

# ELEKTROMOBILITÄT IN ÖSTERREICH SZENARIO 2020 UND 2050

Friedrich Pötscher  
Ralf Winter  
Günther Lichtblau

**Projektleitung**

Günther Lichtblau

**AutorInnen**

Friedrich Pötscher

Ralf Winter

Günther Lichtblau

**Lektorat**

Maria Deweis

**Satz/Layout**

Ute Kutschera

**Umschlagphoto**

© DDP\AFP[2008]

Diese Publikation wurde vom Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien,  
im Auftrag des Verbund erstellt.

**Gender-Klausel**

Aus Gründen der Textökonomie werden in der vorliegenden Arbeit weibliche Formen nicht explizit angeführt. An dieser Stelle wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich alle personenbezogenen Formulierungen grundsätzlich gleichermaßen auf Frauen und Männer beziehen.

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Eigenvervielfältigung

*Gedruckt auf CO<sub>2</sub>-neutralem 100 % Recyclingpapier.*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2010

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-058-4

## INHALT

	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>RANDBEDINGUNGEN EINES OPTIMISTISCHEN SZENARIOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>FAHRZEUGVERFÜGBARKEIT UND KOSTEN.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>FAHRZEUGANGEBOT IN ÖSTERREICH .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>SUBSTITUIERBARKEIT VON KONVENTIONELL ANGETRIEBENEN FAHRZEUGEN .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>NACHFRAGE .....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>SZENARIO ZUR ENTWICKLUNG DER ELEKTROMOBILITÄT BIS 2020.....</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>SZENARIO ZUR ENTWICKLUNG DER ELEKTROMOBILITÄT BIS 2050.....</b>	<b>30</b>
<b>9</b>	<b>TREIBHAUSGASEMISSIONEN &amp; -REDUKTION BIS ZUM JAHR 2050.....</b>	<b>36</b>
<b>10</b>	<b>AUSWIRKUNGEN DER ELEKTROMOBILITÄT IM VERGLEICH ZU ANDEREN MASSNAHMEN.....</b>	<b>38</b>
<b>11</b>	<b>VERBRAUCH VON ELEKTRISCHER ENERGIE DURCH DIE EINFÜHRUNG VON ELEKTROMOBILITÄT.....</b>	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>41</b>



## ZUSAMMENFASSUNG

Der Verkehrssektor trug 2008 26 % zu den Treibhausgasemissionen in Österreich bei (UMWELTBUNDESAMT 2010). Seit dem Jahr 1990 sind die Treibhausgasemissionen dieses Sektors um über 60 % angestiegen. Diese Entwicklung steht in deutlichem Gegensatz zu relevanten umweltpolitischen Zielsetzungen. Neben der verstärkten Verlagerung der Verkehrsleistung auf den öffentlichen Verkehr ist der forcierte Einsatz von alternativen Antriebstechnologien bei Pkw, insbesondere als CO<sub>2</sub>-freies Mobilitätskonzept, von großer Bedeutung. Dabei gelten Elektrofahrzeuge als nachhaltige Zukunftstechnologie mit dem größten Potenzial.

Entscheidende Umweltvorteile können Elektrofahrzeuge insbesondere in Kombination mit Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen erzielen. Durch die deutlich höhere Effizienz von Elektrofahrzeugen wird weniger Energie benötigt als bei Fahrzeugen mit konventionellen Antrieben. Da vor Ort bei einem Elektrofahrzeug keine Luftschadstoff-Emissionen entstehen und im Vergleich zu konventionellen Antrieben weniger Geräusche emittiert werden, ist es besonders für den Einsatz im Stadtgebiet prädestiniert.

Für Stakeholder wie z. B. Fahrzeughersteller oder die Elektrizitätswirtschaft stellt sich aktuell die Frage, wie sich der Flottenanteil von reinen Elektrofahrzeugen (EV) sowie Plug-in Hybridfahrzeugen (PHEV) in Zukunft entwickeln wird. Eine solide Einschätzung der Entwicklung des Marktes unter bestimmten Rahmenbedingungen ist für die Planung der zukünftigen Infrastruktur und der Kapazitäten für die Elektrizitätswirtschaft unerlässlich. Der vorliegende Bericht stellt eine ausführliche Analyse des erreichbaren Potenzials von Elektrofahrzeugen bis zum Jahr 2020 sowie bis 2050 dar.

Die betrachteten Szenarien orientieren sich an idealen politischen/wirtschaftlichen/technischen Bedingungen zur Einführung und Entwicklung einer Elektromobilität in Österreich. Es wird davon ausgegangen, dass alle beteiligten Stakeholder das gemeinsame Ziel einer flächendeckenden Elektromobilität anstreben. Bei Zugrundelegung solcher optimistischer Randbedingungen kann der Flottenbestand an Elektrofahrzeugen – dieser beinhaltet rein elektrisch betriebene Pkw sowie Plug-in Hybrid-Pkw – auf ungefähr 210.000 Fahrzeuge anwachsen, was im Jahr 2020 knapp 4 % der österreichischen Gesamtflotte entspricht. Der Anteil der Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen kann bis dahin auf etwa 17 % anwachsen. Bis zum Jahr 2020 wurde im Zuge dieser Studie eine umfassende Angebots-Nachfrageanalyse erarbeitet, wobei in der ersten Hälfte des kommenden Jahrzehnts vor allem das mangelnde Angebot an Elektrofahrzeugen einen Hemmschuh für die Entwicklung der Elektromobilität darstellen wird.

Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>projizierter Bestand an Elektrofahrzeugen (EV &amp; PHEV)</b>	<b>365</b>	<b>1.392</b>	<b>3.157</b>	<b>5.831</b>	<b>9.426</b>	<b>20.761</b>	<b>38.224</b>	<b>66.022</b>	<b>104.100</b>	<b>152.874</b>	<b>209.333</b>
Anteil von Elektrofahrzeugen (EV & PHEV) am Fahrzeuggesamtbestand	0,01 %	0,03 %	0,07 %	0,12 %	0,19 %	0,41 %	0,75 %	1,28 %	1,99 %	2,89 %	3,91 %
<b>tatsächliche Zulassungen pro Jahr EV &amp; PHEV</b>	<b>365</b>	<b>1.027</b>	<b>1.765</b>	<b>2.673</b>	<b>3.595</b>	<b>11.335</b>	<b>17.463</b>	<b>27.797</b>	<b>38.079</b>	<b>48.773</b>	<b>56.459</b>
Anteil von Elektrofahrzeugen (EV & PHEV) an den Neuzulassungen	0,12 %	0,34 %	0,57 %	0,86 %	1,14 %	3,55 %	5,40 %	8,49 %	11,50 %	14,55 %	16,65 %

Die Erstellung von robusten Szenarien bis zum Jahr 2050 unterliegt entsprechend höheren Unsicherheiten, da es einerseits schwierig ist, die Entwicklung des Fahrzeugmarktes auf eine derartig lange Periode hin abzuschätzen, andererseits sind die technischen Fortschritte in diesem Bereich über einen Zeitraum von über 40 Jahren schwer vorherzusehen.

Auf politischer Seite ist davon auszugehen, dass die weltweiten Anstrengungen zur Minimierung des Klimawandels steigen werden. Da bei einer Nicht-Erreichung des „2 °C-Zieles“ (maximaler mittlerer weltweiter Temperaturanstieg von 2 °C bezogen auf die vorindustrielle Zeit) mit katastrophalen Folgen des Klimawandels zu rechnen ist, werden Absenkungen der anthropogenen Treibhausgasemissionen der industrialisierten Staaten bis 2050 um 80 bis 95 % als notwendig erachtet. Dies bedeutet wiederum, dass der Verkehrssektor – und dabei vor allem der Personenverkehr – bis zum Jahr 2050 weitgehend frei von CO<sub>2</sub>-Emissionen sein wird müssen.

Die Einführung der Elektromobilität ist im Verkehrssektor als aussichtsreichste technologische Entwicklung zur Senkung des Energieeinsatzes und der Treibhausgasemissionen anzusehen. Es wird daher erwartet, dass die Entwicklungsanstrengungen in Richtung Serienreife und Konkurrenzfähigkeit massiv ausgebaut werden und dass sowohl ökonomische wie auch rechtliche und infrastrukturelle Voraussetzungen geschaffen werden, um der Technologie den Markteintritt optimal zu ermöglichen. Die Geschwindigkeit der Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen ab dem Jahr 2020 wird im Wesentlichen von der wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit (Total Cost of Ownership) abhängen. Förderregime werden ab diesem Zeitpunkt beziehungsweise bei Erreichen eines gewissen Flottenanteils zwangsläufig auslaufen müssen oder nur mehr punktuell zum Einsatz kommen. Somit bleiben der Ölpreis sowie die Besteuerung von Fahrzeugen, Strom und Treibstoffen weiterhin gewichtige Einflussfaktoren, die die Geschwindigkeit der Flottenentwicklung maßgeblich prägen werden.

Auf Basis dieser Annahmen werden im Jahr 2050 Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybridfahrzeuge die konventionellen Pkw bei den Neuzulassungen fast vollständig substituieren. Der Anteil am Gesamtfahrzeugbestand wird auf etwa 74 % anwachsen, was aber auch deutlich zeigt, welch langen Zeitraum eine vollständige Flottenerneuerung benötigt. Eine komplette Substitution der Flotte durch Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybridfahrzeuge würde auch unter günstigen Bedingungen und effektiver Klimapolitik voraussichtlich bis mindestens 2075 dauern.

Generell werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs durch reine Effizienzmaßnahmen bei konventionellen Antrieben bis zum Jahr 2050 um etwa 20 % sinken. Durch die Einführung der Elektromobilität im unterstellten Rahmen lassen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 80 %, d. h. von derzeit ca. 10 Mio. Tonnen auf 2 Mio. Tonnen im Jahr 2050, verringern. Die Einsparung an CO<sub>2</sub> allein durch die Elektromobilität beläuft sich dabei auf mehr als 5 Mio. Tonnen, die Einsparung im Jahr 2020 beträgt bereits 360.000 Tonnen.

Speziell längerfristig verfügt die Einführung der Elektromobilität somit über ein hohes Potenzial zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, welches mit alternativen Maßnahmen kaum zu erreichen wäre. Nur äußerst restriktive Maßnahmen wie etwa flächendeckende Fahrverbote oder eine massive Kostenerhöhung würden zu ähnlich hohen Treibhausgaseinsparungen führen. Aus derzeitiger

Sicht gibt es keine anderen technologischen Maßnahmen, welche im Verkehr eine derartige Emissionsreduktion ermöglichen würden. Zur Erreichung der Klimaziele für 2050 ist der technologische Beitrag der raschen Einführung der Elektromobilität daher von höchster Bedeutung.

Durch den Einsatz von Elektromobilität im Verkehrssektor kommt es zu einer Bedarfsverschiebung von fossilen Kraftstoffen hin zu elektrischer Energie. Bis zum Jahr 2050 wird sich das Ausmaß des im Pkw-Straßenverkehr benötigten Stroms auf 9 TWh belaufen. Die dadurch eingesparte Menge flüssiger Kraftstoffe beträgt 31,5 TWh. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass die eingesetzte elektrische Energie bei der Produktion ebenfalls Emissionen verursacht. Zur Erreichung der Treibhausgasreduktionsziele ist daher der Einsatz von Strom aus erneuerbaren Quellen eine notwendige Voraussetzung um sicherzustellen, dass die Treibhausreduktion auch unter Berücksichtigung der vorgelagerten Emissionen hoch bleibt.





# 1 EINLEITUNG

Der Verkehrssektor trug 2008 26 % zu den Treibhausgasemissionen in Österreich bei. Seit dem Jahr 1990 sind die Treibhausgasemissionen dieses Sektors um über 60 % angestiegen. Diese Entwicklung steht in deutlichem Gegensatz zu relevanten umweltpolitischen Zielsetzungen. Zu nennen ist hier das Ziel Österreichs, die Treibhausgasemissionen außerhalb des Emissionshandels bis 2020 um 16 % zu reduzieren (bezogen auf 2005) sowie den energetischen Endverbrauch bis 2020 auf dem Niveau von 2005 zu stabilisieren. Darüber hinaus besteht in der EU das Ziel, die Erderwärmung durch den anthropogenen Treibhausgaseffekt auf ein Ausmaß von 2 °C zu begrenzen. Dies erfordert von industrialisierten Staaten eine Emissionsreduktion in der Höhe von 80–90 %.

Neben dem Ausbau des öffentlichen Verkehrs, der dieser Entwicklung entgegenwirken kann, ist der forcierte Einsatz von alternativen Antriebstechnologien bei Pkw, insbesondere als CO<sub>2</sub>-freies Mobilitätskonzept von großer Bedeutung. Dabei gelten Elektrofahrzeuge als nachhaltige Zukunftstechnologie mit dem größten Potenzial.

Entscheidende Umweltvorteile können Elektrofahrzeuge insbesondere in Kombination mit Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen erzielen. Die Verwendung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern führt – über die gesamte Prozesskette betrachtet – zu sehr geringen Umweltbelastungen.

Durch die deutlich höhere Effizienz von Elektrofahrzeugen wird weniger Energie benötigt als bei Fahrzeugen mit konventionellen Antrieben. Da vor Ort bei einem Elektrofahrzeug keine Luftschadstoff-Emissionen entstehen und im Vergleich zu konventionellen Antrieben weniger Geräusche emittiert werden, ist es auch für den Einsatz im Stadtgebiet prädestiniert.

Problemfelder sind dzt. das geringe Angebot von marktfähigen Elektrofahrzeugen (v. a. bedingt durch Batterien mit geringer Speicherdichte bzw. hohen Preisen) und die damit verbundene bescheidene Marktdurchdringung. Zukünftig ist hier von einer deutlichen Angebotssteigerung auszugehen.

Für Stakeholder wie z. B. Fahrzeughersteller oder die Elektrizitätswirtschaft stellt sich aktuell die Frage, wie sich der Flottenanteil von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen in Zukunft entwickeln wird.

Eine solide Einschätzung der Entwicklung des Marktes unter bestimmten Rahmenbedingungen ist für die Planung der zukünftigen Infrastruktur und der Kapazitäten für die Elektrizitätswirtschaft unerlässlich.

Im vorliegenden Projekt wird für Österreich eine Abschätzung des Flottenbestandes von konventionell bzw. elektrisch betriebenen Fahrzeugen durchgeführt.

Der Bericht stellt eine ausführliche Analyse des Potenzials von Elektrofahrzeugen in einem optimistischen Szenario dar.

## 2 RANDBEDINGUNGEN EINES OPTIMISTISCHEN SZENARIOS

Das im Folgenden beschriebene Szenario orientiert sich an idealen politischen/wirtschaftlichen/technischen Bedingungen zur Entwicklung einer Elektromobilität in Österreich. Es wird davon ausgegangen, dass alle beteiligten Stakeholder das gemeinsame Ziel einer flächendeckenden Elektromobilität anstreben.

Folgende begünstigende Faktoren sind als wesentlich anzusehen:

1. Verfügbare Elektrofahrzeugkontingente für den österreichischen Markt werden in den kommenden Jahren vornehmlich durch Unternehmen im Umweltbereich, der Stromerzeugung und durch andere Flottenbetreiber gekauft. Der Mehrpreis für die Anschaffung fällt dadurch (u. a. durch die Möglichkeit der Abschreibung) nicht so sehr ins Gewicht. Die Gesamtkosten über die Lebenszeit (TCO) nähern sich einem vergleichbaren Fahrzeug mit konventionellem Antriebsstrang an.
2. Zusätzlich zu Geschäftskunden gibt es genügend „Early Adopters“, die die verfügbaren Kontingente an Elektro- und Plug-in Fahrzeugen abnehmen.
3. Für die ersten Elektro- und Plug-in Fahrzeuge im Bereich von mehreren hunderttausend Einheiten gibt es fiskalische und andere Kaufanreize, die die Preisdifferenz zu Fahrzeugen mit konventionellem Antrieb wesentlich schmälern. Darunter fallen unter anderem:
  - a. Befreiung von der Normverbrauchsabgabe (NoVa),
  - b. Ankaufsförderungen (in ähnlicher Höhe wie derzeit in GB oder Frankreich geplant),
  - c. geringere Betriebskosten: Preisdifferenz Kraftstoff, Vergünstigungen beim Parken, keine Citymaut.
4. Die Ladeinfrastruktur entwickelt sich in einem Maße, dass potenzielle Kunden hier keine Unwägbarkeiten für einen kontinuierlichen Fahrzeugbetrieb sehen. Die Parkraumbewirtschaftung (Kommunen, Privat) schafft genügend Parkplätze, an denen Elektro- und Plug-in Fahrzeuge geladen werden können, um deren Reichweitennachteile positiv zu kompensieren bzw. einen überwiegenden Elektrobetrieb und dadurch geringere Betriebskosten zu gewährleisten.
5. Die Elektrizitätswirtschaft stellt den „Fahrstrom“ aus zusätzlichen erneuerbaren Quellen sowie Wasserkraft bereit. Die Umweltverträglichkeit der Elektromobilität wird dadurch gewährleistet und entwicklungshemmende Diskussionen werden vermieden.
6. Die Elektrizitätswirtschaft tätigt strategische Investitionen in den Netzausbau, die sich erst auf längere Sicht amortisieren werden.
7. Bemühungen der Standardisierung von Ladeinfrastruktur und Abrechnungs-(Informations-)systemen werden stark vorangetrieben. Ein österreichweit einheitlicher Zugang zur Infrastruktur sowie eine internationale Konnektivität sind für künftige Nutzer gewährleistet.

