



## ENTWICKLUNG DER ELEKTROMOBILITÄT IN DEUTSCHLAND IM INTERNATIONALEN VERGLEICH UND ANALYSEN ZUM STROMVERBRAUCH

**Benjamin Schott<sup>1</sup>, Andreas Püttner<sup>1</sup>, Thomas Nieder<sup>1,2</sup>, Fabian Maas genannt  
Berpohl<sup>3</sup>, Michael Rohn<sup>3</sup>, Jens Mey<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung  
Baden-Württemberg, Industriestr. 6, 70565 Stuttgart, Germany  
Telefon: +49 711 7870-294, Fax: +49 711 7870-200  
E-Mail: benjamin.schott@zsw-bw.de  
Internet: www.zsw-bw.de

<sup>2</sup> Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

<sup>3</sup>DFKI GmbH, Robotics Innovation Center,  
Robert-Hooke-Straße 5, 28359 Bremen, Germany  
Telefon: +49 421 178 45-5145  
E-Mail: fabian.maas\_genannt\_berpohl@dfki.de  
Internet: www.dfki.de

### ABSTRACT:

*Zum Gelingen der Energiewende Deutschlands und für die Erreichung der Klimaschutzziele muss auch der Verkehrssektor seinen Beitrag leisten. Insbesondere die Elektromobilität wird hierbei als eine mögliche Option gesehen. Die deutsche Bundesregierung hat sich deshalb das Ziel gesetzt zum Leitmarkt zu werden und bis zum Jahr 2020 eine Millionen Elektrofahrzeuge auf die Straßen zu bringen. Elektromobilität ist vor dem Hintergrund der Reduktion der Treibhausgasemissionen nur sinnvoll, wenn der Strombedarf durch die Nutzung zusätzlicher erneuerbarer Energien gedeckt wird. Ob Deutschland auf Kurs ist und wie das Automobilland im internationalen Vergleich da steht, soll dieser wissenschaftliche Beitrag aufzeigen. Dazu werden die aktuellen Marktentwicklungen der Elektromobilität in Deutschland dargestellt und in den internationalen Kontext gesetzt. Zudem wird erstmals eine grobe Abschätzung des Strombedarfs der Elektrofahrzeug-Flotte Deutschlands für die Jahre 2011 und 2012 durchgeführt sowie darauf aufbauend eine Hochrechnung für 2020 vorgenommen. Ergänzend wird abschließend analysiert, wie hoch die Energieeinsparungen durch die Nutzung von Elektrofahrzeugen gegenüber Verbrennungsmotoren sein können. Dazu werden unter anderem reale Verbrauchsdaten aus den Flottenversuchen der Modellregion Bremen/Oldenburg herangezogen.*

## 1. EINFÜHRUNG

Im Rahmen der Energiewende Deutschlands ist neben den Sektoren Strom und Wärme auch der Verkehrssektor für die Erreichung der Klimaschutzziele bedeutend. Die Elektromobilität kann hierzu einen entscheidenden Beitrag leisten. Durch den verminderten Einsatz fossiler Brennstoffe sowie die bessere Effizienz von Elektromotoren gegenüber konventionellen Antrieben können die Treibhausgasemissionen im Verkehrsbereich gesenkt werden. Außerdem kann Deutschland seine Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen aus dem Ausland und den damit verbundenen Preissteigerungen bzw. -schwankungen erheblich verringern.

Die Bundesregierung erklärte deshalb bereits im August 2007 die Elektromobilität zu einem wichtigen Element zur Erreichung der Klimaschutzziele im Rahmen des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms (IEKP). Mit dem im August 2009 verabschiedeten *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität (NEP)* wurden Maßnahmen festgelegt, die es ermöglichen sollen, dass bis zum Jahr 2020 mindestens eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen verkehren. Bis zum Jahr 2030 sollen es bereits sechs Millionen Elektrofahrzeuge sein. Auch der Ausbau der hierfür erforderlichen Infrastruktur soll entsprechend forciert werden. Als wichtig wird zudem die Kopplung von Elektromobilität und erneuerbar erzeugtem Strom erachtet<sup>1</sup>. Ziel der im NEP formulierten Maßnahmen ist es, Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln. Die daraufhin eingerichtete *Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)* hat vorgeschlagen, dieses Ziel um den Ansatz des Leitansbieters zu erweitern.

Auch im Rahmen des sog. *Konjunkturpakets II* von 2009 bis 2011 wurde die Elektromobilität als ein zentraler Schwerpunkt formuliert. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Konjunkturpakets war die Etablierung von *Modellregionen Elektromobilität* durch das BMVBS. Hierbei wurden acht Modellregionen ausgewählt und gefördert, die durch eine Vernetzung verschiedenster Akteure aus Wissenschaft, Politik und Industrie die Elektromobilität im öffentlichen Raum sichtbar machen sollen. Mit dem aktuellen *Regierungsprogramm Elektromobilität*, mit welchem die Bundesregierung auf die Empfehlungen aus dem zweiten Bericht der NPE reagiert hat, wurden die Aktivitäten im Bereich Elektromobilität fortgesetzt. Neben einer weitergeführten Förderung von Forschung und Entwicklung wurden regionale Schaufenster in Baden-Württemberg, Bayern/Sachsen, Berlin/Brandenburg und Niedersachsen aufgebaut sowie technische Leuchtturmprojekte entwickelt. Darüber hinaus wurden die bestehenden Modellregionen in begrenztem Umfang weiter gefördert. Neben straßenverkehrsrechtlichen Maßnahmen sollen Elektrofahrzeuge zudem bspw. durch eine zehnjährige Befreiung von der Kfz-Steuer gefördert werden.

Durch gezielte Fördermaßnahmen sorgt die Bundesregierung dafür, die Anzahl von Fahrzeugen mit Elektroantrieb auf der Straße erheblich zu vergrößern. Um jederzeit die Entwicklungen im Auge zu haben und gegebenenfalls steuernd eingreifen zu können, ist die Einführung eines umfassenden Monitorings zu den aktuellen Entwicklungen der Elektromobilität, z.B. zum Wachstum des Elektrofahrzeugbestands, erforderlich.

Zudem bestehen Berichtspflichten der deutschen Bundesregierung, die in diesem Kontext wie alle EU-Mitgliedstaaten verpflichtet ist, der EU-Kommission im Rahmen der EU-Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen regelmäßig aktuelle und belastbare Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in den Bereichen Elektrizität, Wärme/Kälte und Verkehr vorzulegen. Für Deutschland ist ein Gesamtziel von 18 Prozent Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch vorgesehen. Daneben gilt für alle Mitgliedstaaten

---

<sup>1</sup> Vgl. hierzu auch Pressemitteilung des BMWi vom 19.08.2009 „Bundeskabinett: Deutschland soll zum Leitmarkt für Elektromobilität werden“.

das einheitliche, verbindliche Ziel, mindestens einen Anteil von 10 Prozent erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor zu erreichen.

Gemeldet werden die Energiedaten jährlich an die Internationale Energieagentur (IEA) sowie die europäische Statistikbehörde Eurostat. Zudem erfolgt in einem zweijährigen Turnus die Erarbeitung eines umfangreichen Fortschrittsberichtes. Somit wird gewährleistet, dass der im nationalen Aktionsplan festgehaltene Zielerreichungspfad konsequent eingehalten wird. Zur Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor definiert die EU-Richtlinie mehrere Vorgaben. Neben den gängigen Biokraftstoffen kann auch Elektrizität aus erneuerbaren Energien, die im Schienenverkehr oder von Elektroautos genutzt wird, angerechnet werden. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei aufgrund von Mehrfachanrechnung (2,5-fach) auf der Elektromobilität.

