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf#page=2><http://cancun.unfccc.int/> [Zugriff 29.07.2011]
- UNDP (United Nations Development Programme) (2010): *Human Development Report 2010*. Internet: http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2010_DE_Complete.pdf [Zugriff: 13.08.2011]
- Ungemach, Viktor (2007): *Chinas alternde Gesellschaft. Befindet sich die chinesische Bevölkerungspolitik in einer Sackgasse?* Länderbericht Konrad-Adenauer-Stiftung, Internet: http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?angid=1&stid=594708&dstid=641 [Zugriff: 11.08.2011]
- UN HABITAT (United Nations Human Settlements Programme) (2008): *State of the World's Cities 2008/2009*. London, 2008, Internet: <http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2562> [Zugriff: 14.10.2011]

- Unternehmer Online (2011): *Verkehrsminister lehnt Kaufprämie für Elektroautos ab*. Artikel vom 18.Mai 2011, Internet: <http://www.unternehmer.de/117511-verkehrsminister-lehnt-kaufprämie-fur-elektroautos-ab> [Zugriff 08.09.2011]
- US-China Business Council (2011): *Shanghai Luncheon on China's Demographic and Urbanization Revolution*. Internet: <https://www.uschina.org/programs/viewevent.php?id=151&ref=http%3A%2F%2Fwww.uschina.org%2Finfo%2Fprograms%2F> [Zugriff: 23.08.2011]
- USGS (United States Geological Survey) (2009): *World Mine Production, Reserves and Reserve Base*. Internet: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/bauxite/mcs-2009-bauxi.pdf> [Zugriff: 25.09.2011] 2009
- USGS (United States Geological Survey) (2010a): *Copper Statistics and Information*. Internet: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/copper/> [Zugriff: 24.09.2011] 2011
- USGS (United States Geological Survey) (2010b): *Cobalt*. Internet: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cobalt/mcs-2009-cobal.pdf> [Zugriff: 21.09.2011] 2011
- USGS (United States Geological Survey) (2010c): *World Smelter Production and Capacity*. Internet: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/aluminum/mcs-2010-alumi.pdf> [Zugriff: 25.09.2011] 2010
- USTR (United States Trade Representative) (2009): *2009 Report to Congress On China's WTO-Compliance*. Internet: <http://www.ustr.gov/sites/default/files/2009%20China%20Report%20to%20Congress.pdf> [Zugriff: 19.10.2011] 2009
- Valentine-Urbschat, Michael; Bernhart, Wolfgang (2009): *Powertrain 2020 – The Future Drives Electric*. Studie der Roland Berger Strategy Consultants, September 2009.
- Valentine-Urbschat, Michael; Bernhart, Wolfgang (2009a): *Powertrain 2020 - Challenges and opportunities for OEMs and suppliers*. Internet: <http://www.cars21.com/files/news/EVS-24-6000536%20Powertrain%202020.pdf> [Zugriff: 13.10.2011] 2009
- VDA (Verband der Automobilindustrie) (2011a): *Zahlen & Fakten*. Internet:<http://www.vda.de/de/zahlen/jahreszahlen/index.html> [Zugriff 01.07.2011]
- VDA (Verband der Automobilindustrie) (2011b): *Elektromobilität – Eine Alternative zum Öl*. Magazin, Herausgegeben vom VDA, Mai 2011, Internet: <http://www.vda.de/de/downloads/969/?PHPSESSID=rbsuvdho0a48t2aul1j7sre041> [Zugriff: 08.09.2011]
- VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.) (2011): *Versorgungsqualität: Statistik Versorgungszuverlässigkeit*. Forum zur Weiterentwicklung von Netztechnik und Netzbetrieb (FNN), Internet: <http://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/versorgungsqualitaet/seiten/versorgungszuverlaessigkeit.aspx> [Zugriff: 22.09.2011]
- Vennemo, Haakon et al. (2009): *Environmental pollution in China: Status and trends*. Internet: http://www.lindhjem.info/China_REEP.pdf [Zugriff: 11.08.2011]
- VES (Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie) (2000): *Statusbericht der Task-Force an das Steering-Committee (unveröffentlichter Bericht)*. 2000
- VES (Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie) (2001): *Zweiter Statusbericht der Task-Force an das Steering-Committee*. Internet: <http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/30514/publicationFile/423/zwischenbericht-2001.pdf> [Zugriff: 11.09.2011], 2000
- Vliet van, Oscar et al. (2011): *Energy use, cost and CO₂ emissions of electric cars*. Journal of Power Sources 196 (2011) 2298-2310.