In einem BAU<sup>1</sup>-Szenario würde sich die Markteinführung von Elektrofahrzeugen um etwa zwei Jahre verzögern, was eine massive Reduktion des Angebotes zur Folge hätte – besonders im Betrachtungszeitraum 2010 bis 2020. Des Weiteren würden Förderungen geringer ausfallen bzw. zur Gänze fehlen, was den Kaufanreiz deutlich reduzieren würde.

---

<sup>1</sup> „Business as usual“

### 3 FAHRZEUGVERFÜGBARKEIT UND KOSTEN

Generell wird der limitierende Faktor für die Entwicklung der Elektromobilität bis ungefähr zum Jahr 2016 die Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen und Plug-in Fahrzeugen sein. Zusätzlich wird mittelfristig den potenziellen Kunden keine komplette Fahrzeugpalette wie derzeit gewohnt zur Auswahl stehen.

Laut heutigem Kenntnisstand wird die Großserienproduktion für Lithium-Ionen-Batterien für automotivische Anwendungen ab etwa 2015 starten. Bis dahin sind Innovationen im technischen Bereich zu erwarten, jedoch kein signifikanter Kostenverfall der Batterie. Werden derzeit noch Herstellungskosten von etwa 1.000 € pro Kilowattstunde kalkuliert, ist bis zum Jahr 2015 zumindest mit Kosten unter 500 € pro Kilowattstunde (siehe Abbildung 1) zu rechnen. Eine signifikante Senkung der Batteriekosten ist Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung der Elektromobilität. Dementsprechend sind auch die Fahrzeughersteller derzeit mit Ankündigungen für neue Fahrzeugserien noch sehr vorsichtig, da zurzeit die Abschätzung der Kostenseite und damit auch der potenzielle Markterfolg sehr schwierig ist. Auf der anderen Seite erfordert eine Einführung eines Fahrzeugmodells enorme Investitionen.

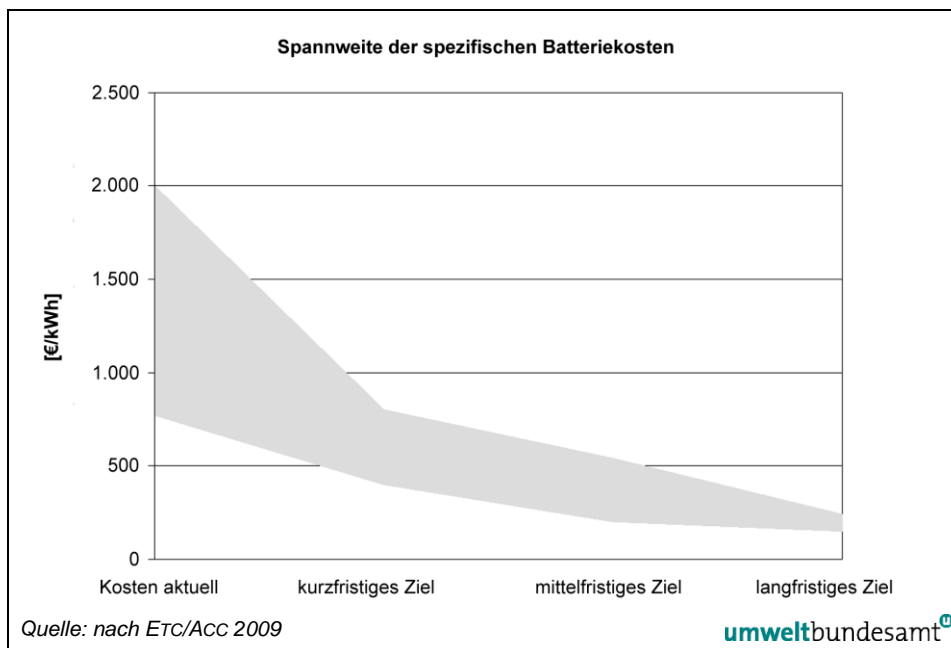


Abbildung 1: Ziele für die Entwicklung der Batteriekosten.

Folgende Abbildung 2 vom Fahrzeug- und Marktexperten Prof. Duddenhöffer zeigt eine Abschätzung der Entwicklung des Elektrofahrzeugmarktes bzw. der Produktion. Mit dem Einsetzen der Großserienproduktion von Lithium-Ionen-Akkus für automotivische Anwendungen ist auch mit einem signifikanten Kostensprung sowie einer ausreichenden Verfügbarkeit für typische automotivische Serienvolumina (> 30.000 Stück/Jahr) zu rechnen. Automobilhersteller (OEM) gehen derzeit den Weg, mit Batterieherstellern Kooperationen/Joint-Ventures einzugehen bzw. sich auch bei Batterieherstellern einzukaufen. Zum einen dient das dem Know-How-Transfer bzw. der Erhaltung der Kompetenz in Batteriesektor und zum anderen der Sicherung der zukünftig benötigten Kapazitäten.

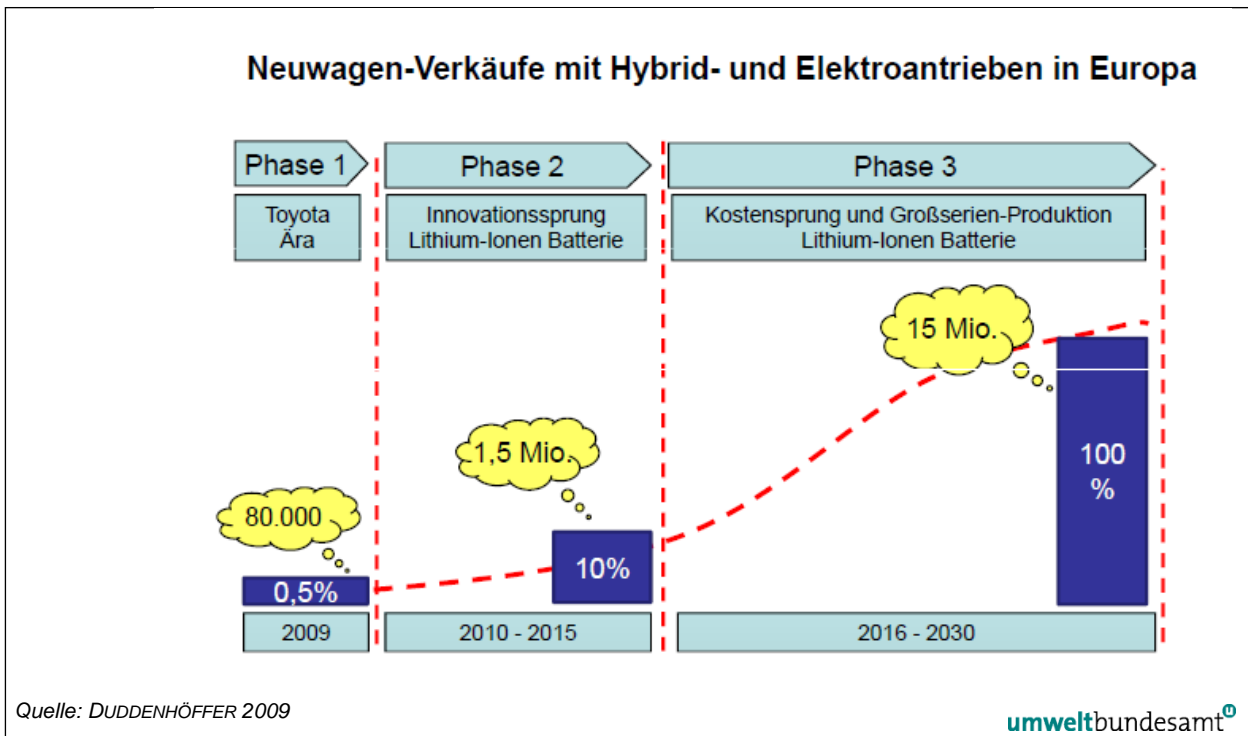


Abbildung 2: Szenarien der Marktentwicklung von Hybrid- und Elektroantrieben.

Auch unter Berücksichtigung der Weiterentwicklung der Batterietechnologie bezüglich Speicherdichte und Kosten gehen die meisten Experten derzeit nicht davon aus, dass Elektrofahrzeuge vor dem Jahr 2020 konventionellen Antrieben bei den Kosten überlegen sein werden (siehe auch Abbildung 3). Ein ebenso gewichtiger Unsicherheitsfaktor wie die Batterie ist allerdings auch der Rohölpreis. Unter der Annahme, dass der Rohölpreis nach der aktuellen Wirtschaftskrise wieder stark zu steigen beginnt, verbessert dies die Chancen der Elektromobilität enorm.

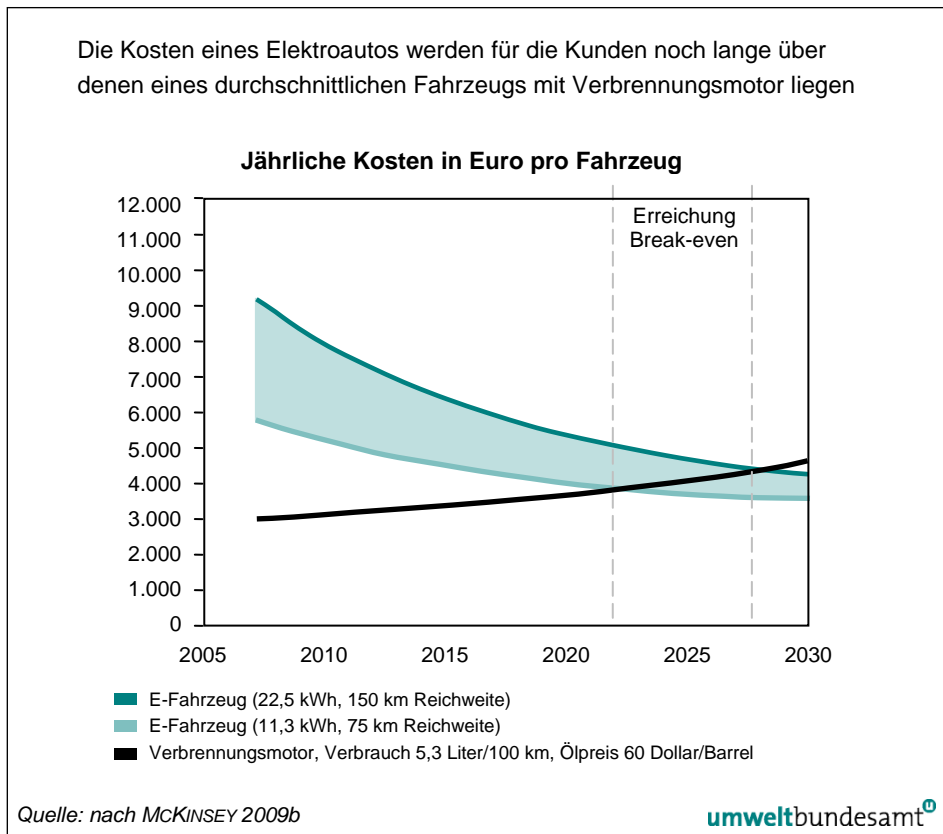


Abbildung 3: Darstellung des Kostennachteils von Elektrofahrzeugen.

Verschiedene Consultingunternehmen wie McKinsey oder Roland Berger veröffentlichten im Jahr 2009 Studien zur Marktentwicklung für Elektro- und Plug-in Fahrzeuge. Die positivsten Einschätzungen für den Neuwagenmarkt 2020 gehen von einem Elektro- und Plug-in Fahrzeuganteil von bis zu 20 % der gesamten Neuzulassungen aus. Dabei verteilen sich etwa 75 % auf Plug-in Hybride und 25 % auf reine Elektrofahrzeuge (siehe Tabelle 6).

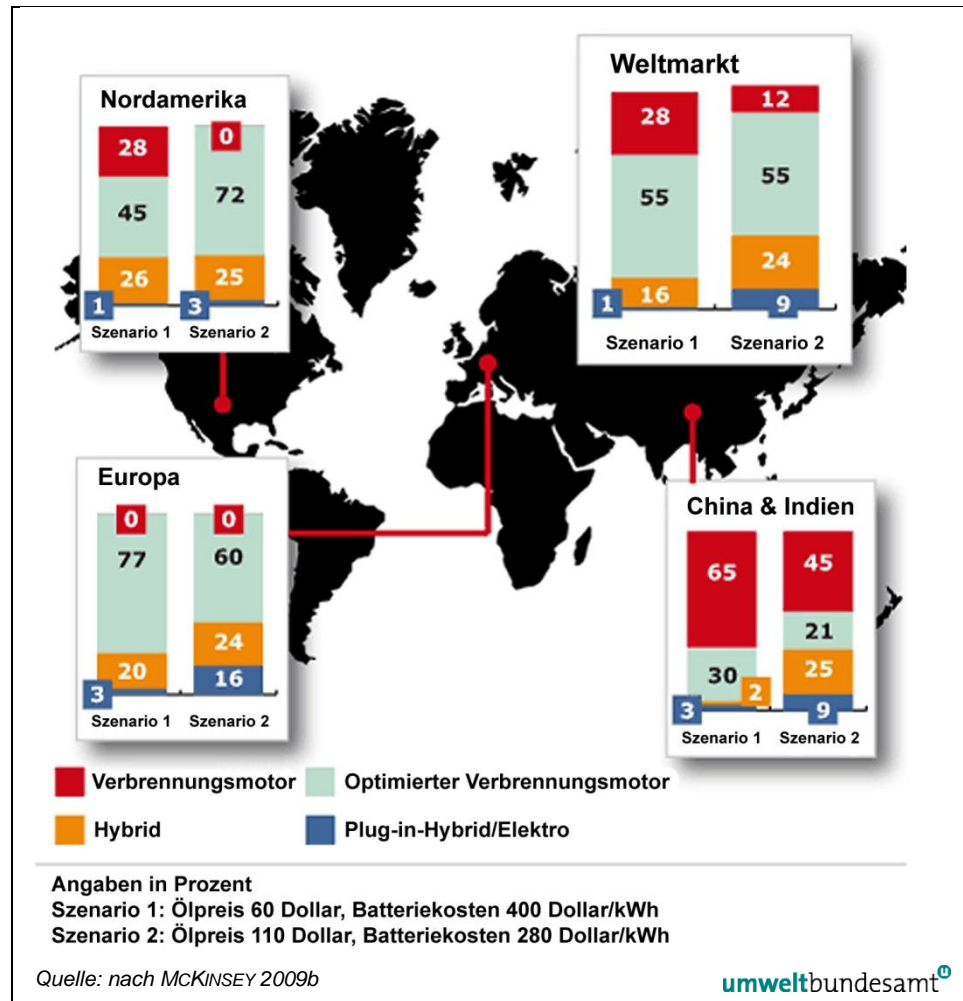


Abbildung 4: Verteilung der Neuzulassungen für das Jahr 2020 verschiedenen Antriebsformen in den unterschiedlichen Absatzregionen unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien.

## 4 FAHRZEUGANGEBOT IN ÖSTERREICH

Auch unter Zugrundelegung sehr günstiger Bedingungen wird die potenzielle Nachfrage nach Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen das Angebot bis zirka 2017 überwiegen.

Die folgende Tabelle 1 bietet eine Übersicht über die geplanten Markteinführungen aller für den österreichischen Markt relevanten Hersteller.

Der Übersicht sowie der daraus resultierenden Berechnung des tatsächlichen Angebotes wurden folgende Annahmen zugrundegelegt:

1. Bis frühestens 2016 wird die Marktverfügbarkeit von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen sehr gering sein. Aus jetziger Sicht engagieren sich nur wenige Hersteller, sich hier als Vorreiter zu profilieren (darunter: Toyota, Allianz Renault/Nissan, Mitsubishi, BMW).
2. Spätestens 2017 müssen sich alle großen Hersteller mit Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen am Markt positionieren, um nicht Marktanteile zu verlieren bzw. ihre Wettbewerbsposition zu schwächen.
3. Kleinherstellern, die sich nicht in einem größeren automotiven Konzernverbund befinden (Mindset, Fisker, Think etc.) sowie Anbietern von Umbauten werden nur sehr begrenzte Stückzahlen zugerechnet, da diese mittel- und längerfristig kostenseitig nicht mit großen Herstellern konkurrieren werden können (Annahme: insgesamt < 1.000 Fahrzeuge pro Jahr). Hersteller speziell von Umrüstfahrzeugen werden ab ca. 2015 teilweise nicht mehr wachsen sondern eher verdrängt werden, da sie bzgl. der Kosten nicht mehr mit dem Angebot von Großserienherstellern konkurrieren können. Diese Hersteller werden weiterhin vor allem kleine Nischen bedienen.
4. Es wird davon ausgegangen, dass die Großserienhersteller (OEM) ihre ersten Fahrzeuge aus Serienproduktion relativ gleichförmig in den wichtigsten Märkten (USA & Kanada, Europa, Japan/Korea) zum Verkauf anbieten. Erste Elektrofahrzeug-Serien sind im Vergleich zu konventionellen Serien mit relativ geringen Stückzahlen zwischen 10.000 und 50.000 Fahrzeugen pro Jahr projektiert. Es wird also bis 2014 mit einer Marktquote für Österreich von höchstens 100–500 Fahrzeugen pro Fahrzeugserie gerechnet.
5. Ab 2017 werden Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybridfahrzeuge bestimmter Fahrzeugklassen aller Fahrzeughersteller in regulären Stückzahlen verfügbar sein. Die Marktanteile der Hersteller werden im Wesentlichen den heutigen entsprechen, wobei jene Hersteller Vorteile haben werden, die die Serienproduktion schon früher gestartet haben. Zusätzliche Anteile werden vor allem auch durch chinesische und indische Hersteller (v. a. BYD und Tata) erobert werden.
6. Die massive Substituierbarkeit von konventionell angetriebenen Fahrzeugen wird aufgrund von u. a. Kosten oder Reichweite bis 2020 auch unter optimistischsten Bedingungen nicht gegeben sein.
7. Die Marktaufteilung unter den Herstellern wird bis 2020 im Wesentlichen gleich bleiben. Das erwartete Wachstum des Neuwagenmarktes bis 2020 wird durch neue Marken aus China und Indien komplett abgedeckt (ca. 13 %), wobei diese Hersteller ausschließlich durch neue Technologie am österreichischen Markt Fuß fassen werden. Der österreichische Markt wird hier nur mit „low-cost“ Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen bedient werden.