Nach dem gegenwärtigen Status Quo können diese Berichtsanforderungen nicht erfüllt werden. Das Kraftfahrt-Bundesamt erhebt zwar regelmäßig die Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen, zum Stromverbrauch des motorisierten Individualverkehrs lagen der Energiestatistik jedoch bislang keinerlei Daten vor. Aus diesem Grund findet sich weder in der nationalen Berichterstattung im Rahmen der deutschen Energiebilanz, noch auf internationaler Ebene ein Hinweis auf den aktuellen Stromverbrauch von Elektrofahrzeugen hierzulande. Mit zunehmender Bedeutung der Elektromobilität innerhalb des Straßenverkehrs werden jedoch die energiestatistische Relevanz und die Notwendigkeit, den Energieverbrauch statistisch adäquat zu erfassen, ansteigen. Für die zukünftige Entwicklung der Elektromobilität sowie zur Überwachung der Zielerreichung in Deutschland sind ein Monitoring sowie der Aufbau einer umfassenden Statistik unerlässlich.

Dieser wissenschaftliche Beitrag soll daher als ein erster Ansatz verstanden werden diese Lücken zu schließen. Wie sich die beschriebenen Maßnahmen der Bundesregierung zur Förderung der Elektromobilität bereits in den aktuellen Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen in Deutschland widerspiegeln und wie diese Entwicklung im Vergleich zu anderen Ländern zu sehen ist, wird daher im Folgenden dargestellt.

Darüber hinaus wird erstmals eine grobe Abschätzung des Strombedarfs der Elektrofahrzeug-Flotte Deutschlands für die Jahre 2011 und 2012 durchgeführt sowie darauf aufbauend eine Hochrechnung für 2020 vorgenommen. Ergänzend wird abschließend analysiert, wie hoch die Energieeinsparungen durch die Nutzung von Elektrofahrzeugen gegenüber Verbrennungsmotoren sein können. Dazu werden unter anderem reale Verbrauchsdaten aus den Flottenversuchen der Modellregion Bremen/Oldenburg herangezogen.

## 2. MARKTENTWICKLUNG DER ELEKTROMOBILITÄT IM INTERNATIONALEN KONTEXT

### Vorabdefinition

Als Elektrofahrzeuge werden im Folgenden solche subsumiert, die einen reinen batterieelektrischen Antrieb (BEV) haben und solche, die über einen zusätzlichen Verbrennungsmotor verfügen, aber elektrisch größere Strecken (>10 km) zurücklegen können. So genannte Plug-In-Hybride (PHEV) und Range-Extender (REEV). Hybridfahrzeuge, wie z.B. der Toyota Prius, fallen nicht unter diese Definition. Zur Unterscheidung siehe auch (BReg 2009).

### Neuzulassungen und Bestandsentwicklung

Der jüngst veröffentlichte "Global EV Outlook" der IEA (IEA 2013) zeigt für Ende 2012 einen Bestand von 180.000 Elektrofahrzeugen und ein Marktwachstum von 150 % gegenüber 2011 (Bestand Anfang 2012: 67.000). Dadurch wird deutlich, dass die Elektromobilität an Fahrt aufgenommen hat und weltweit betrachtet bereits eine beachtliche Anzahl an Fahrzeugen verkauft wurde. Andererseits muss man erkennen, dass ein weltweiter Anteil von gerade einmal unter 0,02% am Bestand und 0,14% an den Neuzulassungen noch keine Signifikanz erreicht hat. Im Vergleich dazu haben Hybridfahrzeuge, wie z.B. der Toyota Prius, weltweit bereits einen deutlich höheren Marktanteil von 1,4% an den Neuzulassungen.

Im Folgenden soll auf Basis von Daten nationaler Organisationen und Statistikämter, wie z.B. dem Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) in Deutschland, sowie eigenen Recherchen der Markt für Elektrofahrzeuge in Deutschland dargestellt und mit der internationalen Entwicklung verglichen werden. Zudem erfolgt insbesondere eine Analyse des Bestandes und der Neuzulassungen nach Herstellern bzw. Modellen, die zeigen soll, aus welchen Ländern die meisten Fahrzeuge stammen.

Vorausschicken möchten wir die Anmerkung, dass die Datenlage besser ist als man erwarten kann, aber dennoch erwartungsgemäß einige Lücken aufweist. Insbesondere eine Aufschlüsselung nach Modellen ist schwierig. Die dargestellten Ergebnisse sind nicht erschöpfend und beziehen sich lediglich auf öffentlich zugängliche Quellen. Die Vollständigkeit der Daten wird nicht garantiert. Bei unseren Arbeiten sind uns selbst bereits einige Diskrepanzen aufgefallen. Dennoch erscheint es sinnvoll und notwendig, die Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland statistisch genau zu verfolgen und mit dem internationalen Geschehen zu vergleichen.

Um die internationale Vergleichbarkeit zu wahren, werden im Folgenden nur elektrische Pkw betrachtet. Fahrzeuge wie der Renault Twizy oder auch das Toyota Minicab, die oftmals als Krafträder kategorisiert werden, werden allerdings hinzugezählt.

Tabelle 1 und Abbildung 1 stellen die Bestands- und Neuzulassungen in verschiedenen Ländern mit bereits relativ hohem Anteil an Elektrofahrzeugen seit 2010 dar. Deutlich wird dabei zweierlei:

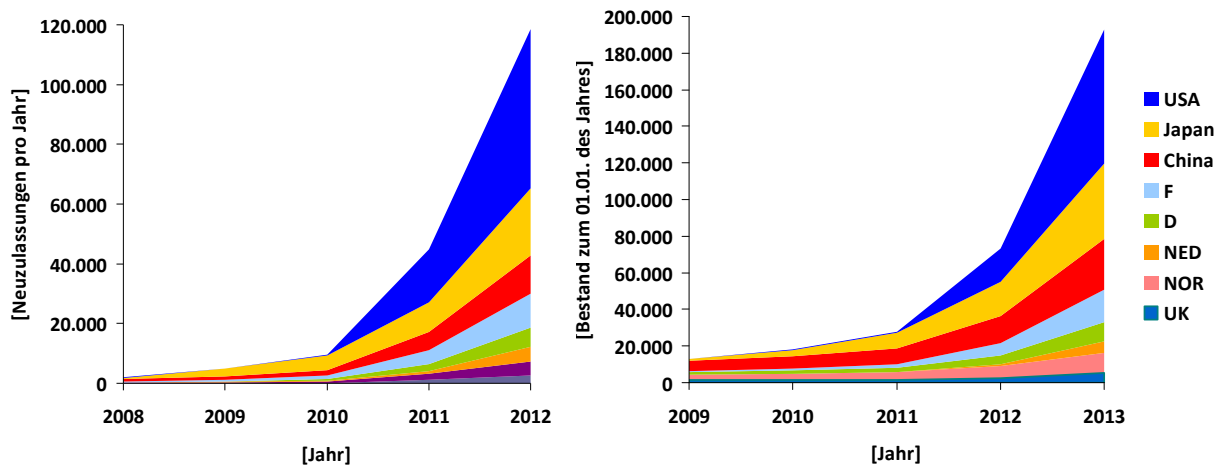
1. Die USA und Japan dominieren die absoluten Zulassungszahlen, jedoch erreichen kleinere Länder (bezogen auf den Fahrzeugabsatz) wie Norwegen oder die Niederlande Spitzenwerte beim prozentualen Anteil an Neuzulassungen und Bestand.
2. Es existieren regionale Unterschiede bei der Verteilung von BEV und PHEV. In den USA und auch den Niederlanden dominiert deutlich der Plug-In-Hybrid die Absatzzahlen. In Norwegen oder auch Frankreich dagegen spielen diese bisher nur eine untergeordnete Rolle.