- VONTOBEL (2011): *Zukunftsperspektiven in China*. Internet: <http://www.boerse-express.com/cat/roadshow/emerging2011/vontobel.pdf> [Zugriff: 07.08.2011]
- Voy, C. et al. (1996): *Erprobung von Elektrofahrzeugen der neuesten Generation auf der Insel Rügen und Energieversorgung für Elektrofahrzeuge durch Solarenergie und Stromtankstellen – Abschlußbericht*. DAUG – Deutsche Automobilgesellschaft mbH, Braunschweig (Zirkow),

Anhang

- Förderkennzeichen TV 9225 und 0329376A (BMBF), Dezember 1996, Internet: <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e001/246130091l.pdf> [Zugriff: 29.09.2011]
- VW (Volkswagen) (2011): *Flottenversuch Elektromobilität*. Pressemitteilung vom 28.Juni.2011, Internet: https://www.volkswagen-media-services.com/medias_publish/ms/content/de/pressemitteilungen/2011/06/28/flottenversuch_elektromobilitaet.standard.gid-oeffentlichkeit.html [Zugriff: 15.09.2011]
- Waldmeir, Petti (2009): *Beijing in vanguard of car technology revolution*. FT.com 19.08.2009, Internet: <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/ff08faec-8cdf-11de-a540-00144feabdc0.html#axzz1VsTliOD6> [Zugriff: 23.08.2011]
- Waldmeir, Petti (2011): *China debates electric car policy*. Internet: <http://www.ft.com/cms/s/0/b213d66e-ccaf-11e0-b923-00144feabdc0.html#axzz1avOqhwuU> [Zugriff: 16.10.2011]
- Walker, Andrew (2011): *Might China's Economy stumble?* BBC News Business, Internet: <http://www.bbc.co.uk/news/business-13802453> [Zugriff: 07.08.2011]
- Wallentowitz, Hennig; Johannaber, Martin; Schüssler, Martin (2003): *Hybrid - Elektro - Antriebe - eine Übersicht*. Internet: <http://www.ika.rwth-aachen.de/forschung/veroeffentlichung/2003/08.-09.05/hybrid-antriebssysteme-eine-uebersicht.pdf> [Zugriff: 11.09.2011]
- Wang, Haibo (2009): *Characteristics and Trends of China's Oil Demand*. Internet: <http://www.worldenergy.org/documents/congresspapers/83.pdf> [Zugriff: 09.08.2011]
- Wang, Hua; Kimble, Chris (2010): *Betting on Chinese electric cars? - analysing BYD's capacity for innovation*. In: Int. J. Automotive Technology and Management, Vol. 10, No. 1, 2010, p. 77-92
- Wang, Yuning; Zhang, Haibo (2011): *Prediction on Pure Electric Vehicle Technology Maturity in China Based on TRIZ Theory*. In: 2011 International Conference on Electric Information and Control Engineering (ICEICE 2011) in Wuhan., Volume 3, p. 2461-2464, 2011
- Wagner, Wieland (2007): *Piraten, Plagiate, PS-Boliden*. Internet: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,502232,00.html> [Zugriff: 09.10.2011] 2007
- Wartburg, Iwan von (2000): *Wissensbasiertes Management technologischer Innovationen*. Internet: www.iou.unizh.ch/orga/downloads/diverse/Diss_ivw.pdf [Zugriff: 21.07.2011]