8. Im Zeitraum 2010 bis 2020 scheiden keine der zugelassenen Fahrzeuge aus dem Markt aus. Es wird also angenommen, dass die minimale Lebensdauer der Fahrzeuge 10 Jahre beträgt bzw. die Ausfallwahrscheinlichkeit für diesen Zeitraum 0 % beträgt<sup>2</sup>.

Tabelle 1: Herstellerangaben zu Markteinführungsterminen von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen.  
Quelle: Umweltbundesamt.

*Ankündigungen und voraussichtliche Verfügbarkeit am österreichischen Markt											
Hersteller	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>OEM</b>											
Alfa-Romeo								**PHEV ***EV			
Audi					Metro(EV)		**PHEV				
BMW					City(EV)		**PHEV				
BYD	F3DM(PHEV) E6(EV)										
Chevrolet/Daewoo											
Chevrolet GM											
Chrysler								**PHEV ***EV			
Citroen								**PHEV ***EV			
Daihatsu								***EV			
Daimler (Mercedes, Smart)			Smart ed(EV)								
Fiat								**PHEV ***EV			
Ford								**PHEV ***EV			
Honda							***EV	**PHEV			
Hyundai			i20(EV)					**PHEV ***EV			
Kia								**PHEV ***EV			
Lexus			**PHEV								
Mazda								**PHEV ***EV			
Mitsubishi	I-MieV(EV)										
Nissan			Leaf (EV)								
Opel		Ampera (PHEV)									
Peugeot	iOn(=I-MieV)(EV)							**PHEV ***EV			

<sup>2</sup> Anmerkung: Für den Prognosehorizont 2050 wurden im Gegensatz zum Prognosehorizont 2020 leicht abgeänderte Annahmen bezüglich der Ausfallwahrscheinlichkeiten sowie der Neuzulassungen verwendet. Dieser Umstand beruht auf einer Erweiterung des Berechnungsmodells für den geänderten Prognosehorizont. Die daraus resultierenden Abweichungen zwischen beiden Berechnungen sind jedenfalls gegenüber der Prognoseunsicherheit zu vernachlässigen.



Hersteller	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Renault		Kangoo Be Bop Z.E.(EV) Megane Stufenheck(EV)		Clio(EV)							
Seat								**PHEV ***EV			
Skoda								**PHEV ***EV			
Subaru				R1e (EV)							
Suzuki								***EV			
Tata								***EV			
Toyota		Prius (PHEV)		FT-EV(EV)							
Volvo				PHEV				***EV			
VW				UP(EV)				**PHEV ***EV			

Kleinserienhersteller/Umrüstungen	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Loremo	EV										
Tesla	Roadster(EV)		S(EV)								
Think	City(EV)										
Bollore/Pininfarina		Blue Car(EV)									
Heuliez		Will(EV)									
Mindset											
Fisker		Karma (PHEV)									
diverse Umrüstungen (MES-DEA, etc.)	diverse EV	diverse EV	diverse EV	diverse EV	diverse EV	diverse EV	diverse EV	diverse EV	diverse EV	diverse EV	diverse EV

\* Quelle: eigene Recherchen. Annahmen auf Basis der Ankündigungen der Markteinführungszeitpunkte der Hersteller. Bei nicht-europäischen Herstellern wird teilweise angenommen, dass die Fahrzeuge ca. 1 Jahr nach der offiziellen Markteinführung am österreichischen Markt erhältlich sein werden.

\*\* Fahrzeugklassen City Car bis Kleinwagen

\*\*\* Fahrzeugklassen Kompaktklasse bis untere Mittelklasse

Den Stückzahlkalkulationen liegen Recherchen und eigene Überlegungen zugrunde. Zusätzlich wurden zu den generellen Annahmen in diesem Kapitel noch folgende getroffen:

1. Als minimale Volumina für Serienstarts wurden bis zum Jahr 2014 50 bis 100 Neuzulassungen für Elektrofahrzeuge wie auch Plug-in Fahrzeuge angenommen.
2. Ab 2015 werden die Neuzulassungszahlen auf den Marktanteil der unterschiedlichen Hersteller abgeglichen.
3. EV/PHEV Markt: Wachstum p. a. 20 %.
4. Wachstum insgesamt findet vor allem durch Marken (China, Indien) statt, die bis dato noch nicht am österreichischen Markt vertreten sind → + 13 %.

Tabelle 2: Szenario zu Angebot von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen in Österreich: Quelle: Umweltbundesamt.

Hersteller			* Angebot für den österreichischen Markt										
OEM	Neuzulassungen gesamt 2008	Marktanteil 2008/*2020	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Alfa-Romeo	2.484	0,85	0	0	0	0	0	0	0	170	204	245	294
Audi	16.529	5,63	0	0	0	0	100	676	1.239	1.486	1.784	2140	2.568
BMW	13.388	4,56	0	0	0	0	100	547	1.003	1.204	1.445	1734	2.080
BYD/andere chinesische Fabrikate*	0	*8 % MA 2020	50	120	288	518	829	1.244	1.792	2.508	3.440	4.128	4.953
Chevrolet/Daewoo	2.841	0,97	0	0	0	0	0	0	0	194	233	279	335
Chrysler	2.854	0,97	0	0	0	0	0	0	0	194	233	279	335
Citroen	11.088	3,78	0	0	0	0	0	0	0	756	907	1.089	1.306
Daihatsu	903	0,31	0	0	0	0	0	0	0	62	74	89	107
Daimler (Mercedes, Smart)	12.243	4,17	0	0	100	120	144	721	865	1.282	1.538	1.846	2.215
Fiat	14.972	5,10	0	0	0	0	0	0	0	1.020	1.224	1.469	1.763
Ford	20.235	6,89	0	0	0	0	0	0	0	1.378	1.654	1.984	2.381
Honda	3.528	1,20	0	0	0	0	0	0	120	264	317	380	456
Hyundai	6.864	2,34	0	0	100	120	144	404	485	719	863	1.036	1.243
Kia	6.946	2,37	0	0	0	0	0	0	0	474	569	683	819
Lancia	1.029	0,35	0	0	0	0	0	0	0	70	84	101	121
Lexus	345	0,12	0	0	100	120	144	173	207	249	299	358	430
Mazda	12.909	4,40	0	0	0	0	0	0	0	880	1.056	1.267	1.521
Mitsubishi	3.486	1,19	100	120	144	173	207	296	355	426	512	614	737
Nissan	5.673	1,93	0	0	100	120	144	334	400	593	712	854	1.025
Opel	20.958	7,14	0	100	120	144	173	1.481	1.777	2.132	2.558	3.070	3.684
Peugeot	14.158	4,82	0	0	0	0	0	0	0	964	1.157	1.388	1.666
Renault	19.454	6,62	0	200	240	340	408	3.241	3.889	4.667	5.601	6.721	8.065
Saab	297	0,10	0	0	0	0	0	0	0	15	18	22	26
Seat	10.366	3,53	0	0	0	0	0	0	0	706	847	1.017	1.220
Skoda	15.066	5,13	0	0	0	0	0	0	0	1.026	1.231	1.477	1.773
Subaru	1.441	0,49	0	0	0	100	120	71	85	151	181	217	260
Suzuki	7.685	2,62	0	0	0	0	0	0	0	262	314	377	453
Tata	4	*5 % MA 2020	0	0	0	0	0	0	0	50	180	360	864
Toyota	10.551	3,59	0	100	120	244	293	1.261	1.514	1.816	2.180	2.616	3.139
Volvo	3.187	1,09	0	0	0	50	60	78	94	168	201	241	289
VW	49.379	16,81	0	0	0	100	120	2.421	2.905	6.848	8.217	9.861	11.833
<b>Summe</b>			<b>150</b>	<b>640</b>	<b>1.312</b>	<b>2.149</b>	<b>2.986</b>	<b>12.947</b>	<b>16.730</b>	<b>32.734</b>	<b>39.831</b>	<b>47.941</b>	<b>57.962</b>

Hersteller	* Angebot für den österreichischen Markt												
Kleinserienhersteller/Umrüstungen	Neuzulassungen gesamt 2008	Marktanteil 2008/*2020	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
			10	12	14	17	21	25	30	36	43	52	62
Tesla	5	5	15	18	22	26	31	37	45	54	64		
Think	100	120	144	173	207	249	249	249	249	249	249	249	
Bollore/Pininfarina	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Heuliez	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Mindset	0	10	12	14	17	21	25	30	36	43	52		
Fisker	0	20	24	29	35	41	50	60	72	86	103		
diverse Umrüstungen (MES-DEA etc.)	100	120	144	173	207	249	249	249	249	249	249	249	
<b>Summe</b>	<b>215</b>	<b>387</b>	<b>453</b>	<b>524</b>	<b>609</b>	<b>711</b>	<b>733</b>	<b>760</b>	<b>793</b>	<b>832</b>	<b>879</b>		
Neuzulassungen Gesamt	365	1.027	1.765	2.673	3.595	13.658	17.463	33.495	40.624	48.773	58.840		
möglicher Bestand (Angebotsseite)	365	1.392	3.157	5.831	9.426	23.084	40.547	74.041	114.665	163.438	222.279		

Angebotsseitig ist ein Gesamtbestand von zirka 220.000 Plug-in Hybrid- und Elektrofahrzeugen in Österreich möglich.

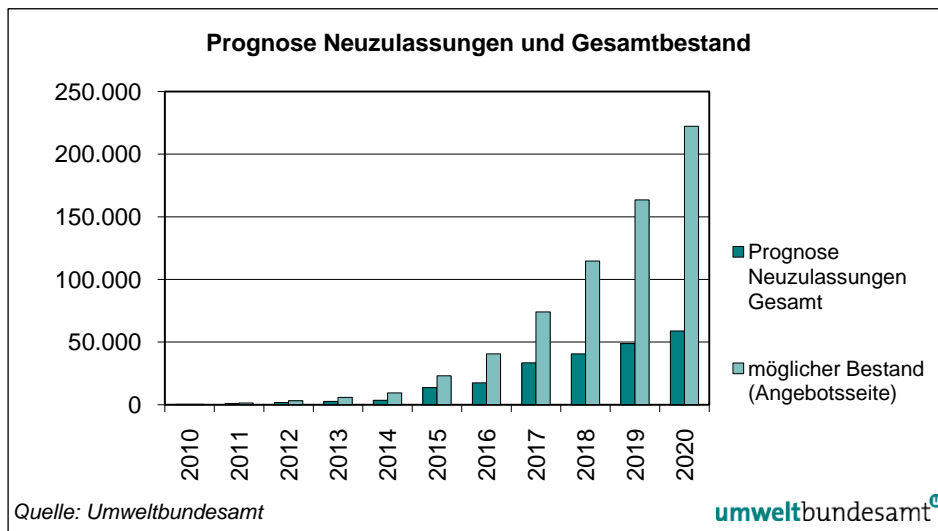


Abbildung 5: Szenario zu Neuzulassungen und möglicher Gesamtbestand (ohne Berücksichtigung der Nachfrage) von Plug-in Hybrid- und Elektrofahrzeugen in Österreich.

## 5 SUBSTITUIERBARKEIT VON KONVENTIONELL ANGETRIEBENEN FAHRZEUGEN

Die derzeit verfügbaren Elektrofahrzeuge sowie von diversen Herstellern angekündigte, sind überwiegend dem Kleinwagensegment zuzuordnen. Aufgrund des derzeit hohen Gewichts der Akkusysteme stellt jedes zusätzliche Kilo der Karosserie oder des Antriebstranges eine Belastung dar (mehr Gewicht bedeutet eine stärkere Batterie für gleiche Fahrleistung und Reichweite, was wiederum zu einem Mehrgewicht an Akku führt). Daher wird neben der Leichtbauweise vor allem auf Kleinwagen und „City-Flitzer“ zurückgegriffen, geht es darum, ein geeignetes Konzept (Plattform) für Elektrofahrzeuge zu ersinnen. Zudem sind Elektrofahrzeuge durch ihre limitierte Reichweite – aber auch Abgasfreiheit – für den Einsatz in Städten prädestiniert.

Anders ist die Situation bei den Plug-in Hybridfahrzeugen: Hier ist durchaus mit Modellen in der oberen Mittelklasse bzw. gar in der Oberklasse zu rechnen (Beispiel Volvo V70), wenn auch in beschränktem Ausmaß. Aufgrund des fossilen Reservetanks kann die Batterie kleiner dimensioniert werden – somit reduziert sich das Problem des Platzes und Gewichtes.

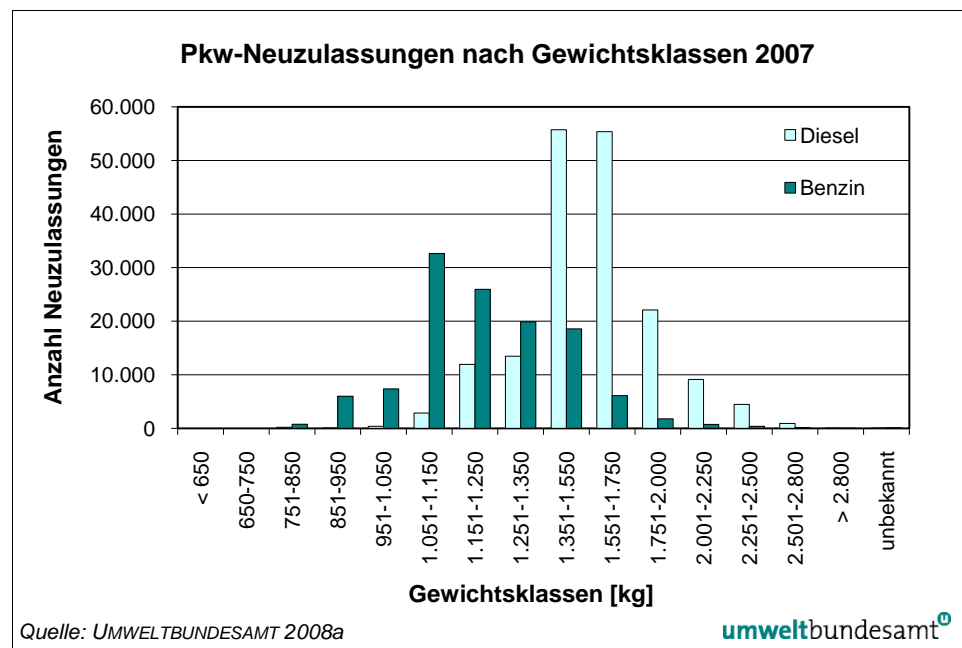


Abbildung 6: Neu zugelassene benzin- und dieseltreibene Personenkraftwagen in Österreich nach Gewichtsklasse im Jahr 2007.

Aus Abbildung 6 und Abbildung 7 ist ersichtlich, wie groß der Anteil der Zulassungen in den unteren Fahrzeugklassen ist. Um eine Abschätzung der potenziellen Käuferschaft machen zu können ist es wichtig, diese Verteilung zu berücksichtigen.

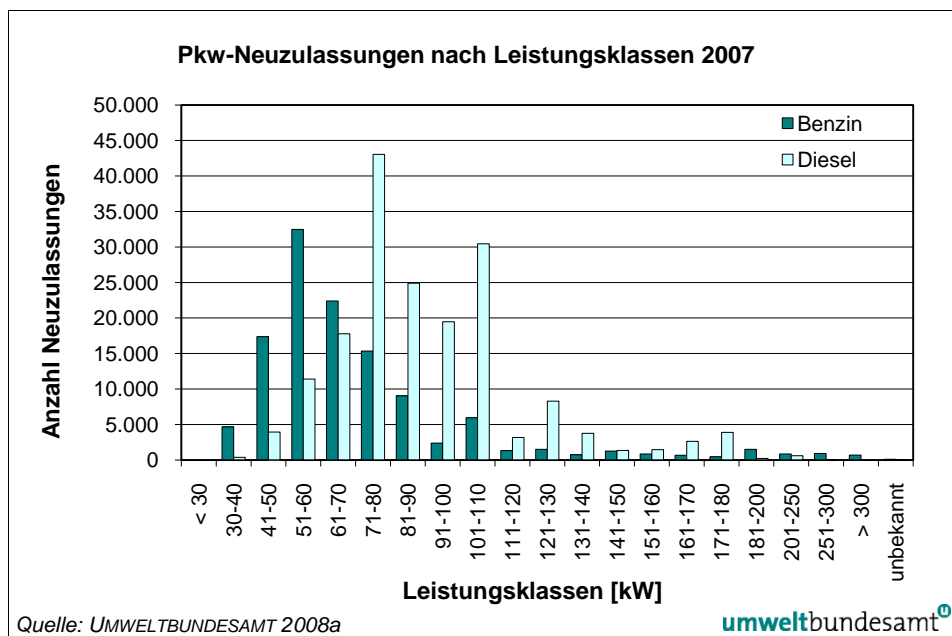


Abbildung 7: Neu zugelassene benzin- und dieselbetriebene Personenkraftwagen in Österreich nach Leistungsklassen im Jahr 2007.

In Tabelle 3 ist die projizierte Kaufentwicklung der unteren Fahrzeugsegmente ablesbar. Der Trend zum Kleinwagen, welcher bereits in den letzten Jahren erkennbar ist, unterstützt das Absatzpotenzial von Elektrofahrzeugen.