Insgesamt ist zu erkennen, dass der Marktanteil im Bestand, mit Ausnahme von Norwegen, bei 0,02 – 0,07 % liegt. Die Recherchen haben ergeben, dass in den in Tabelle 1 genannten Ländern im Jahr 2011 knapp 45.000 und 2012 über 120.000 (PH)EV-Pkw neu zugelassen wurden. Der Gesamtbestand an (PH)EV-Pkw in diesen Ländern kann den Recherchen nach mit etwas mehr als 190.000 Fahrzeugen angesetzt werden. Der weltweite Bestand wird auf über 200.000 (PH)EV-Pkw geschätzt.

**Tabelle 1: Bestand und Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen seit 2010.**

Quellen: Kraftfahrt-Bundesamt Deutschland (KBA); Electric Drive Transportation Association (EDTA) USA; France Mobilité Électrique - AVERE France; Agentchap NL - Ministerie van Economische Zaken – Niederlande; Grønn Bil Norwegen; Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT) UK; Eigene Recherche diverser Internet-Seiten wie z.B. [www.hybridcars.com](http://www.hybridcars.com); [http://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_car\\_use\\_by\\_country](http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car_use_by_country)

	2012	2011	2010		2012	2011	2010
<b>China</b>				<b>NED</b>			
<b>Sales EV</b>	<b>12.791</b>	<b>6.192</b>	<b>1.905</b>	<b>Sales EV</b>	<b>5.093</b>	<b>819</b>	<b>395</b>
BEV	11.375	5.579	1.905	BEV	767	804	395
PHEV	1.416	613	0	PHEV	4.326	15	
Market Share	0,08%	0,04%	0,01%	Market Share	1,01%	0,15%	0,08%
<b>Stock EV</b>	<b>27.800</b>	<b>15.009</b>	<b>8.817</b>	<b>Stock EV</b>	<b>6.307</b>	<b>1.214</b>	<b>395</b>
BEV	25.787	14.396	8.817	BEV	1.966	1.199	395
PHEV	2.013	613		PHEV	4.341	15	0
Market Share	0,05%	0,03%	0,03%	Market Share	0,08%	0,01%	0,00%
<b>D</b>				<b>NOR</b>			
<b>Sales EV</b>	<b>6.209</b>	<b>2.420</b>	<b>541</b>	<b>Sales EV</b>	<b>4.525</b>	<b>2.116</b>	<b>564</b>
BEV	5.356	2.154	541	BEV	4.367	2.116	564
PHEV	853	266	0	PHEV	312		
Market Share	0,20%	0,08%	0,02%	Market Share	3,28%	1,53%	0,44%
<b>Stock EV</b>	<b>10.614</b>	<b>4.807</b>	<b>2.307</b>	<b>Stock EV</b>	<b>10.832</b>	<b>6.311</b>	<b>3.981</b>
BEV	9.514	4.541	2.307	BEV	10.520	6.311	3.981
PHEV	1.100	266	0	PHEV	312		
Market Share	0,02%	0,01%	0,01%	Market Share	0,46%	0,27%	0,17%
<b>F</b>				<b>UK</b>			
<b>Sales EV</b>	<b>11.409</b>	<b>4.531</b>	<b>980</b>	<b>Sales EV</b>	<b>2.757</b>	<b>1.082</b>	<b>27</b>
BEV	10.764	4.531	980	BEV	1.765	1.078	27
PHEV	645			PHEV	992	4	
Market Share	0,60%	0,21%	0,04%	Market Share	0,13%	0,06%	0,00%
<b>Stock EV</b>	<b>17.774</b>	<b>6.365</b>	<b>1.834</b>	<b>Stock EV</b>	<b>5.367</b>	<b>2.610</b>	<b>1.543</b>
BEV	17.129	6.365	1.834	BEV	4.371	2.606	1.543
PHEV	645	0		PHEV	996	4	0
Market Share	0,06%	0,02%	0,01%	Market Share	0,02%	0,01%	0,00%
<b>Japan</b>				<b>USA</b>			
<b>Sales EV</b>	<b>22.465</b>	<b>N.A</b>	<b>N.A</b>	<b>Sales EV</b>	<b>53.172</b>	<b>17.821</b>	<b>345</b>
BEV	15.937	N.A	N.A	BEV	14.587	10.150	19
PHEV	6.528	N.A	N.A	PHEV	40.585	7.671	326
Market Share	0,49%	0,00%	N.A	Market Share	0,36%	0,14%	0,00%
<b>Stock EV</b>	<b>40.967</b>	<b>18.502</b>	<b>N.A</b>	<b>Stock EV</b>	<b>73.388</b>	<b>18.216</b>	<b>395</b>
BEV	31.467	15.530	N.A	BEV	24.806	10.219	69
PHEV	9.500	2.972	N.A	PHEV	48.582	7.997	326
Market Share	0,07%	0,03%	N.A	Market Share	0,06%	0,01%	0,00%



**Abbildung 1: Entwicklung der Neuzulassungen (links) und Bestandszahlen (rechts) in ausgewählten Ländern seit 2008 bzw. 2009.**

Quellen: Kraftfahrt-Bundesamt Deutschland (KBA); Electric Drive Transportation Association (EDTA) USA; France Mobilité Électrique - AVERE France; Agentschap NL - Ministerie van Economische Zaken – Niederlande; Gronn Bil Norwegen; Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT) UK; Eigene Recherche diverser Internet-Seiten wie z.B. [www.hybridcars.com](http://www.hybridcars.com); [http://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_car\\_use\\_by\\_country](http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car_use_by_country) sowie eigene Schätzungen

### Verteilung der Modelle und Hersteller

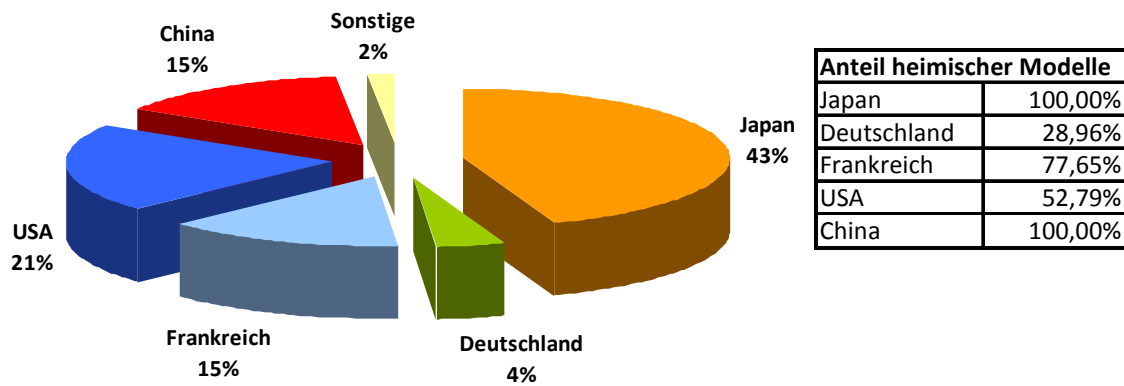
Welche Hersteller bzw. welche Automobilländer haben bisher die größten Marktanteile und wie steht die deutsche Automobilindustrie im internationalen Vergleich da? Exakte Zahlen zu den zugelassenen Modellen sind nur teilweise zugänglich. Oftmals werden in der Fahrzeugstatistik Modelle nicht nach Antriebsarten differenziert. Das gilt vor allem für Elektrofahrzeuge, die die Plattform von Verbrennerfahrzeugen nutzen, wie z.B. den Smart. Im Folgenden wird versucht, für verschiedene Länder die Marktanteile nach Elektrofahrzeug-Modellen aufzuschlüsseln.

Der chinesische Markt wird dabei jedoch außen vor gelassen, da dieser ausschließlich von chinesischen Unternehmen bedient wird. Zwar haben in den letzten Jahren internationale OEMs in Joint Ventures Fahrzeugmodelle angekündigt, die man zählen könnte, Absatzzahlen sind hieraus aber noch nicht zu vermelden.