- WAZ (Wolfsburger Allgemeine Zeitung) (2010): *VW muss Batteriefabrik bauen*. Artikel vom 26.04.2010, Internet: [<http://www.waz-online.de/Wolfsburg/Wolfsburg/Stadt-Wolfsburg/VW-muss-Batteriefabrik-bauen>] [Zugriff: 15.09.2011]
- WBD (World Bank Data) (2011a): *GDP (current US\$)*. Internet: <http://databank.worldbank.org> [Zugriff: 01.08.2011]
- WBD (World Bank Data) (2011b): *GDP Growth (annual %)*. Internet: <http://databank.worldbank.org> [Zugriff: 01.08.2011]
- WBD (World Bank Data) (2011c): *Exports of Goods and services (annual %)/Income payments (BoP current US\$)*. Internet: <http://databank.worldbank.org> [Zugriff: 01.08.2011]
- WBD (World Bank Data) (2011d): *Household final consumption expenditure, etc. (% of GDP)*. Internet: <http://databank.worldbank.org> [Zugriff: 09.08.2011]
- WBD (World Bank Data) (2011e): *Agriculture, value added (% of GDP)/Industry, value added (% of GDP)/Services, etc. value added (% of GDP)*. Internet: <http://databank.worldbank.org> [Zugriff: 10.08.2011]
- WBD (World Bank Data) (2011f): *GDP per Capita (Current US\$)*. Internet: <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD/countries/all?display=default> [Zugriff: 29.07.2011]
- WBD (World Bank Data) (2011g): *Passenger Cars (per 1,000 people)*. Internet: <http://data.worldbank.org/indicator/IS.VEH.PCAR.P3> [Zugriff 13.09.2011]
- Weber, Andreas (2010): *Flottenversuch MINI E Berlin – Erkenntnisse und nächste Schritte*. Vortrag 4. Salzgitter Forum Mobilität, Mai 2010, Internet: http://www.ostfalia.de/export/sites/default/de/ifvm/download/4SFM/Vortraege_4SFM/Flottenversuch_MINI_E_Berlin_Erkenntnisse_und_nxchste_Schritte_Weber.pdf [Zugriff 04.10.2011]

- Wee, Chow-Hou (2002): *Sun Zi Art of War and SWOT Analysis: Perspectives and Applications to Business*. Asia Pacific Management Review (2002) 7(2), p.267-286, 2002
- WEF (World Economic Forum) (2010): *The Global Competitiveness Report 2010-2011*. Internet: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf [Zugriff: 04.10.2011] 2010
- WEF (World Economic Forum) (2011): *Repowering Transport. Project White Paper*. Internet: http://www3.weforum.org/docs/WEF_RepoweringTransport_ProjectWhitePaper_2011.pdf [Zugriff: 16.10.2011] 2011
- Wei Ng, Shin; Mabey, Nick (2011): *Chinese Challenge or Low Carbon Opportunity? The Implication of China's 12th Five-Year-Plan for Europe*. E3G, Internet: http://www.climnet.org/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1816&Itemid=342 [Zugriff: 22.08.2011]
- Weider, Marc; Marz, Lutz (2005): *Quantensprung oder Sackgasse? Zum Stand und zu Entwicklungsperspektiven der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in der Automobilindustrie*. In: Stephan Rammler, Marc Weider (Hrsg.). Wasserstoffauto. Zwischen Markt und Mythos. Münster. LIT Verlag, 2005. S. 9-33.