Tabelle 3: Projektion Flottenanteile – Kleinwagen- und Mittelwagenklasse in Österreich.  
Quelle: OLI, Umweltbundesamt

	Kleinwagenklasse	Mittelwagenklasse	Summe Klein- und Mittelklasse
2009	35,7	49,6	85,3
2010	36,0	49,3	85,3
2011	36,4	49,0	85,3
2012	36,7	48,6	85,4
2013	37,2	48,2	85,4
2014	37,8	47,7	85,5
2015	38,3	47,2	85,6
2016	38,9	46,7	85,6
2017	39,5	46,2	85,7
2018	40,1	45,7	85,8
2019	40,8	45,1	85,9
2020	41,4	44,6	86,0
2021	42,0	44,0	86,0
2022	42,6	43,6	86,1
2023	43,1	43,1	86,2
2024	43,6	42,7	86,2
2025	44,0	42,3	86,3
2026	44,4	41,9	86,3
2027	44,7	41,6	86,3
2028	45,0	41,4	86,3
2029	45,2	41,1	86,3
2030	45,5	40,8	86,3

## 6 NACHFRAGE

Die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen ist von verschiedenen Faktoren abhängig, welche prinzipiell in zwei Bereiche eingeordnet werden können:

**Technische Faktoren:** Darunter fallen all jene Einflüsse, die das Produkt (Fahrzeug) selbst, dessen Eigenschaften oder auch dessen Interaktion mit der Umwelt betreffen.

- **Potenzielles Interesse an Elektrofahrzeugen:** Neuen Technologien wird in gewissem Ausmaß Skepsis von Seiten der Bevölkerung entgegengebracht (z. B. DVB T-Box oder Energiesparlampen). Eine breit angelegte Informationskampagne kann das Misstrauen gegenüber Elektromobilität reduzieren. Viele Konsumenten warten so lange ab, bis ein gewisses Niveau an Marktdurchdringung vorangeschritten ist, um die Technologien in ihre Kaufüberlegungen mit einzubeziehen. Mit steigendem Marktanteil werden daher auch die Berührungängste sinken. Laut einer internationalen Umfrage<sup>3</sup> liegt das Interesse an Elektrofahrzeugen derzeit zwischen 30 % (USA) und 57 % (Israel); im Mittel können sich 48 % vorstellen, ein alternatives Auto ohne Verbrennungsmotor anzuschaffen.
- **Verfügbarkeit Modelle und Klassen:** Diese Einschränkung bezieht sich auf die Variation der am Markt angebotenen Marken, Klassen und Modelle an Elektrofahrzeugen. Derzeitige Elektrofahrzeuge sind vorwiegend in den unteren Klassen (Klein- bis Mittelklasse) zu finden; zudem haben zurzeit nur einige wenige Hersteller (Marken) Elektrofahrzeuge in ihrem Sortiment. Der Einsatzbereich der Fahrzeuge wie auch die Markentreue vieler Fahrzeuglenker spielen bei der Wahl des Autokaufs eine entscheidende Rolle, weshalb viele potenziell interessierte Kunden sich derzeit (noch) nicht für ein Elektrofahrzeug entscheiden. Die der Berechnung zugrundeliegenden Daten stammen aus der Zulassungsstatistik der Statistik Austria bzw. aus dem Bericht CO<sub>2</sub>-Monitoring (2008).
- **Infrastrukturelle Hemmnisse:** Elektrischer Strom steht in Österreich flächendeckend zur Verfügung, allerdings ist der Netzzugang, wie ihn eine Elektrofahrzeugflotte bräuchte, noch nicht vorhanden. Für Fahrzeughalter mit eigenen Garagen stellt die Wiederbeladung des Elektrofahrzeuges derzeit kaum ein Problem dar (zumindest nicht zu Hause), während es etwa Besitzer einer Wiener Gemeindewohnung vergleichsweise schwer haben. Auch der Stromzugang an öffentlichen Stellplätzen und Parkhäusern wird etabliert und ausgebaut werden müssen.
- **Reichweite Elektrofahrzeug:** Eine der Barrieren, die einer breiten Einführung von Elektrofahrzeugen im Wege steht ist die derzeit noch unzureichende Batteriekapazität – diese ist gleichzusetzen mit der Größe eines konventionellen Treibstofftanks und maßgebend für die Reichweite eines Elektrofahrzeuges. Heutige Elektrofahrzeuge haben eine Reichweite von ca. 150 km, ein Faktum, das in den Medien häufig als zu gering erachtet wird.

---

<sup>3</sup> <http://www.grueneautos.com/2009/08/nachhaltiger-autokauf-verbraucher-zeigen-starkes-interesse-an-elektrofahrzeugen/>

Neben der tatsächlichen Notwendigkeit einer Erhöhung der spezifischen Kapazität der Akkumulatoren (nicht zuletzt um Gewicht und Platz zu sparen), wird dem Parameter Reichweite übermäßig viel Gewicht zugemessen. Durch eine Änderung des Tankverhaltens (durch die Möglichkeit das Auto auf Stellplätzen bzw. zu Hause aufzuladen, wird häufig mit vollem Akku/Tank weggefahren, d. h. die theoretische Reichweite ist höher als die nominelle) und der Berücksichtigung, dass mehr als 97 % aller Fahrten unter 150 km liegen (siehe Abbildung 8) wird offensichtlich, dass es sich mehr um ein Informationsdefizit als um eine tatsächliche Einschränkung handelt.

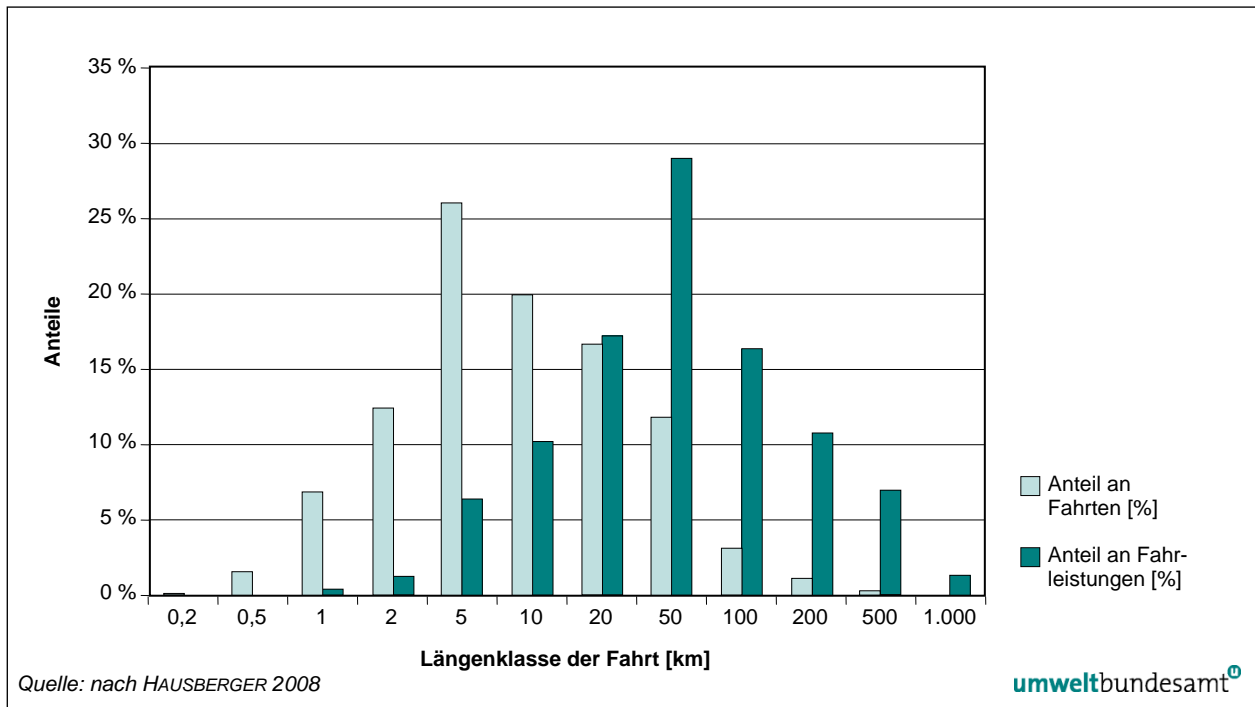


Abbildung 8: Weglängenverteilung der Pkw-Fahrten und der Pkw-Fahrleistungen in Österreich.

**Preisliche Faktoren:** Ausgaben für motorisierten Individualverkehr (MIV) sind mannigfaltig. Neben den Anschaffungskosten sowie den Betriebs- und Wartungskosten sind verschiedenste fiskalpolitische Abgaben (z. B. Parken) wie auch Förderungen von Bedeutung.

- **Preisdifferenz Kaufpreis/Anschaffung:** Während für die meisten konventionellen Fahrzeuge hochautomatisierte Serienfertigungen und Montagen existieren, welche ein hohes Maß an Effizienz und Wirtschaftlichkeit ermöglichen, werden derzeit verfügbare Elektrofahrzeuge meistens in Kleinserien hergestellt bzw. teilweise sogar händisch umgebaut. Gleiches gilt auch für die Akkumulatoren. Daraus ergibt sich ein Kaufpreisunterschied von Fahrzeugen vergleichbaren Komforts mit deutlichen Nachteilen für den Elektroantrieb. Da der Preis das Hauptkriterium bei der Anschaffung neuer Produkte darstellt, sind Mehrkosten von bis zu 100 % nur schwer über ökologische Vorteile eines sauberen und effizienten Antriebs zu rechtfertigen.
- **Einfluss Förderungen:** Der Einsatz und Betrieb von Elektrofahrzeugen führt zu keinerlei direkten Verbrennungs- und bei geringen Geschwindigkeiten sehr geringen Lärmemissionen. Der Elektromotor birgt ein hohes Effizienzpotenzial und viele Studien bestätigen, dass Elektrofahrzeuge sogar bei der Betrachtung

der Umweltwirkung entlang der Prozesskette (d. h. es werden beispielsweise die Emissionen der Karosserieproduktion oder jene, die bei der Stromerzeugung entstehen, eingeschlossen) sehr gute Werte erzielen. Dadurch stellen Elektrofahrzeuge ein Mittel zur Erreichung verpflichtender Ziele, wie z. B. jenes des Kyoto-Protokolls, dar. Ein Werkzeug zur Unterstützung dieses Mittels sind Förderungen, welche einer neuen und vielversprechenden Technologie aus den Startschwierigkeiten heraushelfen soll. Weltweit haben sich verschiedenste Förderkonzepte zur Minimierung des Preisunterschiedes hervor getan. Während Förderungen den Nachteil der Mehrkosten minimieren ist zu berücksichtigen, dass diese ab einem gewissen Grad der Marktdurchdringung auch wieder zurückgezogen werden.

- **Laufende Kosten:** Die laufenden Betriebskosten eines Elektrofahrzeugs stellen einen der wesentlichen Vorteile dar, wobei die tatsächlichen Einsparungen hauptsächlich von der Preisentwicklung fossiler Kraftstoffe abhängen. Des Weiteren besteht in Zukunft die Möglichkeit, die Akkus der Elektrofahrzeugflotte als Speichermedium zu verwenden, um die Tagesgangkurve des elektrischen Verbrauchs auszugleichen, wie es derzeit über Pumpspeicherkraftwerke erfolgt. Neben einer höheren Effizienz der Speicherung würde dieses Konzept (Vehicle-to-grid) dem Kunden möglicherweise eine weitere Quelle zur Kostenreduktion ermöglichen<sup>4</sup>. Neben den Vorteilen, die durch den „Treibstoff Strom“ entstehen, werden aufgrund vieler positiver Eigenschaften des Elektrofahrzeuges (Zero-Emission) weitere Vergünstigungen erwartet. Neben kostenlosen Stellplätzen ist auch eine Gebührenbefreiung von zukünftigen City-Maut-Systemen bzw. Umweltzonen als Anreiz zu betrachten.

**Andere Nachfragemotivation:** Ein zusätzlicher Absatz an Elektrofahrzeugen wird von so genannten Early Adopters erwartet, allerdings mit einer verhältnismäßig geringen Nachfrage. Early Adopters sind beispielsweise Opinion Leader, d. h. Personen die in der Öffentlichkeit stehen, private Image-Käufe oder Flotten von Unternehmen, welche die Technologie aus Marketingzwecken einsetzen<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Die Kunden laden den Akku in der Nacht mit günstigem Strom auf, fahren zur Arbeit und verkaufen dann zu Zeiten der Spitzenlast einen Teil der elektrisch gespeicherten Energie. Mittels Steuerung können die Kunden das maximale Entnahmeniveau bestimmen.

<sup>5</sup> z. B. Energielieferanten, für welche der Absatz von Elektrofahrzeugen ein potenzielles Geschäftsfeld darstellt, oder die im Bereich erneuerbare Energien oder Energieeffizienz tätig sind.



Tabelle 4: Darstellung der abgeschätzten Einflussfaktoren für die Nachfrage von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen für Österreich. Quelle: Umweltbundesamt.

Technik	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Zulassungen Neuwagen Pkw total pro Jahr</b>											
Neuzulassungen/Jahr	300.000	303.900	307.800	311.700	315.600	319.500	323.400	327.300	331.200	335.100	339.000
<b>Potenzielle E-Fahrzeug-Kunden – zeigen Interesse, könnten sich vorstellen eines zu kaufen</b>											
Potenzielles Interesse an E- Fahrzeug	35,0 %	39,0 %	43,0 %	47,0 %	51,0 %	55,0 %	59,0 %	63,0 %	67,0 %	71,0 %	75,0 %
	105.000	118.521	132.354	146.499	160.956	175.725	190.806	206.199	221.904	237.921	254.250
<b>Verfügbarkeit Modelle &amp; Klassen schränken pot. Käuferschaft ein (2010 nur Kleinwagen – 2020 Klein- und Mittelklasse-elektrofahrzeuge verfügbar)</b>											
Verfügbarkeit Modelle und Klassen	10,0 %	10,0 %	15,0 %	15,0 %	15,0 %	25,0 %	30,0 %	35,0 %	40,0 %	45,0 %	50,0 %
	10.500	11.852	19.853	21.975	24.143	43.931	57.242	72.170	88.762	107.064	127.125
<b>Infrastrukturelle Hemmnisse – solange keine flächendeckende Versorgung gegeben</b>											
Infrastrukturelle Hemmnisse	35,0 %	40,0 %	45,0 %	50,0 %	55,0 %	60,0 %	65,0 %	70,0 %	75,0 %	80,0 %	85,0 %
	3.675	4.741	8.934	10.987	13.279	26.359	37.207	50.519	66.571	85.652	108.056
<b>Reichweite Elektroauto – psychologische/tatsächliche Einschränkung</b>											
Reichweite Elektroauto	60,0 %	63,5 %	67,0 %	70,5 %	74,0 %	77,5 %	81,0 %	84,5 %	88,0 %	91,5 %	95,0 %
	2.205	3.010	5.986	7.746	9.826	20.428	30.138	42.688	58.583	78.371	102.653
<b>Kosten</b>											
<b>Preisdifferenz Anschaffung zu vergleichbarem konventionellem Fahrzeug – Differenz sinkt mit Marktdurchdringung</b>											
Preisdifferenz Anschaffung	3 %	4 %	6 %	8 %	10 %	15 %	17 %	19 %	21 %	23 %	25 %
<b>Förderungen (Öffentlich und Unternehmen) haben Einfluss auf Kaufpreisdifferenz – höhere Förderungen am Anfang</b>											
Einfluss Förderungen	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	50 %	60 %	60 %	60 %	60 %	50 %
<b>Preisdifferenz Kraftstoff &amp; Boni durch Citymaut/Stellplatzvergünstigung</b>											
Laufende Kosten	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	55 %	65 %	65 %	65 %	65 %	55 %
	551	903	2.095	3.098	4.422	11.235	19.590	27.747	38.079	50.941	56.459
<b>Sichere Abnahme</b>											
<b>Flotten und Opinion Leader – Anschaffung unabhängig von oben genannten Beweggründen (Marketing, Image)</b>											
Andere Nachfrage Motivation	100	200	500	500	200	100	100	50	0	0	0
<b>Nachfrage für Elektrofahrzeuge pro Jahr</b>											
Summe	651	1.103	2.595	3.598	4.622	11.335	19.690	27.797	38.079	50.941	56.459

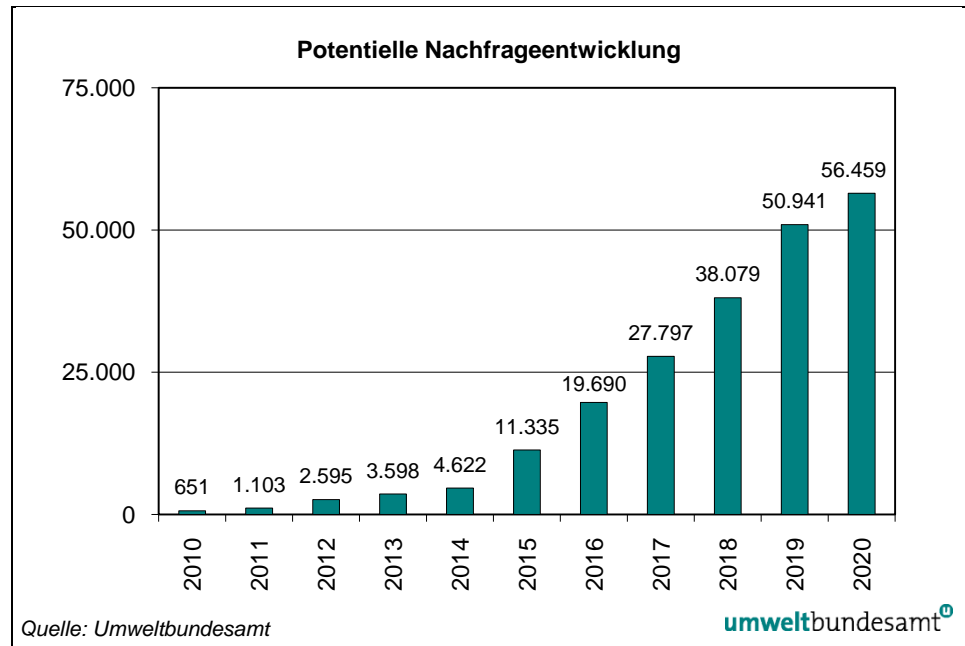


Abbildung 9: Entwicklung der potenziellen Elektrofahrzeug- und Plug-in Hybridfahrzeug-Nachfrage von 2010 bis 2020.