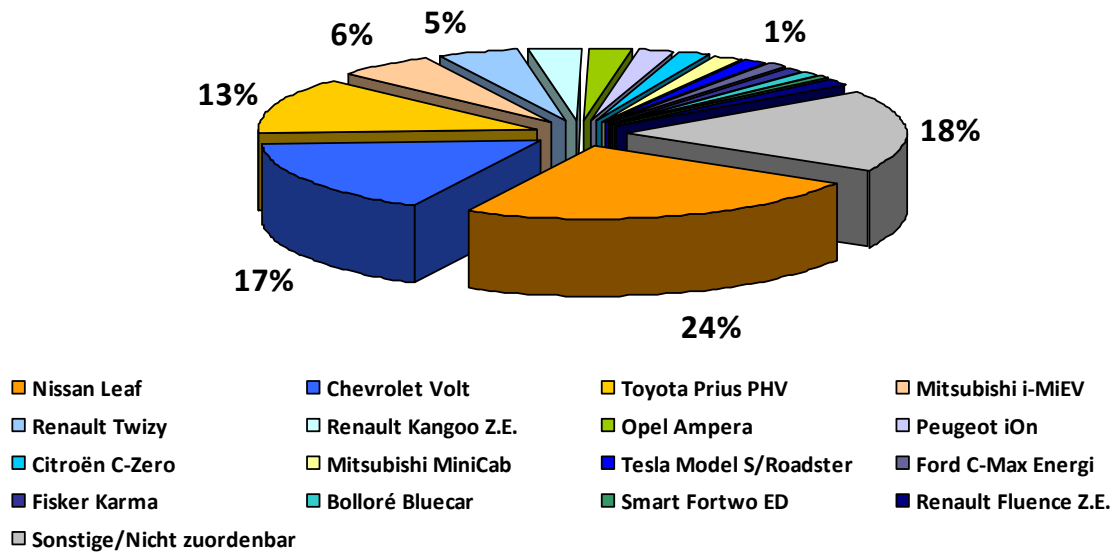
Betrachtet man den weltweiten Markt für Elektrofahrzeuge, so zeigt sich deutlich eine Dominanz japanischer und US-amerikanischer Hersteller und Modelle: Allen voran der Nissan Leaf und die PHEV-Modelle von Chevrolet (Volt) und Toyota (Prius Plug-In-Hybrid) (Vgl. Abbildung 2 A und B). Deutsche Modelle haben insgesamt einen vergleichsweise geringen Marktanteil, mit dem Opel Ampera<sup>2</sup> und dem Smart Fortwo ED im unteren einstelligen Prozentbereich. Dies liegt unter anderem an den späteren Markteinführungsplänen der deutschen OEMs. Die meisten Fahrzeuge sind vorwiegend in Demonstrations- und Testplattformen unterwegs. Auf die nationalen Absatzmärkte blickend lässt sich zudem feststellen, dass es wie erwartet in aller Regel eine Präferenz für die Modelle des jeweiligen Landes gibt. Dies ist sicherlich durch die Strategien der Markteinführung und politische Aktivitäten sowie durch die Präferenzen der regionalen Nutzer bedingt. In Deutschland sieht man den geringsten Anteil heimischer Modelle. Japan und China dagegen werden von den lokalen Automobilherstellern dominiert.

<sup>2</sup> Eigentlich ist der Opel Ampera das Gegenstück des Chevrolet Volt und wird in den USA produziert. Opel wird hierbei aber als deutscher OEM gezählt.

A



B



**Abbildung 2: Marktanteile einzelner Länder (A) und Fahrzeugmodelle (B) bei elektrischen Pkw.**

Quellen: Kraftfahrt-Bundesamt Deutschland (KBA); Electric Drive Transportation Association (EDTA) USA; France Mobilité Électrique - AVERE France; Agentschap NL - Ministerie van Economische Zaken – Niederlande; Gronn Bil Norwegen; Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT) UK; Eigene Recherche diverser Internet-Seiten wie z.B. [www.hybridcars.com](http://www.hybridcars.com); [http://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_car\\_use\\_by\\_country](http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car_use_by_country)

### 3. STROMVERBRAUCH DER ELEKTROMOBILITÄT IN DEUTSCHLAND

#### Marktentwicklung in Deutschland

Am 01.01.2012 waren in Deutschland laut Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) 4.541 rein elektrisch betriebene Pkw zugelassen. Das entspricht einem Marktanteil von <0,01 %. Wie bereits ein Artikel im Manager Magazin erläutert hat<sup>3</sup>, ist der Bestand an elektrischen Fahrzeugen in Deutschland jedoch deutlich größer. Zu den rein elektrischen Pkw kommen 266 PHEV/REEV<sup>4</sup>, 2.068 elektrische Krafträder, die nicht näher spezifiziert sind, sowie knapp 2.000 elektrische Lkw, Busse, Zugmaschinen und Sonstige. Dadurch ergibt sich ein höherer Bestand von knapp 8.880 Elektrofahrzeugen.

Im Laufe des Jahres 2012 wurden nach Angaben des KBA 2.956 neue BEV-Pkw zugelassen, sowie 853 PHEV/REEV-Pkw, 2.584 Krafträder sowie 957 Lkw und Busse, wovon der Großteil auf Lastkraftwagen unter 999 kg entfiel. Insbesondere auch der Renault Twizy, der den Krafträdern zugeordnet wird, hat mit ca. 2.400 Stück<sup>5</sup> zu diesem Wachstum beigetragen. Der Gesamtbestand wuchs dadurch auf geschätzte 15.850 Elektrofahrzeuge. Der Marktanteil bei den Pkw stieg somit auf 0,02% im Bestand und auf 0,2% bei den Neuzulassungen. Die Bestandszahlen entsprechen nach Angaben der IEA dem weltweiten Schnitt, die Neuzulassungen liegen etwas darüber. Eine Übersicht über Bestands- und Neuzulassungen in Deutschland der letzten Jahre liefert Tabelle 2.

**Tabelle 2: Bestand und Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen seit 2008 in Deutschland.**

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt Deutschland (KBA)

Bestand an Elektrofahrzeugen in Deutschland am 01.01 des Jahres						
	2013	2012	2011	2010	2009	2008
<i>Rein elektrische PkW</i>	7.114	4.541	2.307	1.588	1.452	1.436
<i>Plug-In-Hybrid Pkw</i>	1.119	266				
<i>Krafträder</i>	4.652	2.068	1.659	1.236		
<i>Lkw und Busse</i>	2.964	2.007	1.648	1.424		
<b>Summe</b>	<b>15.849</b>	<b>8.882</b>	<b>5.614</b>	<b>4.248</b>	<b>1.452</b>	<b>1.436</b>

Neuzulassungen an Elektrofahrzeugen in Deutschland					
	2012	2011	2010	2009	2008
<i>Rein elektrische PkW</i>	2.956	2.154	541	162	36
<i>Plug-In-Hybrid Pkw</i>	853	266			
<i>Krafträder</i>	2.584	409	423		
<i>Lkw und Busse</i>	957	359	224		
<b>Summe</b>	<b>7.350</b>	<b>3.188</b>	<b>1.188</b>	<b>162</b>	<b>36</b>