- Weier, Anke (2011a): *SunZi versus 36 Strategeme*. Internet: http://www.welcome-guide.de/files/sunzi_versus_36_strategeme_2-2.pdf [Zugriff: 18.10.2011] 2011
- Weier, Anke (2011b): *Die 13 Kapitel von SunZi - Teil 5 „Terrain“*. Internet: http://www.welcome-guide.de/files/sunzis_13_kapitel_teil_5.pdf [Zugriff: 18.10.2011] 2011
- Weinert et al. (2008): *The future of electric two-wheelers and electric vehicles in China*. Internet: http://pubs.its.ucdavis.edu/download_pdf.php?id=1168 [Zugriff: 27.09.2011] 2008
- Wendl, Matthias (2009): *Abschätzung des künftigen Angebot-Nachfrage-Verhältnisses von Lithium vor dem Hintergrund des steigenden Verbrauchs in der Elektromobilität*. Internet: <http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn:nbn:de:0011-n-1178865.pdf> [Zugriff: 23.09.2011] 2011
- Welt Online (2007): *Massensterben durch Umweltverschmutzung*. Internet: http://www.welt.de/wissenschaft/article1000319/Massensterben_durch_Umweltverschmutzung.html [Zugriff: 11.08.2011]
- WEO (World Energy Outlook) (2010): *World Energy Outlook 2010*. Executive Summary, Internet: http://www.iea.org/weo/docs/weo2010/weo2010_es_german.pdf [Zugriff: 14.10.2011]
- Werner, Jenni (2010): *Die politische Förderung technologischer Innovationen in der VR China*. Internet: http://www.chinapolitik.de/studien/china_analysis/no_81.pdf [Zugriff: 15.10.2011] 2010
- WGA (Wattgehtab) (2011): *Auto Shanghai 2011: BMW Brilliance Automotive präsentiert 5er Plug-in-Hybrid*. Internet: <http://www.wattgehtab.com/hybridautos/auto-shanghai-2011-bmw-brilliance-automotive-praesentiert-5er-plug-in-hybrid-3006> [Zugriff: 12.10.2011] 2011
- White, Gregory (2011): *Nouriel Roubini Explains What Could Trigger A Hard Landing In China*, Internet: <http://www.businessinsider.com/nouriel-roubini-hard-landing-in-china-2011-6> [Zugriff: 31.07.2011]
- Wikipedia (2011): *Sun Tzu*. Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/Sun_Tzu [18.10.2011] 2011
- Wikipedia (2011a): *3D Express Coach*. Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/3D_Express_Coach [07.10.2011] 2011
- Wikipedia (2011b): *Automotive industry in the People's Republic of China*. Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/Automotive_industry_in_the_People%27s_Republic_of_China [Zugriff: 09.10.2011] 2011
- Wittner, Marita (2011): *Zwischenergebnisse Projekt „Drive eCharged“ mit E-MINI in München*. Internet: <http://wattgehtab.com/politik-und-forderprogramme/zwischenergebnisse-projekt-drive-echarged-mit-dem-mini-e-in-munchen-vorgestellt-3107> [Zugriff: 07.10.2011] 2011
- WiWo (Wirtschaftswoche Online) (2011): *Autoindustrie drängt Merkel zu Kaufprämie für Elektroautos*. Wirtschaftswoche 22.01.2011, Internet: <http://www.wiwo.de/unternehmen-maerkte/autoindustrie-draengt-merkel-zu-kaufpraemie-fuer-elektroautos-454285/> [Zugriff: 07.09.2011]

- WiWo (Wirtschaftswoche Online) (2011b): *Deutschland fällt beim Elektroauto weiter zurück*. Artikel vom 22.01.2011, Internet: <http://www.wiwo.de/unternehmen-maerkte/deutschland-faellt-beim-elektroauto-weiter-zurueck-454280/> [Zugriff: 22.09.2011]
- WiWo (Wirtschaftswoche Online) (2004): *Hybrid-Antrieb ist für Pischetsrieder Irrsinn*. Internet: <http://www.wiwo.de/technik-wissen/hybrid-antrieb-ist-fuer-pischetsrieder-irrsinn-112086/> [Zugriff: 11.09.2011]