Die zuvor beschriebenen Annahmen und Fakten sind in Abbildung 9 und Tabelle 4 dargestellt. Ausgangspunkt sind die Neuzulassungen bzw. deren Entwicklung. Jede Kategorie schränkt die potenzielle Kundschaft ein und reduziert somit die Personen, die sich im Ankaufsfall für ein Elektrofahrzeug interessieren.

Im Bereich der technischen Hemmnisse wird jeweils auf die Menge an potenziellen Käufern Bezug genommen, die nach der Einschränkung übrigbleibt. Wenn sich beispielsweise nur 35 % für ein Elektrofahrzeug interessieren, so kann nur von diesen 105.000 Personen jemand aufgrund der Nichtverfügbarkeit seiner Fahrzeugklasse (z. B. Family-Van) vom Elektrofahrzeugkauf zurücktreten. Die Parameter für die Limitierungen sind somit in Serie geschaltet. Anders gestaltet sich der Sachverhalt bei den Kosten. Hier wird zunächst die Menge der Personen angeführt, welche sich trotz Mehrkosten für einen Elektrofahrzeugkauf entscheiden. Diese Menge steigt dann aufgrund der Förderungen und auch niedrigeren Betriebskosten wieder an. Erst nach Berücksichtigung aller Kosten wird die Rechnung fortgesetzt. Hinzu kommen noch all jene Käufer, die sich aus anderen Gründen (Early Adopters) für ein Elektrofahrzeug entscheiden.

## 7 SZENARIO ZUR ENTWICKLUNG DER ELEKTROMOBILITÄT BIS 2020

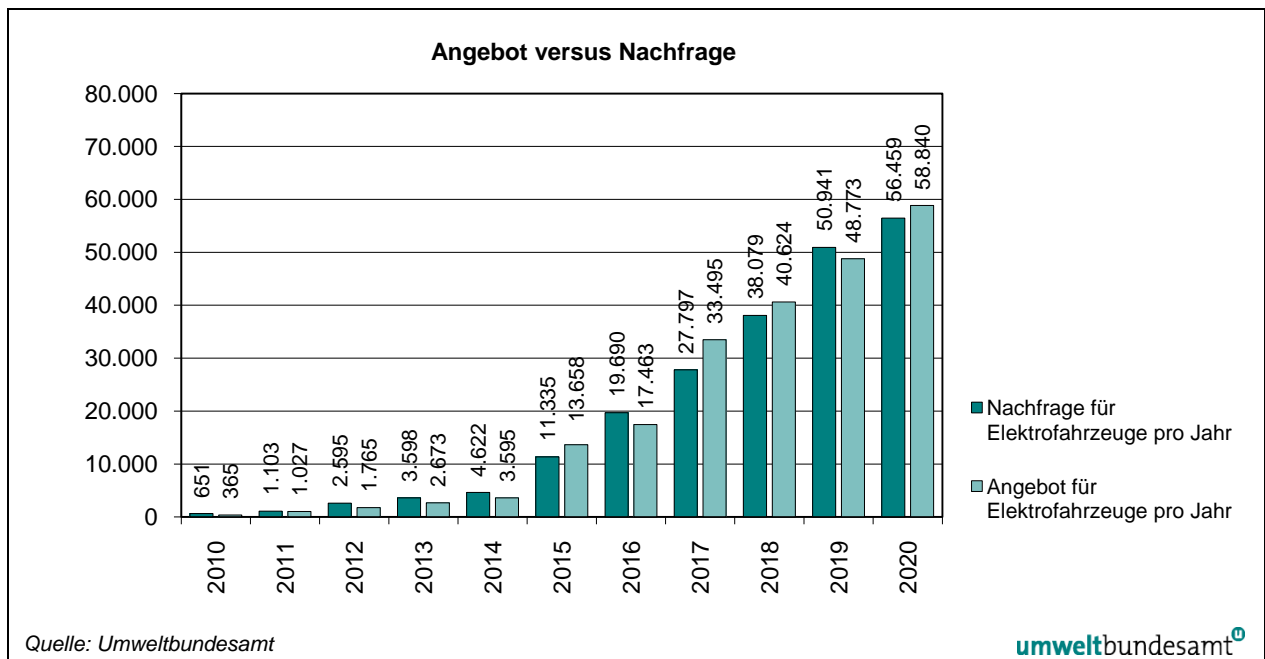


Abbildung 10: Szenario mit einer Gegenüberstellung von Angebot und Nachfrage, 2010–2020.

In Abbildung 10 werden die angebotenen Elektrofahrzeuge (hellgrüner Balken) der potenziellen Käuferschaft gegenübergestellt (dunkelgrüner Balken).

Tabelle 5: Abgeschätzte Gegenüberstellung von Angebot und Nachfrage sowie Darstellung des Gesamtbestandes von Elektro- und Plug-in Hybridfahrzeugen, 2010–2020. Quelle: Umweltbundesamt.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Summe</b>	651	1.103	2.595	3.598	4.622	11.335	19.690	27.797	38.079	50.941	56.459
Angebot	365	1.027	1.765	2.673	3.595	13.658	17.463	33.495	40.624	48.773	58.840
Bestand	365	1.392	3.157	5.831	9.426	20.761	38.224	66.022	104.100	152.874	209.333

In Tabelle 5 sind die Werte aus Abbildung 10 sowie der daraus resultierende Gesamtbestand dargestellt.

Tabelle 6: Szenario Neuzulassungen und Gesamtbestand sowie relative Anteile von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen, 2010–2020. Quelle: Umweltbundesamt.

Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Szenario Gesamtbestand EV, PHEV & VKM	4.656.930	4.731.558	4.806.186	4.880.814	4.955.442	5.030.070	5.094.563	5.159.056	5.223.549	5.288.042	5.352.534
Neuzulassungen EV, PHEV & VKM	300.000	303.900	307.800	311.700	315.600	319.500	323.400	327.300	331.200	335.100	339.000
<b>tatsächlicher Bestand EV &amp; PHEV</b>	<b>365</b>	<b>1.392</b>	<b>3.157</b>	<b>5.831</b>	<b>9.426</b>	<b>20.761</b>	<b>38.224</b>	<b>66.022</b>	<b>104.100</b>	<b>152.874</b>	<b>209.333</b>
<b>Anteil EV &amp; PHEV am Fahrzeuggesamtbestand</b>	<b>0,01 %</b>	<b>0,03 %</b>	<b>0,07 %</b>	<b>0,12 %</b>	<b>0,19 %</b>	<b>0,41 %</b>	<b>0,75 %</b>	<b>1,28 %</b>	<b>1,99 %</b>	<b>2,89 %</b>	<b>3,91 %</b>
<b>Anteil EV &amp; PHEV an den Neuzulassungen</b>	<b>0,12 %</b>	<b>0,34 %</b>	<b>0,57 %</b>	<b>0,86 %</b>	<b>1,14 %</b>	<b>3,55 %</b>	<b>5,40 %</b>	<b>8,49 %</b>	<b>11,50 %</b>	<b>14,55 %</b>	<b>16,65 %</b>
tatsächliche Zulassungen pro Jahr EV & PHEV	365	1.027	1.765	2.673	3.595	11.335	17.463	27.797	38.079	48.773	56.459
Anteil Plugin-Hybrid	*	*	*	*	*	8.502	13.097	20.848	28.559	36.580	42.345
Anteil E-Fahrzeuge	*	*	*	*	*	2.834	4.366	6.949	9.520	12.193	14.115

\* das Angebot bis zum Jahr 2015 besteht hauptsächlich aus Kleinserien verschiedener Hersteller. Vorwiegend kündigen die Hersteller für diesen Zeitraum reine Elektrofahrzeuge an. Eine 75/25 %-Aufteilung zwischen PHEV/EV-Fahrzeugen wird sich dadurch erst mittel- bis längerfristig einstellen.

Bei der Berechnung des Bestandes wurde jeweils die kleinere Menge aus Angebot und Nachfrage herangezogen. Nicht berücksichtigt sind Ausfälle der Flotte, zum Beispiel durch Verkehrsunfälle. Auch dass im Falle eines Angebotsüberhangs eine Erhöhung des Angebots im Folgejahr stattfindet, ist in diesem Modell nicht inkludiert. Insgesamt wird mit diesen Annahmen ein Flottenbestand von insgesamt knapp 210.000 Fahrzeugen im Jahre 2020 erreicht (optimistisches Szenario).

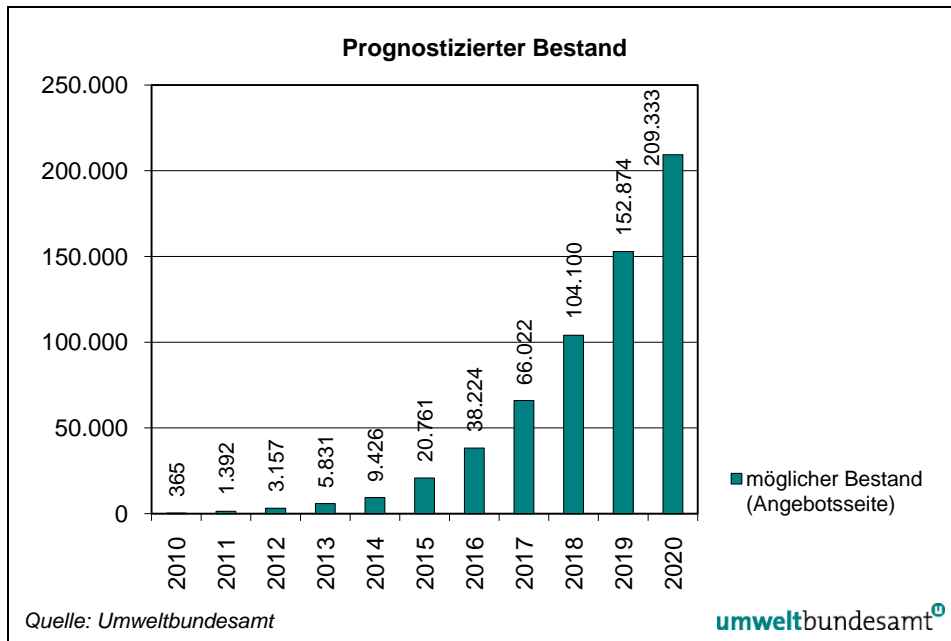


Abbildung 11: Errechneter Gesamtbestand an Elektrofahrzeugen als Summe der Neuzulassungen zwischen 2010 und 2020 ohne Ausfälle.

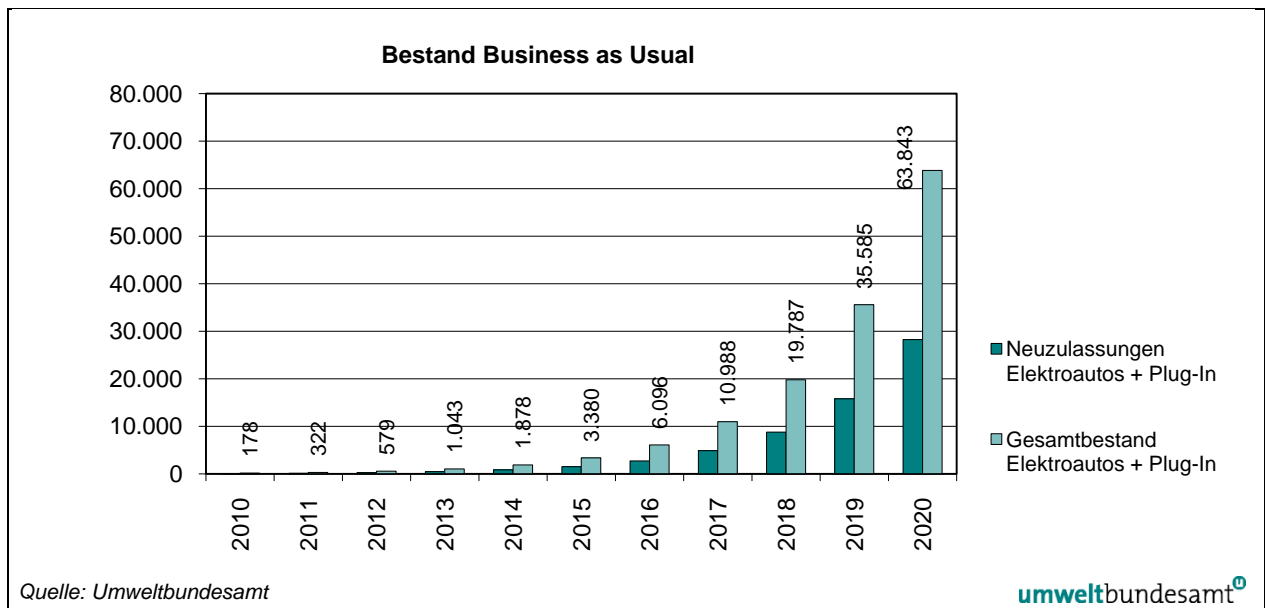


Abbildung 12: Zulassungsentwicklung bei Elektrofahrzeugen (BAU-Szenario), 2010–2020.

Abbildung 12 stellt die Bestandsentwicklung laut aktueller Energieprognose Österreichs, und damit das BAU-Szenario dar.

## 8 SZENARIO ZUR ENTWICKLUNG DER ELEKTROMOBILITÄT BIS 2050<sup>6</sup>

Während bis zum Jahr 2020 mittlerweile eine Vielzahl an Studien zur Entwicklung des Marktes für Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybridfahrzeuge vorliegt und die technische Weiterentwicklung der relevanten Fahrzeugkomponenten relativ gut abschätzbar ist, stellt sich die Erstellung von Szenarien bis zum Jahr 2050 schwieriger dar. Ein Szenario für einen solchen Zeitraum ist mit dementsprechenden Unsicherheiten verbunden. Einerseits ist es schwierig, die Entwicklung des Fahrzeugmarktes auf eine derartig lange Periode hin abzuschätzen, da eine Vielzahl an äußeren Einflüssen den Fahrzeugmarkt stark beeinflusst. Andererseits sind die technischen Fortschritte in diesem Bereich über einen Zeitraum von über 40 Jahren schwer vorherzusehen. Es kann jedoch in technischer Hinsicht davon ausgegangen werden, dass alle wesentlichen Komponenten für die Elektromobilität bis zum Jahr 2050 konkurrenzfähig zur konventionellen Technologie sein werden. Im Wesentlichen weist momentan die Traktionsbatterie in technischer wie in wirtschaftlicher Hinsicht starke Defizite auf, die jedoch über einen solchen Zeitraum überwindbar sein dürften.

Auf politischer Seite ist davon auszugehen, dass die weltweiten Anstrengungen zur Minimierung des Klimawandels steigen werden. Da bei einer Nicht-Erreichung des „2 °C-Zieles“ (maximaler mittlerer weltweiter Temperaturanstieg von 2 °C, bezogen auf die vorindustrielle Zeit) mit katastrophalen Folgen des Klimawandels zu rechnen ist, müssen alle möglichen Anstrengungen unternommen werden, um die anthropogenen Treibhausgasemissionen der industrialisierten Staaten um 80–90 % zu senken. Dies bedeutet wiederum, dass der Verkehrssektor – und dabei vor allem der Personenverkehr (beim Straßengüterverkehr sind derzeit wenig geeignete technische Lösungen abseits einer Substitution von fossilen Treibstoffen durch biogene Treibstoffe in Sicht) – bis zum Jahr 2050 frei von CO<sub>2</sub>-Emissionen sein wird müssen.

Es wird zukünftig somit politische und fiskalische Maßnahmen geben müssen, die zum einen die Elektromobilität soweit wie möglich fördern, zum anderen die erdölbasierte Mobilität minimieren und verteuern werden. Die Geschwindigkeit der Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen ab dem Jahr 2020 wird im Wesentlichen von der wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit (Total Cost of Ownership), verglichen mit konventionellen Antrieben abhängen. Förderregime werden ab diesem Zeitpunkt beziehungsweise bei Erreichen eines gewissen Flottenanteils zwangsläufig auslaufen müssen oder nur mehr punktuell zum Einsatz kommen. Förderungen von Forschung & Entwicklung zum Thema Elektromobilität wird es jedoch weiterhin geben. Somit bleiben der Ölpreis sowie die Besteuerung von Fahrzeugen, Strom und Treibstoffen weiterhin gewichtige Einflussfaktoren, die die Geschwindigkeit der Flottenentwicklung maßgeblich prägen werden. Um übergeordnete Klimaziele erreichen zu können, wird einerseits die Elektromobilität eine maßgebliche Rolle für den

---

<sup>6</sup> Anmerkung: Für den Prognosehorizont 2050 wurden im Gegensatz zum Prognosehorizont 2020 leicht abgeänderte Annahmen bezüglich der Ausfallwahrscheinlichkeiten sowie der Neuzulassungen verwendet. Dieser Umstand beruht auf einer Erweiterung des Berechnungsmodells für den geänderten Prognosehorizont. Die daraus resultierenden Abweichungen zwischen beiden Berechnungen sind jedenfalls gegenüber der Prognoseunsicherheit zu vernachlässigen.

individuellen Personenverkehr spielen, andererseits wird der Einsatz von Biotreibstoffen komplementär dazu je nach der Geschwindigkeit der Entwicklung der Elektromobilität forciert werden.