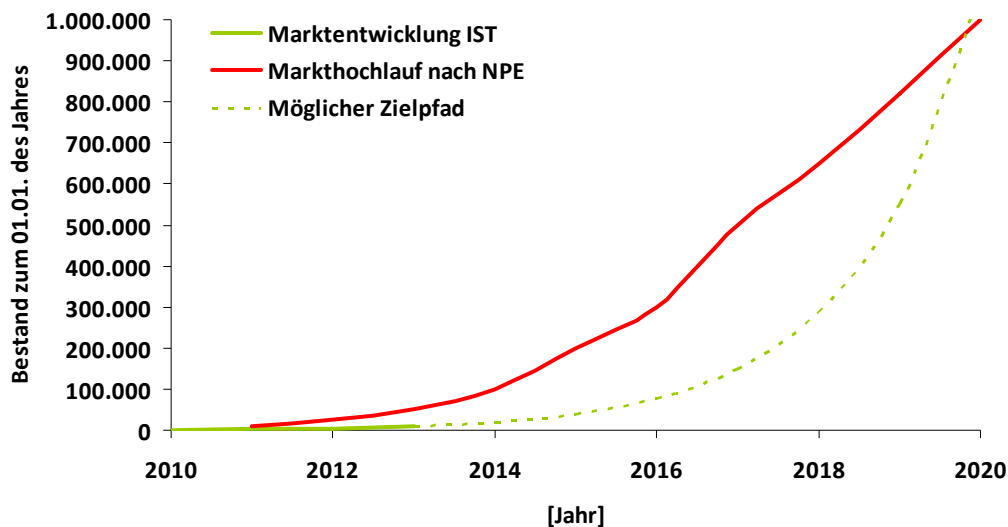
Vergleicht man diesen Stand der Dinge mit der Markthochlaufkurve der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE), die einen möglichen Zielpfad bis zum politischen Ziel von 1 Millionen Elektrofahrzeuge bis 2020 aufzeigt, so kann man erkennen, dass die Bestandszahlen heute noch deutlich unter diesem Pfad liegen (Abbildung 3). Das Marktwachstum (Bestand 2012/2013: +78%) der letzten Jahre muss in den nächsten Jahren noch gesteigert werden. Für die Zielerreichung ist eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von knapp 100% notwendig (Vergleiche gestrichelte Kurve in Abbildung 3).

<sup>3</sup> <http://www.manager-magazin.de/politik/deutschland/a-841317.html>

<sup>4</sup> Schätzungen gehen von zusätzlichen 50-100 H2-Brennstoffzellenfahrzeugen aus, die in den abgebildeten Zahlen nicht enthalten sind.

<sup>5</sup> Siehe <http://www.renault.com/fr/lists/archivesdocuments/ventes%20mensuelles%20-%20d%3%a9cembre%202012.xls>





**Abbildung 3: Marktentwicklung der Elektromobilität in Deutschland IST-Zustand gegenüber dem anvisierten Markthochlauf der Nationalen Plattform Elektromobilität.**

Quellen: Kraftfahrt-Bundesamt Deutschland (KBA); (NPE 2011).

### Annahmen zum Energieverbrauch des Elektrofahrzeugbestands in Deutschland

Um den Stromverbrauch der Elektrofahrzeuge in Deutschland zu bestimmen, gibt es mehrere mögliche Vorgehensweisen. Zum einen könnten die relevanten Daten durch Abfragen bei den entsprechenden Ladeinfrastrukturbetreibern ermittelt werden. Dies wäre aktuell noch mit sehr großem Aufwand verbunden, da noch keine standardisierten Prozesse implementiert sind und demnach auch keine Daten vorliegen. Daher erscheint eine Abschätzung auf Basis der Bestands- und Zulassungszahlen der zielführende Weg zu sein. Hierzu müssen allerdings vorab einige Annahmen zu Laufleistungen und dem elektrischem Verbrauch der Fahrzeuge getroffen werden.

#### Jahreslaufleistung

Für die Laufleistung von Elektrofahrzeugen werden Annahmen der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE 2011), eine Auswertung von spritmonitor.de sowie Daten von Flottentests in der Modellregion Bremen/Oldenburg gegenübergestellt und eigene Recherchen herangezogen. Im Rahmen der Flottentests wurden kontinuierlich Positions- und Leistungsdaten von Fahrzeugen verschiedenen Typs gesammelt. Um die Daten zielgerichtet auswerten zu können, wurden zunächst Nutzungsintervalle (Ladungen und Fahrten) ermittelt, die dann in weiteren Schritten verarbeitet werden können. Die auf diese Weise ermittelten jährlichen Laufleistungen (Durchschnitt über mehrere Fahrzeuge und einen Zeitraum von 12 Monaten) zeigt für verschiedene Fahrzeugtypen Tabelle 3.

**Tabelle 3: Laufleistungen von Elektrofahrzeugen im Zeitraum Juli 2012 bis Juni 2013.**

Quellen: Modellregion Bremen/Oldenburg

Fahrzeugmodell	Anzahl Fahrzeuge	Laufleistung pro Jahr (in km)	Minimal- und Maximalwerte
e-Wolf Delta-1	3	3.815	2.749 / 4.358
Mitsubishi i-Miev	5	2.985	1.071 / 6.086
mia	7	2.462	862 / 4.473
Think City	5	2.715	1.063 / 4.905

Die Fahrzeuge sind mehrheitlich in Firmenflotten integriert, bzw. werden überwiegend zu Demonstrationszwecken eingesetzt. Fahrzeuge, die tatsächlich wie normale Privatfahrzeuge genutzt werden, sind auch in der Betrachtung enthalten, machen jedoch nur einen kleinen Teil der Fahrzeugflotte aus.

Eine Auswertung der Online-Datenbank von [spritmonitor.de](http://spritmonitor.de) ergab für das Jahr 2012 überwiegend höhere Werte als die Flottentests in der Modellregion Bremen/Oldenburg<sup>6</sup>. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass in der Datenbank von [spritmonitor.de](http://spritmonitor.de) größtenteils keine Demonstrationsfahrzeuge enthalten sind, sondern privat sowie gewerblich genutzte Elektrofahrzeuge. Die Angaben in der Online-Datenbank liegen nicht für alle Fahrzeuge für das gesamte Jahr 2012 vor, da einige Fahrzeuge erst im Laufe des Jahres zugelassen worden sind. Für diese Fahrzeuge wurde eine Hochrechnung auf das gesamte Jahr vorgenommen. Anschließend wurden die Fahrzeuge nach Modellen zusammengefasst. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 4 abgebildet.

**Tabelle 4: Auswertung von [spritmonitor.de](http://spritmonitor.de) nach Laufleistungen von Elektrofahrzeugen.**

Quellen: [www.spritmonitor.de](http://www.spritmonitor.de)

Fahrzeugmodell	Anzahl der betrachteten Fahrzeuge	Laufleistung im Jahr 2012 (in km)	Minimal- und Maximalwerte
Citroen C-Zero	4	13.600	7.200 / 25.300
Peugeot iOn	2	9.800	5.300 / 14.400
Mitsubishi iMiEV	8	13.800	8.100 / 21.900
Nissan Leaf	2	12.900	9.600 / 16.200
Smart ForTwo eD	1	5.300	
Renault Fluence Z.E.	1	6.100	
Renault Kangoo Z.E.	1	12.900	
VW e-Golf	1	11.100	
Suzuki Splash (German E-Cars)	1	2.400	
Tesla Roadster	1	10.600	
Opel Ampera (elektrische Laufleistung)	5	10.600	5.100 / 16.200

Aufbauend auf den beschriebenen Auswertungen und unter Berücksichtigung der Annahmen der NPE werden im Folgenden, insbesondere auch mit Hinblick auf eine zukünftige Adaption hin zu gewöhnlichen Nutzungsprofilen, folgende Annahmen getroffen: Für gewerbliche BEV-Nutzer, die den größten Anteil darstellen, wird eine tägliche Fahrleistung in Höhe von 50 km an 300 Tagen im Jahr (= 15.000 km/a) angesetzt. Abweichend hierzu nutzen private Kunden das Fahrzeug im Schnitt 40 km pro Tag an 250 Tagen (= 10.000 km). Für PHEV bzw. REEV-Pkw wird eine (rein elektrische) Jahreslaufleistung von 10.000 km (privat) bzw. 12.000 km (gewerblich) angesetzt. Das entspricht einer Fahrleistung bei gewerblich genutzten Fahrzeugen von rund 40 km an 300 Tagen (= 12.000 km/a) und bei privat genutzten Fahrzeugen von 40 km an 250 Tagen (= 10.000 km/a).