- WKO (Wirtschaftskammer Österreich) (2011): *China: Branchenreport Konsumgüter & Lifestyle*. AußenwirtschaftsCenter Shanghai 2011
- Wordspy (The Word Lover's Guide to New Words) (2011): *Range Anxiety*. Internet: <http://www.wordspy.com/words/rangeanxiety.asp> [Zugriff: 02.10.2011]
- World Bank (2001): *Cost of Pollution in China. Economic Estimates of Physical Damages*. Internet: http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPENVIRONMENT/Resources/China_Cost_of_Pollution.pdf [Zugriff: 11.08.2011]
- World Bank (2009): *China. From Poor Areas to Poor People. China's Evolving Poverty Reduction Agenda*. Report No. 47349-CN, Internet: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2009/04/08/000334955_20090408062432/Rendered/PDF/473490SR0CN0P010Disclosed0041061091.pdf [Zugriff: 07.08.2011]
- World Bank (2011): *China Quick Facts*. Internet: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/EASTASIAPACIFICEXT/CHINAEXTN/0,,contentMDK:20680895~pagePK:1497618~piPK:217854~theSitePK:318950,00.html> [Zugriff: 09.08.2011]
- Worldwatch (2010): *Renewable Energy and Energy Efficiency in China: Current Status and Prospects for 2020*. World Watch Report 182, Internet: http://www.reep.org/file_upload/7217_tmpphppGZ6Y0.pdf [Zugriff: 09.08.2011]
- Wu, Fei-Fei; Huang, Lu-Cheng (2009): *Analysis of Patents Information in the Electric Vehicle Technology of China*. Internet: http://www.pucsp.br/icim/ingles/downloads/papers/TL_010.pdf [Zugriff: 30.08.2011]
- Wu, Henry (2011): *Twelfth Five Year Plan - a healthy push*. Nomura 29.09. 2010, Internet: <http://www.nomuranow.com/research/globalresearchportal/getpub.aspx?pid=392839> [Zugriff: 23.08.2011]
- Wu, Hongbo (2011): *Vortrag über den 12. Fünfjahrplan Chinas*. 31.05.2011, Hotel Albrechtshof Berlin, Internet: <http://www.china-botschaft.de/det/dszl/baogao/t826701.htm> [Zugriff: 10.08.2011]
- Xiao, Xu (2011): *Charged up about the Mini E*. Internet: http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2011-09/14/content_13680616.htm [Zugriff: 14.09.2011]
- Xuequin, Jiang (2010): *The Test Chinese Schools Still Fail*. The Wall Street Journal 8.12. 2010, Internet: <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703766704576008692493038646.html> [Zugriff: 11.08.2011]
- Yaksic Beckdorf, Andrés; Tilton, John E. (2009): *Using the Cumulative Availability Curve to Assess the Threat of Mineral Depletion: The Case of Lithium*. Internet: http://inside.mines.edu/UserFiles/File/economicsBusiness/Tilton/The_Case_of_Lithium.pdf [Zugriff: 23.09.2011]
- Ying, Yun (2007): *Powering progress: China's Clean Energy Revolution*. Renewable Energy 17.01.2007, Internet: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2007/01/powering-progress-chinas-clean-energy-revolution-51558> [Zugriff: 23.08.2011]
- Yuan, Yuan (2011): *Urbanisierung als Schlüssel zu Chinas Zukunft*. Beijing Rundschau 20.04.2011, Internet: http://german.beijingreview.com.cn/german2010/crp/2011-04/20/content_352553.htm [Zugriff: 11.08.2011]
- Yueh, Linda (2010): *The Economy of China*, Cheltenham u.a.: Elgar
- Yuexi, Yang (2011): *The role of electrical vehicles in china's smart grid, challenges and on-going research*. Internet: <http://evenementiel.ccifc.org/2010%20bj/GT/RD/2010/11-11/some%20statement%20of%20the%20presentation.pdf> [Zugriff: 22.08.2011]