Folgende Abbildung 13 zeigt beispielhaft den Anteil an alternativ betriebenen Fahrzeugen bzw. die Kaufbereitschaft potenzieller Kunden in Abhängigkeit von den Mehrkosten für solche Technologien.

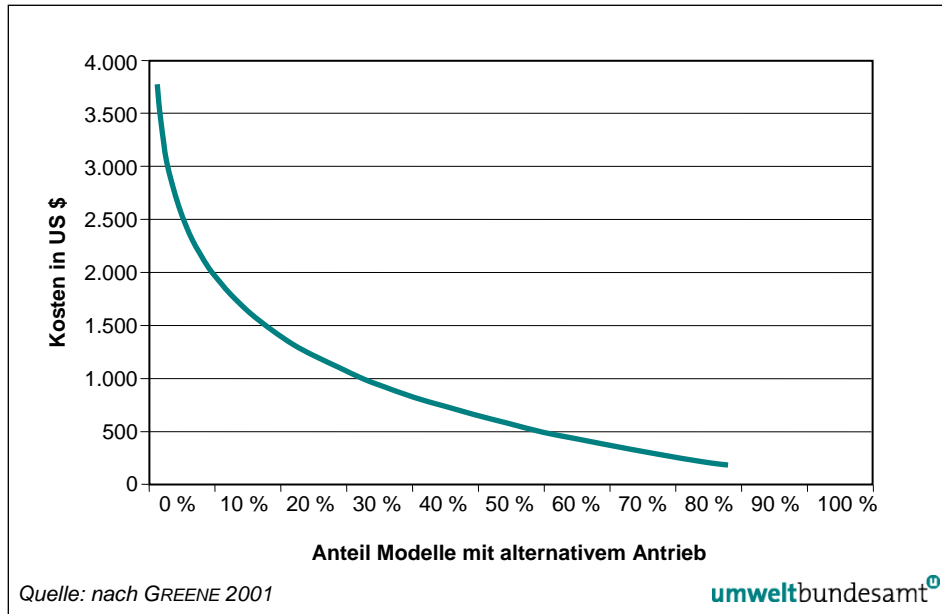


Abbildung 13: Beispielhafte Darstellung der Kaufbereitschaft potenzieller Kunden in Abhängigkeit von den Mehrkosten von alternativen Antrieben.

Die Erreichung des genannten Klimazieles („2 °C-Ziel“) wird aus derzeitiger Sicht die gewichtigste Anstrengung dieses Jahrhunderts darstellen. Im entwickelten Szenario wird davon ausgegangen, dass die Erreichung dieses Zieles in allen Sektoren massiv angestrebt wird. Die Einführung der Elektromobilität ist im Verkehrssektor als aussichtsreichste technologische Entwicklung zur Senkung des Energieeinsatzes und der Treibhausgasemissionen anzusehen. Es wird daher erwartet, dass die Entwicklungsanstrengungen in Richtung Serienreife und Konkurrenzfähigkeit massiv ausgebaut werden und dass sowohl ökonomische wie auch rechtliche und infrastrukturelle Voraussetzungen geschaffen werden, um der Technologie den Markteintritt optimal zu ermöglichen.

Zur Abschätzung der Flottenentwicklung von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen bis zum Jahr 2050 wurden folgende Randbedingungen herangezogen:

- Bevölkerungsentwicklungsprognose der Statistik Austria (2009): Demnach wird Österreichs Bevölkerung auf knapp 9,5 Mio. im Jahr 2050 anwachsen.
- Entwicklung von Motorisierungsgrad und durchschnittlicher Fahrleistung basieren auf Prognosen der österreichischen Luftschadstoffinventur und dem Bericht „Shell Pkw Szenarien bis 2030“: Gemäß Shell und anderer Quellen wird der Pkw-Bestand bei ungefähr 750 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohnern in Sättigung gehen. Diesen Wert hat aktuell die USA bereits erreicht. Bei Annäherung an die Sättigung sinkt gleichzeitig die durchschnittliche Fahrleistung pro Fahrzeug.

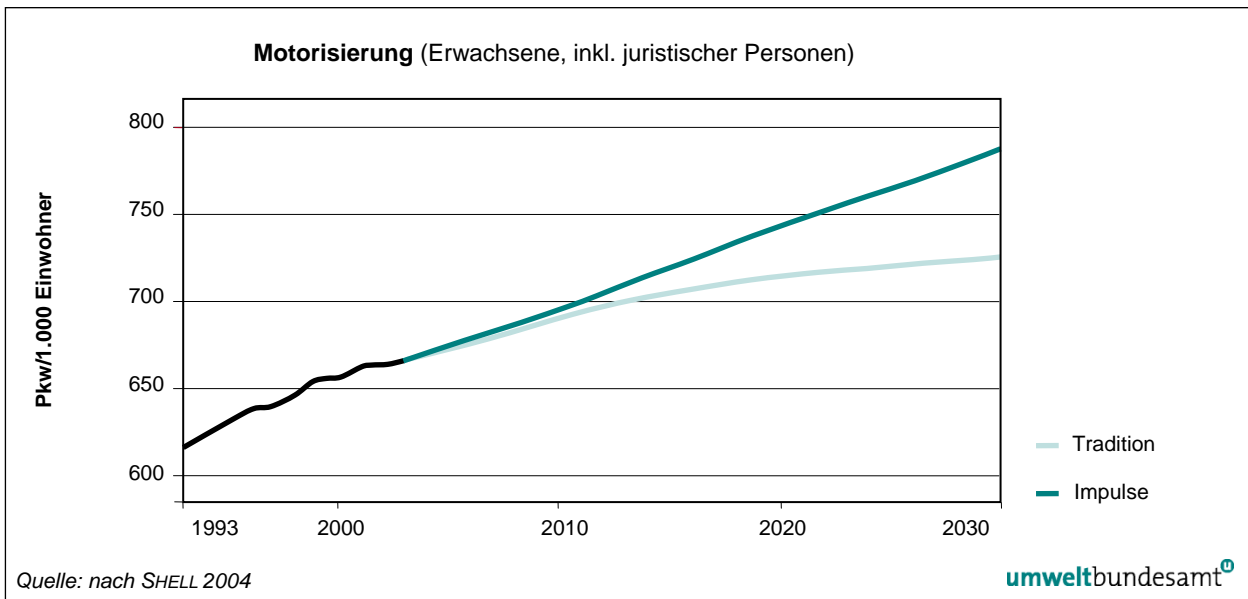


Abbildung 14: Entwicklung des Motorisierungsgrades bis 2030.

- Fortschreibung der Pkw-Ausfallswahrscheinlichkeit auf Basis der Daten der letzten Jahre aus der österreichischen Luftschadstoffinventur (UMWELTBUNDESAMT 2009): Eine mittlere Ausfallswahrscheinlichkeit der Pkw von 5 % pro Jahr der Flotte wird zukünftig (aufgrund der sinkenden Fahrleistung pro Pkw und einer angenommenen leicht steigenden Lebensdauer der Pkw) leicht sinkend angenommen und konstant bis zum Jahr 2050 fortgeschrieben.

Nachfolgend ist die Entwicklung der Marktpenetration bei Einführung eines neuen Produktes dargestellt. Diese S-förmige Entwicklung ist typisch für die Marktentwicklung von erfolgreichen Produkten, welche ein Vorgängerprodukt erfolgreich ablösen. Dementsprechend wurde auch die Entwicklung der Neuzulassungen (entspricht den Verkäufen) von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen unter Berücksichtigung der vorangehend beschriebenen Randbedingungen modelliert.

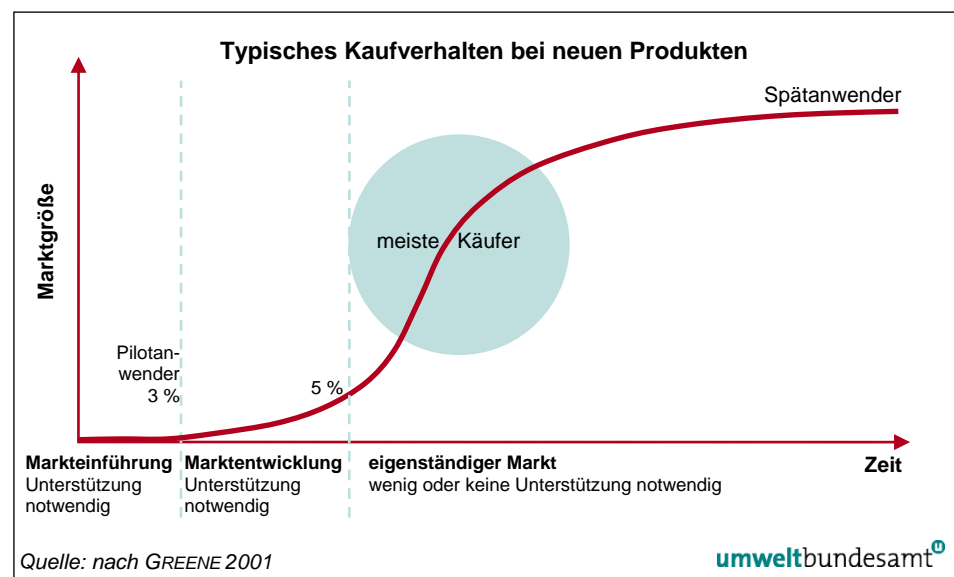


Abbildung 15: Typisches Kaufverhalten bei neuen Produkten.



Die nachfolgende Tabelle 7 zeigt die auf Basis der zuvor beschriebenen Annahmen errechneten Szenarien zur Entwicklung der Elektromobilität bis zum Jahr 2050. Demnach werden im Jahr 2050 Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybridfahrzeuge die konventionellen Fahrzeuge bei den Neuzulassungen fast vollständig substituieren. Der Anteil am Gesamtfahrzeugbestand wird auf etwa 74 % anwachsen, was aber auch deutlich zeigt, welcher langen Zeitraum eine vollständige Flottenerneuerung benötigt. Eine komplette Substitution der Flotte durch Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybridfahrzeuge würde auch unter günstigen Bedingungen und effektiver Klimapolitik voraussichtlich bis mindestens zum Jahr 2075 dauern.

Tabelle 7: Szenario der Entwicklung der Elektromobilität in Österreich bis zum Jahr 2050.

Jahr	Gesamtfahrzeugbestand	Bevölkerung –	Motorisierungsgrad	jährlicher Fzg. Gesamtzufall	Neuzulassungen Gesamt	Neuzulassungen E- FZG	Anteil E-FZG an Neuzulassungen	jährlicher E-FZG Ausfall	Bestand E-FZG	Anteil Bestand
2010	4.656.931	8.373.119	55,6 %	232.847	300.000	<b>465</b>	0,2 %	29	<b>436</b>	0,0 %
2011	4.731.558	8.411.918	56,2 %	236.578	311.205	<b>1.147</b>	0,4 %	72	<b>1.510</b>	0,0 %
2012	4.806.186	8.450.114	56,9 %	240.309	314.937	<b>1.909</b>	0,6 %	120	<b>3.300</b>	0,1 %
2013	4.880.814	8.487.707	57,5 %	244.041	318.669	<b>2.846</b>	0,9 %	171	<b>5.975</b>	0,1 %
2014	4.955.442	8.524.696	58,1 %	247.772	322.400	<b>3.803</b>	1,2 %	307	<b>9.470</b>	0,2 %
2015	5.030.070	8.561.083	58,8 %	251.504	326.132	<b>14.857</b>	4,6 %	489	<b>23.838</b>	0,5 %
2016	5.094.563	8.596.866	59,3 %	254.728	319.221	<b>18.902</b>	5,9 %	1.216	<b>41.524</b>	0,8 %
2017	5.159.056	8.632.046	59,8 %	257.953	322.446	<b>34.258</b>	10,6 %	2.137	<b>73.645</b>	1,4 %
2018	5.223.549	8.666.623	60,3 %	261.177	325.670	<b>41.540</b>	12,8 %	3.789	<b>111.395</b>	2,1 %
2019	5.288.042	8.700.597	60,8 %	264.402	328.895	<b>49.872</b>	15,2 %	5.759	<b>155.508</b>	2,9 %
2020	5.352.535	8.733.967	61,3 %	267.627	332.120	<b>60.159</b>	18,1 %	8.063	<b>207.604</b>	3,9 %
2025	5.624.726	8.891.772	63,3 %	281.236	335.674	<b>166.216</b>	49,5 %	29.276	<b>699.342</b>	12,4 %
2030	5.905.962	9.034.498	65,4 %	295.298	351.545	<b>273.000</b>	77,7 %	72.978	<b>1.596.689</b>	27,0 %
2035	6.178.924	9.162.144	67,4 %	308.946	363.334	<b>335.956</b>	92,5 %	127.407	<b>2.640.341</b>	42,7 %
2040	6.447.606	9.274.710	69,5 %	322.380	375.657	<b>366.414</b>	97,5 %	180.354	<b>3.622.893</b>	56,2 %
2045	6.710.171	9.372.197	71,6 %	335.509	387.487	<b>380.623</b>	98,2 %	226.075	<b>4.458.429</b>	66,4 %
2050	6.965.679	9.454.605	73,7 %	348.284	398.776	<b>393.373</b>	98,6 %	264.023	<b>5.152.848</b>	74,0 %

Nachfolgend sind die Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung sowie zur weiteren Zunahme des Gesamtfahrzeugbestandes dargestellt. Das weiterhin starke Wachstum des Fahrzeugbestandes ergibt sich hauptsächlich aus einem ebenso steigenden Motorisierungsgrad sowie einem kontinuierlichen Bevölkerungswachstum.

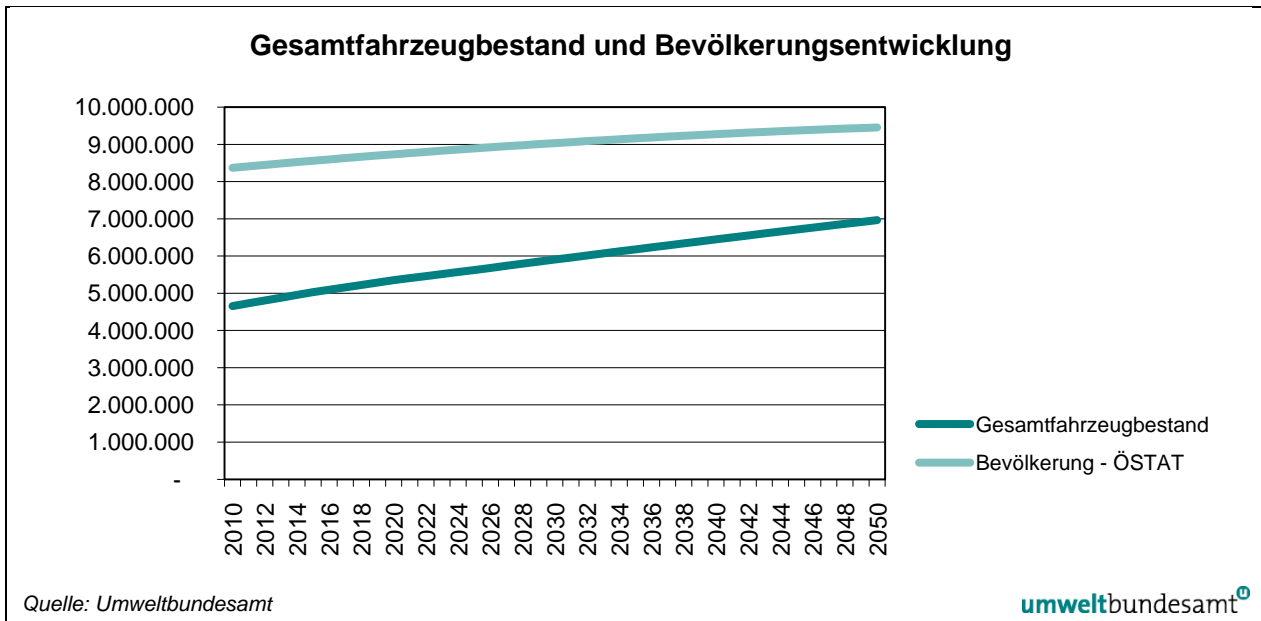


Abbildung 16: Bevölkerungsentwicklung und errechneter Gesamtfahrzeugbestand bis zum Jahr 2050.

Abbildung 17 zeigt das Szenario der Fahrzeugausfälle aus der Flotte unter der zuvor beschriebenen Zugrundelegung vereinfachter Ausfallwahrscheinlichkeiten.