Diese Annahmen liegen im Bereich mehrerer Studien: Während Nitsch u.a. 2012 für Pkw eine Jahreslaufleistung von 30.000 km ansetzen, ist in Schlesinger u.a. 2010 für das Jahr 2020 eine Laufleistung von ca. 12.500 km angesetzt. Nach MiD 2008 legt eine durchschnittliche Person in Deutschland pro Tag 39 km zurück. Bezogen auf ein Jahr sind dies ca. 14.200 km. Eine Studie von WWF (2009) geht jedoch lediglich von 4.700 km/a bei Elektrofahrzeugen aus.

Für LKW und Busse gestaltete sich die Recherche schwieriger, da für diesen Bereich weniger aussagekräftige Daten zur Verfügung stehen. Nach Angaben von Elektro-Lkw-Angeboten verschiedener Hersteller kann eine tägliche Laufleistung von 100 bis 140 km

<sup>6</sup> Für die Auswertung wurde das Jahr 2012 gewählt, da dort die größte Anzahl an Fahrzeugen zur Verfügung stand.

angesetzt werden. Für die folgenden Abschätzungen wird eine Jahreslaufleistung für Lkw und Busse in Höhe von 40.000 bis 50.000 km angesetzt.

### Stromverbrauch

Um Aussagen über den Stromverbrauch von Elektrofahrzeugen in Deutschland treffen zu können, wurden einerseits wieder Teile der Daten aus den Flottenversuchen der Modellregion Bremen/Oldenburg ausgewertet und ergänzend dazu eine Recherche zu typischen Verbrauchswerten einer größeren Anzahl von weiteren Fahrzeugtypen durchgeführt. Tabelle 5 fasst die Ergebnisse der Recherche für Elektro-Pkw zusammen.

**Tabelle 5: Typische Verbrauchswerte Elektrofahrzeuge (größtenteils Pkw).**

Quellen: ADAC 2013, spritmonitor.de, Auto Motor und Sport, Nissan.de, wattgehtab.com, wikipedia.org

Modell / Verbrauch (in kWh/100km)	Annahme	Herstellerangaben	ADAC-Angaben Eco-Test				ø Angaben Spritmonitor	Weitere Quellen
			innerorts	außerorts	Autobahn	Gesamt		
Peugeot iOn	14,5	13,50	11,30	15,03	24,64	16,94	16,78	
Mitsubishi i-MiEV	14,5	13,50	11,30	15,03	25,70	17,70	14,65	
Nissan Leaf	17,25	17,30	17,05	17,38	24,81	20,39	17,25	
Citroen C-Zero	14,5	13,50					15,09	
Daimler E-Cell	20	20,00						19,00
Mercedes Vito E-Cell	25	25,20						
Smart ForTwo eD	15	15,10	13,42	14,57	19,05	15,62	16,39	
Renault Fluence Z.E.	20	14,00	18,00	21,90	37,10	25,70	21,73	
Renault Kangoo Z.E.	22	20,00	14,60	20,30	34,70	23,50	25,20	
BMW ActiveE	16	14,00						
BMW Mini E		15,00						
Tesla Roadster	15	12,70					17,55	
Mia electric	13	8,00						15,20
Think City	18	15						19
VW e-Golf	18						18,09	
Chevrolet Volt	20	16,90						22,40
Opel Ampera	20						21,25	16,90

Anhand der Datenbasis aus den durchgeführten Flottenversuchen wurden die Daten von 5 Fahrzeugen des Typs Think City aus insgesamt ca. 6.000 Fahrt- und Ladeintervallen ausgewertet (Daten aus 2012). Aufgrund der Verfügbarkeit von Daten sowohl aus Fahrt- als auch aus Ladeintervallen bietet sich die Möglichkeit, den Energieverbrauch sowohl auf Basis des Verbrauchs während der Fahrt als auch auf Basis der geladenen Energie zu berechnen. Für diese beiden Varianten ergeben sich sehr unterschiedliche Werte. Bezieht man nur den Energieverbrauch mit ein, der während der Fahrt auftritt, erhält man hiermit einen durchschnittlichen Verbrauch von ca. 16 kWh pro 100 km. Im Gegensatz dazu ergibt sich auf Basis der geladenen Energie ein Verbrauch von ca. 19 kWh pro 100 km. Dies ist vermutlich auf den speziellen Akkumulatortyp dieses Fahrzeugtyps (Zebra-Batterie) zurückzuführen. Hierbei muss der Akkumulator bei einer Innentemperatur von ca. 280 °C betrieben werden, was selbst beim Stillstand des Fahrzeugs einen entsprechenden Energieverbrauch verursacht. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die spezielle Technologie der Zebra-Batterien einige Eigenheiten aufweist, die bei den Serienfahrzeugen mit Lithium-Ionen-Batterien so nicht auftreten. Daher sind die Ergebnisse nicht ohne weiteres auf aktuelle und zukünftige Elektrofahrzeuge übertragbar.

Die Auswertungen zu den Verbrauchsdaten zeigen, dass ein Umdenken bei den Auswahlkriterien und der Nutzweise des Fahrzeugs erforderlich ist. So ist festzuhalten, dass Herausforderungen in Bereichen bestehen, die für konventionelle Fahrzeuge aufgrund der Abwärme beim Verbrennungsprozess eher unproblematisch sind, wie z.B. die Saisonabhängigkeit des Verbrauchs insbesondere durch die Beheizung der Fahrgastzelle.

In Tabelle 6 sind die abgeleiteten Annahmen zusammengestellt. Der Anteil von gewerblichen und privaten Nutzern wurde abgeschätzt und anhand der Angaben des KBA und der NPE (NPE 2011) plausibilisiert.

Pro Kategorie wurde ein Durchschnittsverbrauchswert gebildet. Dieser wurde ermittelt, indem der Schätzwert für den typischen Verbrauch der jeweiligen Modelle mit der Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge des Modells gewichtet wurde. Für sonstige Pkw, d.h. nicht näher in der Statistik spezifizierte Modelle, wurde ein durchschnittlicher Verbrauchswert von 18 kWh/100km angenommen.

**Tabelle 6: Annahmen zum Energieverbrauch von Elektrofahrzeugen (für die Jahre 2011 und 2012).**

	Verbrauch	Laufleistung (elektrisch)		Anteile	
		Gewerblich	Privat	Gewerblich	Privat
BEV	17 kWh/100 km	15.000 km/a	10.000 km/a	90%	10%
PHEV	20 kWh/100 km	12.000 km/a	10.000 km/a	80%	20%
Krafträder (v.a. Twizy)	5-8 kWh/100 km	5.000 km/a	2.500 km/a	50%	50%
NFZ/Lkw und Busse	50-150 kWh/100 km	40.000 – 50.000 km/a		100%	
Zugmaschinen/Sonstige	200 kWh/100 km	5.000 – 10.000 km/a		100%	

### Berechnungen zum Stromverbrauch des Elektrofahrzeugbestands in Deutschland

Basierend auf den getroffenen Annahmen wurde der Stromverbrauch des Elektrofahrzeugbestands im Straßenverkehr für Deutschland berechnet. Demnach haben der Bestand und die neu zugelassenen Fahrzeuge im Jahr 2011 einen geschätzten Stromverbrauch von insgesamt knapp 67 GWh. Den größten Anteil mit knapp 90% haben elektrisch betriebene Lkw, Busse und Sonstige. Der Pkw-Verkehr kommt nur auf knapp 8,8 GWh. Der Stromverbrauch 2012 stieg geschätzt um knapp 20 GWh auf 87 GWh. Ca. 1/3 des Wachstums davon ist den Elektro-Pkw zuzurechnen (+7 GWh), den Großteil tragen Elektro-Lkw (+13 GWh) bei.