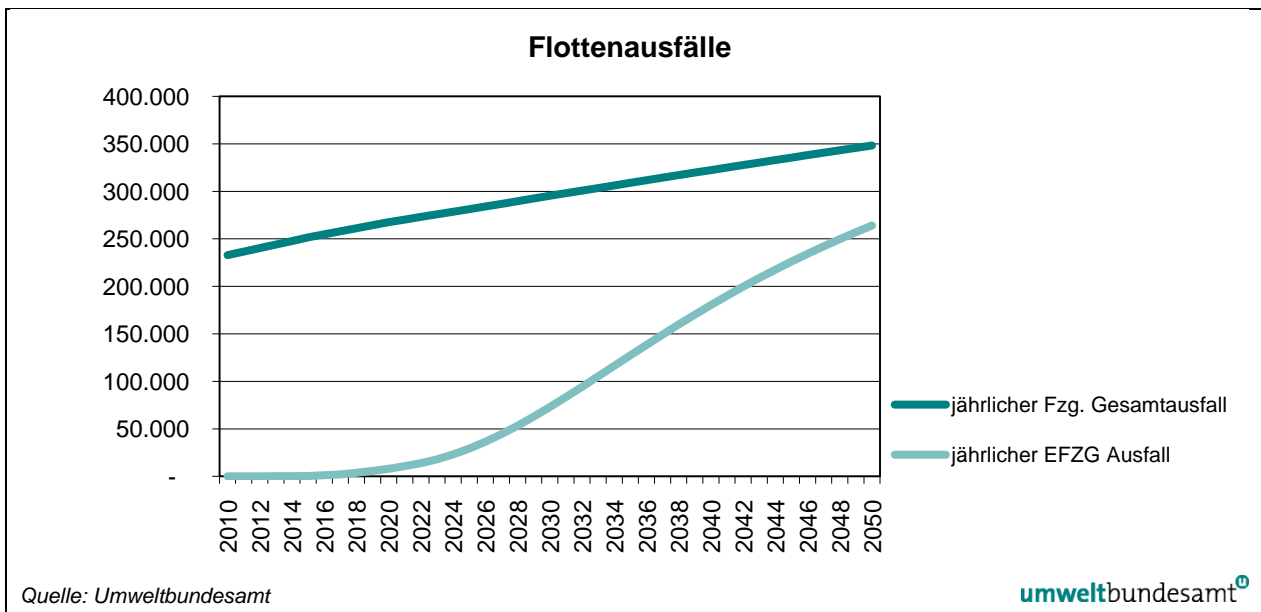


Abbildung 17: Entwicklung des jährlichen Gesamtausfalls an Pkw sowie an Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen aus der österreichischen Flotte bis zum Jahr 2050.

Folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des Neufahrzeugmarktes bis zum Jahr 2050. Im Jahr 2050 werden die gesamten Neuzulassungen ungefähr 400.000 Fahrzeuge betragen, also etwa um 100.000 Stück mehr als aktuell. Die Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen werden ab dem Jahr 2020 stark ansteigen. Im Jahr 2025 wird demnach bereits ungefähr die Hälfte aller Neufahrzeuge aus Elektrofahrzeugen oder Plug-in Hybridfahrzeugen bestehen. Ab etwa 2040 werden konventionelle Antriebe fast vollständig durch Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybridfahrzeuge substituiert.

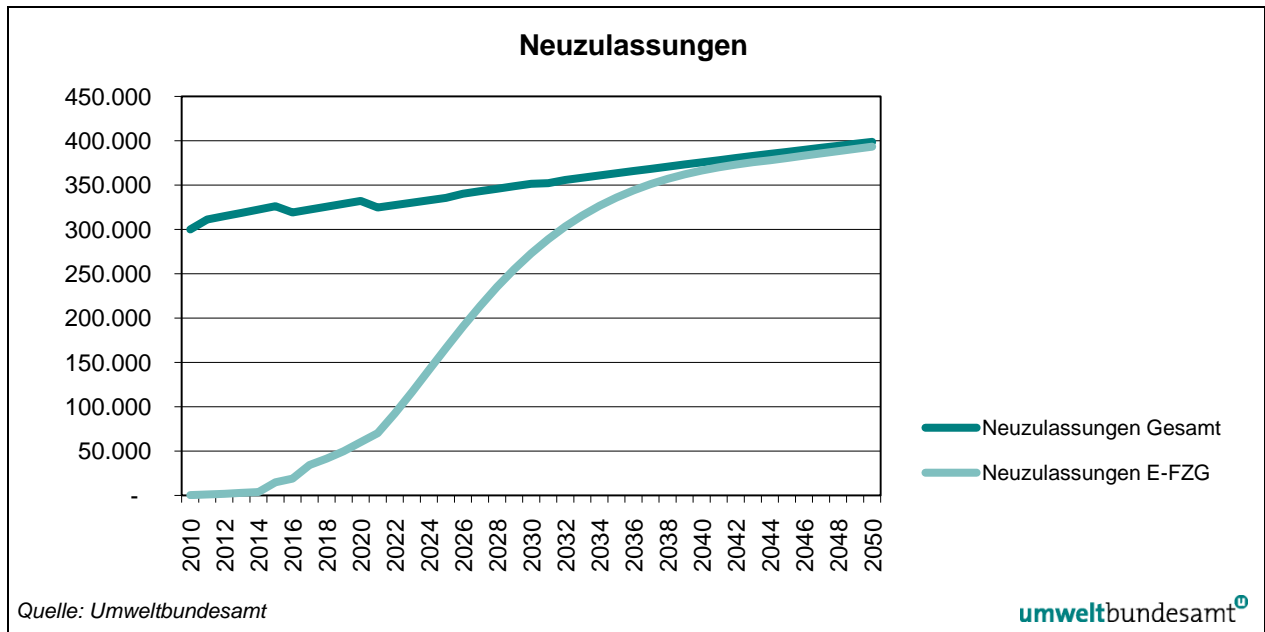


Abbildung 18: Entwicklung der gesamten Neuzulassungen sowie der Zulassungen von Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen bis zum Jahr 2050.

Abbildung 19 zeigt die Entwicklung des Gesamtfahrzeugbestandes bis zum Jahr 2050. Dieser wird im Jahr 2050 ungefähr 7 Mio. betragen, wovon 5 Mio. Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybridfahrzeuge sein werden, was ungefähr 75 % entspricht. Es ist anzunehmen, dass die durchschnittliche Fahrleistung konventionell betriebener Kfz tendenziell geringer werden wird, eine quantitative Abschätzung ist allerdings schwierig, da eine starke Koppelung zum Rohölpreis vorherrscht.

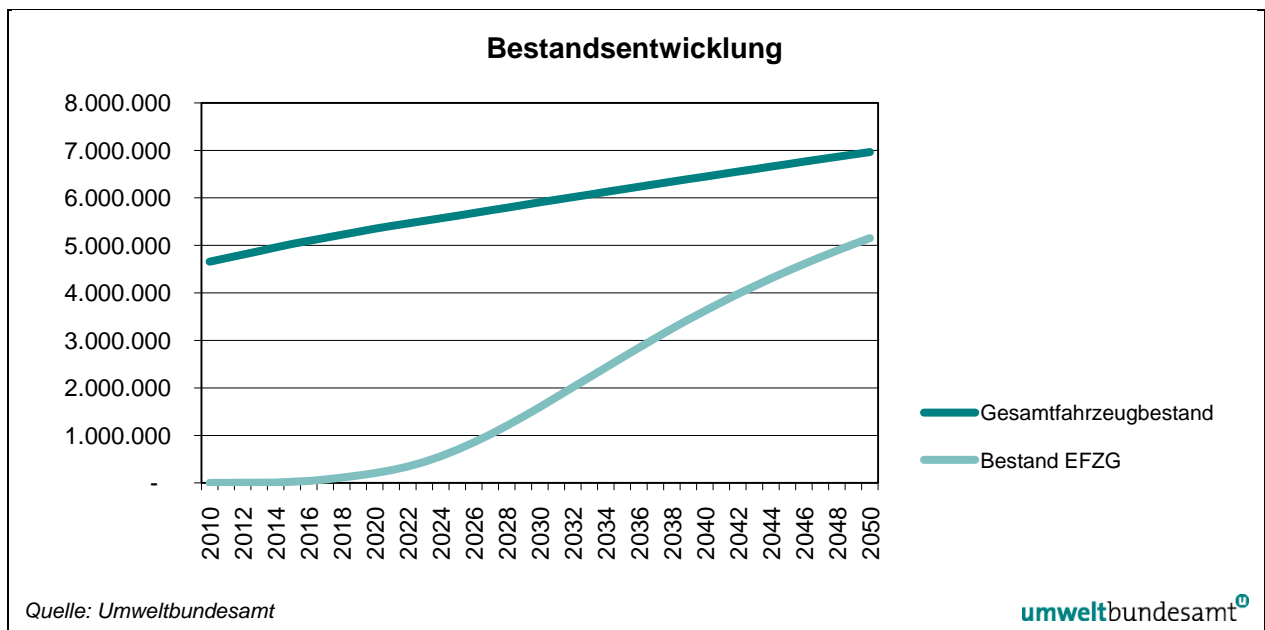


Abbildung 19: Entwicklung der gesamten Pkw-Bestandes sowie des Bestandes an Elektrofahrzeugen und Plug-in Hybridfahrzeugen bis zum Jahr 2050.

## 9 TREIBHAUSGASEMISSIONEN & -REDUKTION BIS ZUM JAHR 2050

Unterschiedliche Szenarien zeigen, dass der Fahrzeugbestand in Westeuropa in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts weiter zunehmen wird. Dies resultiert hauptsächlich in einem noch steigenden Motorisierungsgrad sowie zum Teil auch aus einem leicht anhaltenden Bevölkerungswachstum. Ebenso spielt bei der Flottenentwicklung auch eine sich stetige verändernde Altersverteilung der Bevölkerung eine wesentliche Rolle. Die durchschnittliche Fahrleistung pro Pkw wird sich allerdings verringern, wobei die Gesamtfahrleistung der Flotte weiter steigt.

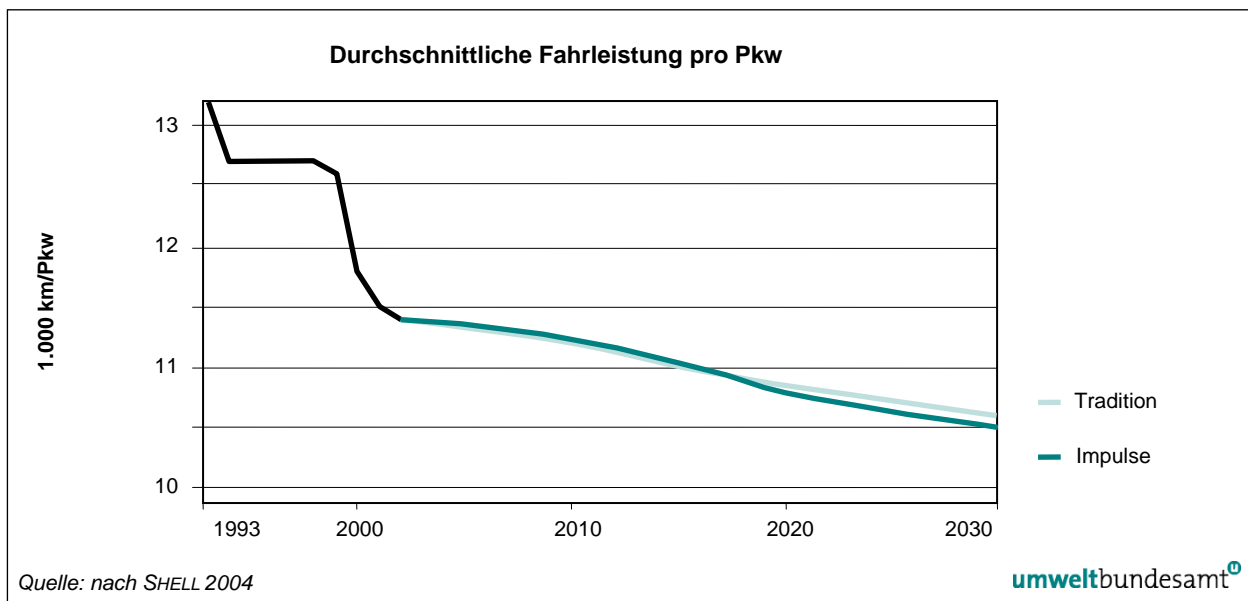


Abbildung 20: Entwicklung der durchschnittlichen Fahrleistung bis 2030.

Tabelle 8 zeigt die mit der Entwicklung der Elektromobilität in Österreich verbundenen Einsparungen an CO<sub>2</sub>-Emissionen. Diesem Szenario wurde zugrunde gelegt, dass der Anteil an rein elektrischen Fahrzeugen gegenüber Plug-in Hybridfahrzeugen ständig zunehmen wird und letztere etwa zu 15 % mit konventionellen Treibstoffen betrieben werden.

Generell sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2050 um etwa 20 % durch reine Effizienzmaßnahmen bei konventionellen Antrieben. Durch die Einführung der Elektromobilität im errechneten Rahmen lassen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen allerdings drastisch um bis zu 80 % bis zum Jahr 2050 reduzieren, d. h. von derzeit ca. 10 Mio. Tonnen auf 2 Mio. Tonnen im Jahr 2050. Die Einsparung an CO<sub>2</sub> allein durch die Elektromobilität beläuft sich dabei auf mehr als 5 Mio. Tonnen. Die Prognosedaten bauen hier, wie zuvor angeführt, auf der zukünftigen Bevölkerungsentwicklung und der Entwicklung des Motorisierungsgrades auf. Alternative Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion, wie etwa eine stärkere Verlagerung vom Straßenverkehr auf den öffentlichen Verkehr oder ökonomische beziehungsweise ordnungsrechtliche Maßnahmen zur Reduktion der Fahrleistung, sind in den Prognosedaten nicht berücksichtigt.

Tabelle 8: Errechnete CO<sub>2</sub>-Einsparungen bis 2050. Quelle: Umweltbundesamt.

Jahr	Summe Fahrleistung in Mio km	Summe Emissionen in Tonnen CO <sub>2</sub>	Durch reine EV vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen in Tonnen CO <sub>2</sub>	Durch PHEV vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen in Tonnen CO <sub>2</sub>	Summe Einsparungen Emissionen durch Elektromobilität in Tonnen CO <sub>2</sub>
2010	65.755	10.486.458	245	625	871
2011	66.705	10.547.370	842	2.146	2.988
2012	67.660	10.609.532	1.821	4.643	6.464
2013	68.610	10.672.684	3.266	8.329	11.595
2014	69.561	10.576.623	5.053	12.885	17.938
2015	70.511	10.593.730	12.551	32.006	44.557
2016	71.128	10.550.494	21.498	54.821	76.319
2017	71.744	10.505.391	37.491	95.601	133.092
2018	72.366	10.516.719	56.069	142.975	199.044
2019	72.982	10.521.440	77.352	197.248	274.601
2020	73.599	10.511.544	101.925	259.910	361.835
2025	76.184	10.134.307	388.090	741.152	1.129.242
2030	78.344	10.019.379	991.406	1.459.750	2.451.156
2035	80.834	9.500.641	1.721.337	1.987.657	3.708.994
2040	82.922	9.057.054	2.452.963	2.240.746	4.693.709
2045	84.813	8.558.974	3.070.887	2.223.549	5.294.436
2050	86.500	8.010.589	3.543.639	2.024.852	5.568.492

Folgende Abbildung 21 verdeutlicht das hohe CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial durch die Einführung der Elektromobilität.

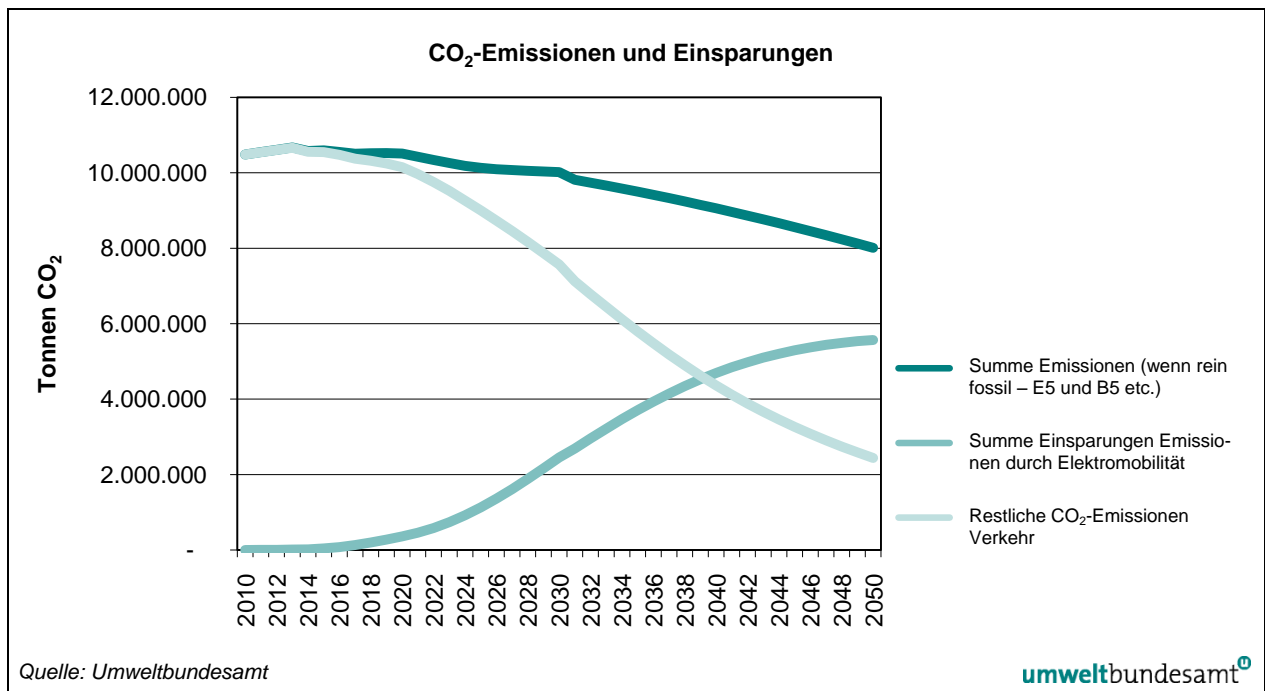


Abbildung 21: Summe der errechneten CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Einsparungen durch die Elektromobilität, verglichen mit einem Szenario ohne Elektromobilität, 2010–2050.