Eine Prognose des Stromverbrauchs für das Jahr 2020 auf Basis der oben beschriebenen Annahmen zum Energieverbrauch und der Markthochlaufkurve der NPE (NPE 2011) ergibt einen Wert von knapp 3,24 TWh. Etwa die Hälfte davon verbrauchen dann Elektro-Pkw. Für 2020 wurde von einem höheren Anteil privater Pkw von 40% ausgegangen. Ein großer Teil des Stromverbrauchs entfällt aber auch weiterhin auf den Bereich der Nutzfahrzeuge. Nitsch u.a. 2012 kommen aufgrund der hohen angesetzten Laufleistung von Elektro-Pkw auf einen Stromverbrauch von 8,6 TWh. Bei einer vergleichbaren Fahrzeugmenge im Jahr 2020 würde eine Studie des WWF (2009) auf einen Stromverbrauch von ca. 1 TWh kommen.

Legt man den Bruttostromverbrauch der BMU-Leitstudie (Nitsch u. a. 2012) von 573 TWh für das Jahr 2020 zu Grunde, ergibt sich ein Anteil der Elektromobilität von 0,6%. Auch wenn prognostiziert wird, dass das Ziel für den Anteil erneuerbarer Energien im Jahr 2020 übererfüllt wird, die BMU-Leitstudie (Nitsch u. a. 2012) sieht 41% als möglich an, und die

Elektromobilität davon nur 1,5% verbrauchen würde, muss dafür gesorgt werden, dass zukünftig zusätzliche Erzeugungskapazitäten für erneuerbare Energien für die Elektromobilität aufgebaut werden.

Die Ergebnisse weisen eine hohe Sensitivität hinsichtlich des angenommenen spezifischen Verbrauchs der Fahrzeugkategorien und der Laufleistung auf. Eine solide Datenbasis ist also essentiell, um diese erste grobe Schätzung exakter validieren zu können. Dazu wären zum Beispiel Daten aus den abgeschlossenen und laufenden Demonstrationsprojekten hilfreich, wie die Berechnungen aus der Modellregion Oldenburg/Bremen im Folgenden zeigen. Diese sind möglicherweise nicht repräsentativ, zeigen aber bereits, wie wichtig eine genaue Datenbasis ist und dass entsprechend geeignete Daten innerhalb der Demonstrationsvorhaben bereits vorhanden sind.

#### 4. ENERGIEEFFIZIENZ DER ELEKTROMOBILITÄT

Ein Grund für die starke Förderung der Elektromobilität in Deutschland ist ihr Potential, die Erreichung von Klimaschutzziele zu unterstützen, lokale Schadstoffemissionen zu reduzieren und vor allem auch begrenzte und zukünftig immer wertvollere Energieressourcen einzusparen (BReg 2009). Während Fahrzeuge auf Basis konventioneller Antriebe zwingend auf bestimmte Energieträger, z.B. Benzin oder Diesel angewiesen sind, ist es durch die Elektromobilität möglich, Energiegewinnung und Energieverbrauch zu entkoppeln. Damit wird die Möglichkeit gegeben, Mobilität unabhängig von spezifischen Energieträgern sicherzustellen.

Zusätzlich sind Elektromotoren in der Lage, die Energieumwandlung aufgrund ihres hohen Wirkungsgrades deutlich effizienter umzusetzen als heutige Verbrennungsmotoren dies können. Natürlich ist ein direkter Vergleich wegen der Unterschiedlichkeit der Antriebstechnologien und der Unterschiede in den Verbrauchsmustern nicht einfach. So sind bei solchen Vergleichen einige Parameter zu berücksichtigen, die bei konventionellen Effizienzvergleichen leicht übersehen werden können.

Zum Einen ist dies die Verarbeitungskette der Energieumwandlung, die im Falle des Elektroantriebs teilweise außerhalb des eigentlichen Fahrzeugs stattfindet, nämlich die Umwandlung des Energierohstoffs in Nutzenergie, die im Fahrzeug in Bewegung umgesetzt wird. Im Gegensatz dazu findet beim Verbrennungsmotor ein viel größerer Teil der Umwandlung direkt im Fahrzeug statt. So sind viele Studien (vergleiche z.B. Edwards, Larivé, & Beziat (2011)) und auch zum Beispiel der ECO-Test des ADAC (2013) bereits dazu übergegangen, eine sogenannte *Well-To-Wheel* (WTW) Betrachtung durchzuführen. Das heißt, die gesamte Kette der Rohstoffgewinnung bis hin zur Erzeugung der letztendlichen Bewegungsenergie im Fahrzeug wird in die Betrachtung mit einbezogen. Natürlich ist es trotzdem möglich Vergleiche auf Basis der direkten Verbrauchswerte durchzuführen, d.h. unter Vernachlässigung der Vorkette der Energieerzeugung (*Tank-To-Wheel* (TTW)-Ansatz), z.B. um die Komplexität der Berechnung zu reduzieren.

Ein weiterer Punkt in dem sich die beiden Antriebsarten deutlich unterscheiden, ist die Beheizung der Fahrgastzelle bei kalten Temperaturen. Während durch den Verbrennungsprozess in der Regel genug Abwärme zur Verfügung steht, um den Fahrzeuginnenraum zu beheizen, ist dies beim Elektrofahrzeug nicht der Fall. Hier muss durch zusätzlichen Energieaufwand Wärme erzeugt werden, damit Scheiben nicht beschlagen, bzw. vereisen und Fahrgäste nicht frieren.

Die vorliegende Betrachtung soll einen Vergleich der Verbrauchswerte auf Basis einer TTW-Betrachtung liefern, der aufzeigen soll, welche Einsparungen mit einer Elektrofahrzeugflotte

unter den im vorhergehenden Abschnitt getroffenen Annahmen zu durchschnittlichen Verbrauchswerten mit vergleichbaren konventionellen Fahrzeugen möglich sein könnten bzw. welche Tendenz zu erwarten ist.

Das Verbrauchsverhalten von konventionellen Fahrzeugen wird zumeist als Kraftstoffmenge bezogen auf eine Referenzstrecke angegeben, z.B. in Liter pro 100 km (l/100 km). Dieser Wert ist schwer vergleichbar, da Elektrofahrzeuge (BEV) keinen Kraftstoff umwandeln sondern elektrische Energie, angegeben z.B. in Wattsekunden (Ws) oder Joule (J). Um dennoch eine Vergleichbarkeit herzustellen, wählen wir den Ansatz der Umrechnung über den Heizwert der Energieträger. Wir erhalten für Benzin einen Umrechnungsfaktor von 8,5 kWh pro Liter und für Diesel einen Faktor von 9,8 kWh pro Liter. Aufgrund der besonderen Ausrichtung der BEV für die Anforderungen des urbanen Verkehrsraums wurde dem Vergleich der ermittelte Verbrauch nach dem Nutzungsprofil „innerorts“ zugrunde gelegt.

Nimmt man für das Jahr 2020 einen Benzinverbrauch von 6 Liter/100km (innerorts) für ein typisches konventionelles Fahrzeug und von 15 kWh/100km für ein typisches Elektrofahrzeug an, so lassen sich mögliche Einsparungen sehr einfach abschätzen.

Setzt man die für das BEV angesetzten Verbrauchswerte ins Verhältnis mit den für das Referenzfahrzeug berechneten Zahlen, so erhält man auf den ersten Blick den Eindruck, dass das durch das Elektrofahrzeug bereitgestellte Mobilitätsangebot deutlich effizienter ist als das des konventionellen Fahrzeugs. Wenn bereits bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf die Straße kommen und das Mobilitätsangebot von einer Million konventioneller Fahrzeuge ersetzen würden, ergäben sich bei den genannten Verbrauchswerten und einer jährlichen Fahrleistung von ca. 10.000 km Einsparungen von ca. 600 Mio. Litern Ottokraftstoff und 3.600 GWh Endenergie pro Jahr. Bezogen auf den Energieverbrauch an Ottokraftstoff im Straßenverkehr im Jahr 2010 von ca. 228.000 GWh (ifeu 2012) und den Kraftstoffverbrauch im Jahr 2010 von 28.600 Mio. Litern Ottokraftstoff (UBA 2012) wären die Einsparungen jedoch noch marginal.