## 10 AUSWIRKUNGEN DER ELEKTROMOBILITÄT IM VERGLEICH ZU ANDEREN MASSNAHMEN

Speziell längerfristig verfügt die Einführung der Elektromobilität über ein hohes Potenzial zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, welches mit alternativen Maßnahmen kaum zu erreichen wäre. Nur äußerst restriktive Maßnahmen wie etwa flächendeckende Fahrverbote oder eine massive Kostenerhöhung würden zu ähnlich hohen Treibhausgaseinsparungen führen. Unter den technologisch verfügbaren Maßnahmen ist eine derartige Reduktion jedenfalls nicht darstellbar.

Auffallend bei der Emissionsentwicklung ist der anfangs langsame Verlauf des Einsparungspotenzials. Bis 2020 umfasst die Treibhausgasreduktion etwa 0,36 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Damit entspricht die Emissionsreduktion in etwa der Wirkung von flächendeckenden Tempolimits (30/80/100) im Jahr 2010. Zurückzuführen ist dieser Effekt auf die gebremste Flottendurchdringung in diesem Zeitraum.

Ab 2020 nimmt die errechnete Emissionsreduktion mit steigender Flottendurchdringung durch alternative Kfz rasch zu, im Jahr 2030 beträgt sie bereits knapp 2,5 Mio. Tonnen. Dieser Wert entspricht in etwa dem Einsatz von 10 % Biokraftstoffen im Verkehrssektor, der bisher wirksamsten veranlassten Maßnahme zur Reduktion der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors in Österreich. Hierzu ist anzumerken, dass ein Biokraftstoffanteil über 10 % (bei derzeitigem Energieeinsatzniveau im Verkehr) aus heutiger Sicht aus Ressourcengründen als äußerst schwierig erreichbar angesehen wird. Bis 2040 erhöht sich der errechnete Einsparungseffekt auf etwa 4,7 Mio. Tonnen Treibhausgasemissionen, 2050 erreicht der Wert eine Höhe von etwa 5,6 Mio. Tonnen.

Aus derzeitiger Sicht gibt es keine anderen technologischen Maßnahmen, welche im Verkehr eine derartige Emissionsreduktion ermöglichen würden. Alternativ wäre eine solche Reduktion, wie bereits erwähnt, nur mit äußerst restriktiven verkehrsbeschränkenden (legistischen oder ökonomischen) Maßnahmen erzielbar. Zur Erreichung der Klimaziele für 2050 ist der technologische Beitrag der raschen Einführung der Elektromobilität daher von höchster Bedeutung.

In diesem Zusammenhang ist jedoch zu berücksichtigen, dass die eingesetzte elektrische Energie bei der Produktion ebenfalls Emissionen verursacht. Die hier angeführten Emissionsreduktionen folgen den internationalen Regeln der Treibhausgasbilanzierung, welche die Emissionen jenem Sektor zuordnen, in welchem sie anfallen. Emissionen aus der Stromproduktion werden somit in jenen Sektoren bilanziert, in welchen die Aktivitäten zur verstärkten Stromproduktion anfallen (Industriesektor bei Kraftwerken, Land- und Forstwirtschaft bei der verstärkten Produktion von energetischen Rohstoffen etc.). Diese Emissionen sind den Einsparungen im Verkehrssektor gegenüberzustellen. Zur Erreichung der Ziele der Treibhausgasreduktion ist es daher eine notwendige Voraussetzung sicherzustellen, dass der eingesetzte Strom aus erneuerbaren Quellen stammt und somit die Treibhausreduktion auch unter Berücksichtigung der vorgelagerten Emissionen hoch bleibt.

## 11 VERBRAUCH VON ELEKTRISCHER ENERGIE DURCH DIE EINFÜHRUNG VON ELEKTROMOBILITÄT

Durch den Einsatz von Elektromobilität im Verkehrssektor kommt es zu einer Bedarfsverschiebung von fossilen Kraftstoffen hin zu elektrischer Energie. Dieser Abschnitt befasst sich mit der Ermittlung jener Elektrizitätsmenge, die von rein elektrischen betriebenen sowie von Plug-in Hybrid Fahrzeugen nachgefragt werden wird. Nachstehende Annahmen und Rahmenbedingungen wurden angesetzt.

- Der pro konventionellem Fahrzeug und Jahr benötigte Energiebedarf reduziert sich zwischen 2010 und 2050 von 8.991 kWh auf 6.540 kWh (– 27 %) (HAUSBERGER 2008). Der Energiebedarf reduziert sich im selben Ausmaß auch für Elektrofahrzeuge und PHEV.
- Wie bereits bei der Emissionsberechnung, wurde für PHEV ein durchschnittlicher Bedarf an fossilem Kraftstoff von 15 % (energetisch) angenommen.
- Der Effizienzfaktor von Elektrofahrzeugen liegt bei 3,5 und spiegelt den aufgrund des effizienteren Antriebstrangs (höherer Wirkungsgrad Elektromotor, Rekupation) reduzierten Bedarf an Primärenergieeinsatz wider.

Tabelle 9: Szenario des Energieeinsatzes für EV und PHEV bis zum Jahr 2050. Quelle: Umweltbundesamt.

Jahr	Bestand - OLI + Fortschreibung	Dieselfahrzeuge	Benzinfahrzeuge	Anteil reine EV an Fzg. Gesamtbestand	Anteil PHEV an Gesamtbestand	Gramm CO <sub>2</sub> pro km/Durchschnitt (bis 2030 OLI)	Fahrleistung Durchschnitt PKW/Jahr	Energieeinsatz Pkw gesamt GWh REIN FOSSIL	Energiebedarf pro konventionellem Fahrzeug/Jahr kWh	Energiebedarf der Elektrofahrzeuge Summe MWh	Energiebedarf der PHEV MWh	Summe Energieeinsatz E + PHEV MWh
2010	4.656.931	2.579.627	2.077.304	109	327	159	14.120	41.872	8.991	280	714	993
2011	4.731.558	2.650.365	2.081.193	378	1.133	158	14.098	42.140	8.906	961	2.450	3.411
2012	4.806.186	2.711.576	2.094.610	825	2.475	157	14.078	42.411	8.824	2.080	5.303	7.383
2013	4.880.814	2.764.375	2.116.439	1.494	4.481	156	14.057	42.691	8.747	3.733	9.518	13.251
2014	4.955.442	2.809.316	2.146.126	2.368	7.103	152	14.037	42.977	8.673	5.867	14.960	20.826
2015	5.030.070	2.847.253	2.182.817	5.960	17.879	150	14.018	43.264	8.601	14.645	37.346	51.991
2016	5.094.563	2.873.853	2.220.710	10.381	31.143	148	13.961	43.358	8.511	25.242	64.368	89.610
2017	5.159.056	2.896.084	2.262.972	18.411	55.233	146	13.906	43.449	8.422	44.302	112.970	157.271
2018	5.223.549	2.915.185	2.308.364	27.849	83.546	145	13.854	43.542	8.336	66.325	169.129	235.454
2019	5.288.042	2.932.100	2.355.942	38.877	116.631	144	13.801	43.627	8.250	91.641	233.685	325.326
2020	5.352.535	2.948.448	2.404.087	51.901	155.703	143	13.750	43.708	8.166	121.089	308.778	429.867
2025	5.624.726	3.004.983	2.619.743	215.397	483.944	133	13.545	43.767	7.781	478.866	914.509	1.393.374
2030	5.905.962	3.072.070	2.833.892	584.388	1.012.301	128	13.265	43.568	7.377	1.231.725	1.813.598	3.045.323
2035	6.178.924	3.220.002	2.958.922	1.119.504	1.520.836	118	13.082	44.445	7.193	2.300.720	2.656.680	4.957.400
2040	6.447.606	3.324.115	3.123.491	1.746.234	1.876.658	109	12.861	44.815	6.951	3.467.825	3.167.808	6.635.634
2045	6.710.171	3.428.228	3.281.943	2.407.552	2.050.878	101	12.639	45.185	6.734	4.631.995	3.353.907	7.985.903
2050	6.965.679	3.532.341	3.433.338	3.081.403	2.071.445	93	12.418	45.555	6.540	5.757.775	3.290.020	9.047.795

Bis zum Jahr 2050 wird sich das Ausmaß des an im Pkw-Straßenverkehr benötigten Stroms auf 9 TWh belaufen. Die dadurch eingesparte Menge flüssiger Kraftstoffe beträgt 31,5 TWh. Die Energiemenge, eingesetzt in PHEV, reduziert sich aufgrund von Verschiebungen des Flottenbestands hin zu rein elektrischen Fahrzeugen sowie der bereits beschriebenen Effizienzsteigerung pro Fahrzeug.

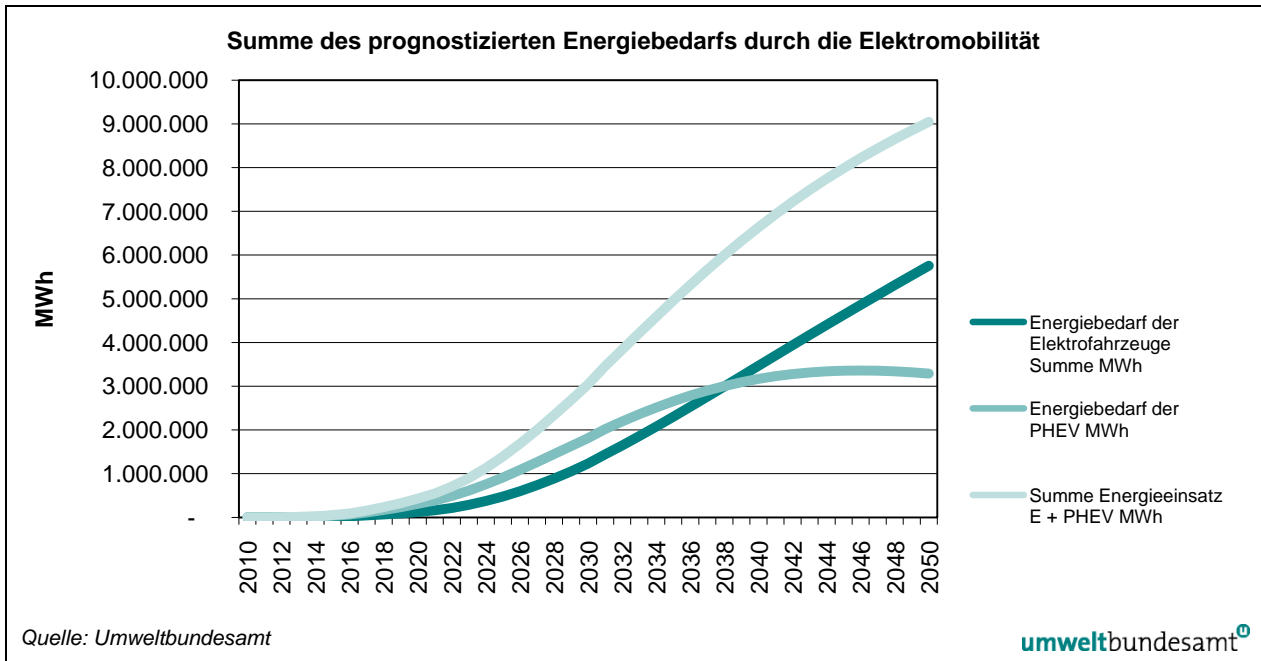


Abbildung 22: Summe des errechneten Energiebedarfs durch die Elektromobilität, 2010–2050.

Diese Elektrizitätsmenge sollte aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden um die Gesamtemissionen – d. h. auch jene der vorgelagerten Prozesse wie der Stromerzeugung – und damit verbunden auch andere unerwünschte Umwelteffekte minimal zu halten. Des Weiteren ist der aus erneuerbaren Energiequellen eingesetzte Strom in Elektrofahrzeugen gemäß Richtlinie 2008/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Energieträgern mit einem Faktor 2,5 anrechenbar. Der Einsatz von Strom aus erneuerbaren Quellen erleichtert somit wesentlich die Erreichung des Zieles von 10 % erneuerbarer Energie im Verkehrssektor 2020.



## 12 LITERATURVERZEICHNIS

- ACEA – European Automobile Manufacturers' Association (2009): Overview of CO<sub>2</sub> based motor vehicle taxes in the EU. April 2009.
- ALEL – All electronics (2009): Staatliche Förderung entscheidend für Elektroautos. [http://www.all-electronics.de/ae/news/32663-Staatliche+F%C3%B6rderung+entscheidend+f%C3%BCr+Elektroautos+\(31.09.09\).](http://www.all-electronics.de/ae/news/32663-Staatliche+F%C3%B6rderung+entscheidend+f%C3%BCr+Elektroautos+(31.09.09).)
- ALTANKRA (2008): Ajanovic, A.: "Szenarien der (volks-)wirtschaftlichen Machbarkeit alternativer Antriebssysteme und Kraftstoffe im Bereich des individuellen Verkehrs bis 2050, BMVIT.
- ATZ – Automobiltechnik für Automobilindustrie & Automobilzulieferer (2009): <http://www.atzonline.de/...Aktuell/Nachrichten/1/8792/BMW-und-Vattenfall-starten-Alltagsversuch-mit-Elektrofahrzeugen-in-Berlin.html> (06.09.09).
- BEPL – Better Place (2009): <http://www.betterplace.com> (07.09.09).
- BERG – Roland Berger Strategy Consultants (2008): Valentine-Urbschat, M. et al.: Automotive insights. Powertrain 2020 – the future drives electric. Munich/Stuttgart.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008): Pressedienst Nr. 274/08, Deutschland soll Leitmarkt für Elektromobilität werden. Nationale Strategiekonferenz Elektromobilität, Berlin.
- BOST – The Boston Consulting Group (2009): The comeback of the electric car? How real, how soon, and what must happen next.
- BRAUNER, G. (2008): Solare Mobilität 2030 – Machbarkeitsstudie zur solaren Vollversorgung im Verkehrsbereich 2030. TU-Wien.
- BUCHNER, M. & STEINER, T (2002): Alternative Energiequellen.
- BYD – Build Your Dreams (2009): BYD Auto. <http://www.byd.com> (06.09.09).
- DEUTSCHE BANK (2009): Lache, R. et al.: Electric Cars: Plugged In 2 A mega-theme gains momentum. Frankfurt.
- DUDDENHÖFFER, F. (2008): Präsentation The World Car Markets after the Crisis; 9<sup>th</sup> European All-Wheel Drive Congress, Graz 2008.
- E-CONNECTED (2009): Abschlussbericht, Wien.
- EEA – European Environment Agency (2008): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008 – Tracking progress towards Kyoto targets, EEA Report No 5/2008, Copenhagen.
- ENGEL, T. (2005): Das Elektrofahrzeug als Regelenergiekraftwerk des Solarzeitalters. Gesellschaft für Sonnenenergie – Arbeitsschwerpunkt Solare Mobilität.
- ETC/ACC (2009): Hacker, F. et al.: Environmental impacts and impact on the electricity market of a large scale introduction of electric cars in Europe – Critical Review of Literature – The European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC).
- GREENE, D. (2001): TAFV Alternative Fuels and Vehicles Choice Model Documentation.
- GRS – Gemeinsames Rücknahmesystem (2007): Fricke, J.: Die Welt der Batterien – Funktion, Systeme, Entsorgung; Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien, Deutschland.

- HAUSBERGER, S. (2008) Aktualisierung der Emissionsdaten und Modellberechnungen zum Verkehr in Österreich, 2005 – Trends und Ausblick bis 2030. Erstellt im Auftrag von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, TU Graz, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, Graz.
- IEA – International Energy Agency (2008a): Outlook for hybrid and electric vehicles.
- IEA – International Energy Agency (2008b): Energy technology perspectives 2008. Scenarios & strategies to 2050. Paris.
- KANARI, N. et al. (2003): End-of-Life Vehicle Recycling in the European Union.
- McKINSEY – McKinsey & Company (2009a): Pathways to a low-carbon economy. Version 2 of the global greenhouse gas abatement curve.
- McKINSEY – McKinsey & Company (2009b): Roads toward a low-carbon future: reducing CO<sub>2</sub> emissions from passenger vehicles in the global road transportation system. New York.
- OELZE, S. et al. (2008): Mobilität 2050 Szenarien der Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050. Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin.
- REICHEL, R. (2004): Solare Mobilität – Stand und Perspektiven. Bundesverband Solare Mobilität.
- SHELL (2004): Szenarien des Pkw-Bestandes und der Neuzulassungen in Deutschland bis zum Jahr 2030, Hamburg.
- SHELL (2008): Shell energy scenarios to 2050. The Hague.
- STATISTIK AUSTRIA (2009): Bevölkerungsprognose 2009. Erstellt am 6. Oktober 2009.
- TESLA – Tesla Motors (2009): <http://www.teslamotors.com/> (06.09.09).
- UMWELTBUNDESAMT (2008a): Poetscher, F. & Winter, R.: CO<sub>2</sub>-Monitoring 2008. Reports, Bd. REP-194. Umweltbundesamt, Wien. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- UMWELTBUNDESAMT (2009): Anderl, M.; Freudenschuß, A.; Köther, T.; Kuschel, V.; Muik, B.; Pazdernik, K.; Poupá, S.; Schodl, B.; Schwaiger, E.; Seuss, K.; Weiss, P.; Wieser, M. & Zethner G.: Austria's National Inventory Report (NIR) 2009. Reports, Bd. REP-0188. Umweltbundesamt, Wien.
- WALLENTOWITZ, H. & BÄDY, R. (1998): Batterie-, Brennstoffzellen- und Hybridfahrzeuge. Institut für Kraftfahrwesen Aachen, VDI-Tagung.
- WYMAN, O. (2009): E-Mobility 2025 – The New Power Play to Win (or Lose).

### Rechtsnormen und Leitlinien

- Richtlinie 2008/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. März 2008 zur Änderung der Richtlinie 2005/32/EG zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG im Hinblick auf die der Kommission übertragenen Durchführungsbefugnisse. Abl. Nr. L 81.