Diese Abschätzungen gelten natürlich nur unter der Prämisse, gute Wirkungsgrade entlang der gesamten Kette der Energieerzeugung zu haben, z.B. durch effiziente, nachhaltige Kraftwerke, geringe Transportverluste durch regionale Produktion und einen effizienten Übertragungsprozess zum Fahrzeugakkumulator. Dass diese Schritte teilweise noch Chancen für weitere Optimierungen bieten, soll an dieser Stelle jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, welches Potential in der Elektromobilität allein durch die Entkopplung von Rohenergieträger und Energienutzung steckt.

Auch in diesem Abschnitt weisen die Ergebnisse eine hohe Sensitivität hinsichtlich des angenommenen spezifischen Verbrauchs und der Laufleistung auf. Zudem ist ein detaillierter Effizienzvergleich (Antriebsarten, Anwendungen u.ä.) notwendig, der mit Hilfe der Vielzahl an Demonstrationsprojekten und deren Datenbasis möglich wäre.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Zum Gelingen der Energiewende Deutschlands und für die Erreichung der Klimaschutzziele muss auch der Verkehrssektor seinen Beitrag leisten. Insbesondere die Elektromobilität wird hierbei als eine mögliche Option gesehen. Die deutsche Bundesregierung hat sich deshalb das Ziel gesetzt, zum Leitmarkt zu werden und bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf die Straßen zu bringen. Ob Deutschland auf Kurs ist und wie das Automobilland im internationalen Vergleich da steht, soll dieser wissenschaftliche Beitrag aufzeigen. Während in der öffentlichen Debatte zumeist nur die Anzahl der Elektro-Pkw im Fokus stehen, konnte mit diesem Beitrag zunächst aufgezeigt werden, dass heute bereits unter anderem auch Nutzfahrzeuge und Krafträder eine Rolle für die Elektromobilität spielen. Nach den Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) belief sich zu Beginn dieses Jahres die Zahl der Elektrofahrzeuge auf insgesamt 15.849. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Bestand damit um etwa 78 Prozent gestiegen; verglichen mit Anfang 2011 beträgt der Zuwachs deutliche 180 Prozent. Im Vergleich mit der Markthochlaufkurve der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE), die einen möglichen Zielpfad bis zum politischen Ziel von 1 Millionen Elektrofahrzeuge bis 2020 aufzeigt, kann man erkennen, dass die Bestandszahlen heute noch deutlich unter diesem Pfad liegen. Das Marktwachstum der letzten Jahre muss in den nächsten Jahren noch gesteigert werden. Für die Zielerreichung ist eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von knapp 100% notwendig.

International wird der Markt bislang klar von den USA sowie Japan dominiert. Sowohl was die absolute Marktgröße angeht als auch was die Marktanteile lokaler Hersteller und Modelle anbelangt haben die beiden Länder den größten Anteil am Elektrofahrzeugbestand von knapp 200.000 und dem Wachstum der Neuzulassungen um 150%. Norwegen und die Niederlande dagegen erzielen bei den prozentualen Anteilen Spitzenwerte.

Elektromobilität ist vor dem Hintergrund der Reduktion der Treibhausgasemissionen nur sinnvoll, wenn der Strombedarf durch die Nutzung zusätzlicher erneuerbarer Energien gedeckt wird. Steigerungsbedarf gibt es also nicht nur bei den Zulassungszahlen, sondern auch bei der regenerativen Stromerzeugung. Vor zwei Jahren haben Elektrofahrzeuge insgesamt knapp 67 GWh Strom verbraucht – so viel wie ungefähr 20.000 deutsche Durchschnittshaushalte. Im Jahr 2012 waren es bereits knapp 87 GWh. Für 2020 könnte der Stromverbrauch im Verkehr auf rund 3,24 TWh ansteigen, sofern bis dahin tatsächlich eine Million Elektro-Autos zugelassen sein werden. Gemessen am gesamten Stromverbrauch, der für das Jahr 2020 erwartet wird (573 TWh), ist der Anteil der Elektromobilität zwar sehr gering (0,6 Prozent). Für die weitere Zukunft jedoch müsste die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien konsequent weiter ausgebaut werden. Auf den ersten Blick lassen sich mit Elektrofahrzeugen deutliche Effizienzsteigerungen gegenüber konventionellen Fahrzeugen realisieren. Wenn bereits bis zum Jahr 2020 eine Millionen Elektrofahrzeuge das Mobilitätsangebot von einer Million konventioneller Fahrzeuge ersetzen würden, ließen sich ca. 600 Mio. Litern Ottokraftstoff und 3.600 GWh Endenergie pro Jahr einsparen. Bezogen auf den Energie- und Kraftstoffverbrauch an Ottokraftstoff wären die Einsparungen jedoch noch marginal.

Die Ergebnisse dieser Kurzstudie weisen eine hohe Sensitivität hinsichtlich der Annahmen auf. Eine solide Datenbasis ist also essentiell, um diese erste grobe Schätzung exakter validieren zu können. Dazu wären zum Beispiel Daten aus den abgeschlossenen und laufenden Demonstrationsprojekten hilfreich, wie die ersten Berechnungen mit Daten aus der Modellregion Oldenburg/Bremen gezeigt haben. Diese sind zwar noch nicht repräsentativ, zeigen aber bereits, wie wichtig eine genaue Datenbasis ist und dass entsprechend geeignete Daten innerhalb der Demonstrationsvorhaben bereits vorhanden sind.

## DANKSAGUNG

Einige der in dieser Kurzstudie genutzten Daten wurden im Rahmen des Projektes NeMoLand - IKT<sup>7</sup> erhoben. Das Projekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) gefördert (Förderkennzeichen 03ME0400G). Die Programmkoordination verantwortet die NOW GmbH. Die Autoren bedanken sich für diese Unterstützung.

## LITERATUR

ADAC 2013. Website ADAC EcoTest 2012. Internet: <http://www.adac.de/infotestrat/tests/eco-test/> (Abgerufen am 18. 07 2013).

BReg 2009. Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Berlin.

Edwards, R., Larivé, J.-F., & Beziat, J.-C. 2011. Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive and Powertrains in the European Context. (I. f. European Commission JRC, Hrsg.) Ispra, Italien

IEA 2013. Global EV Outlook, International Energy Agency (IEA). Internet: [http://www.iea.org/publications/globalevoutlook\\_2013.pdf](http://www.iea.org/publications/globalevoutlook_2013.pdf) (Abgerufen am 18. 06 2013).

ifeu 2012. Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMODO, Version 5.3) für die Emissionsberichtserstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011). Endbericht, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Heidelberg.

MiD 2008. Mobilität in Deutschland 2008 - Ergebnisbericht. Studie von infrac und DLR im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

Nitsch, J. u. a. 2012. Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. BMU, Berlin.

NPE 2011. Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität. Nationale Plattform Elektromobilität, Berlin.

Schlesinger u.a. 2010. Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studie der Prognos AG, EWI und GWS im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.

UBA 2012. Daten zur Umwelt - Kraftstoffverbrauch. Umweltbundesamt, Internet: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2330> (Abgerufen am 18. 07 2013).

WWF, 2009. Modell Deutschland - Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken. Studie von Prognos AG und Öko-Institut im Auftrag des WWF Deutschland.

---

<sup>7</sup> Weitere Informationen stehen auf der Website zur Verfügung:  
<http://robotik.dfki-bremen.de/de/forschung/projekte/ikt.html>