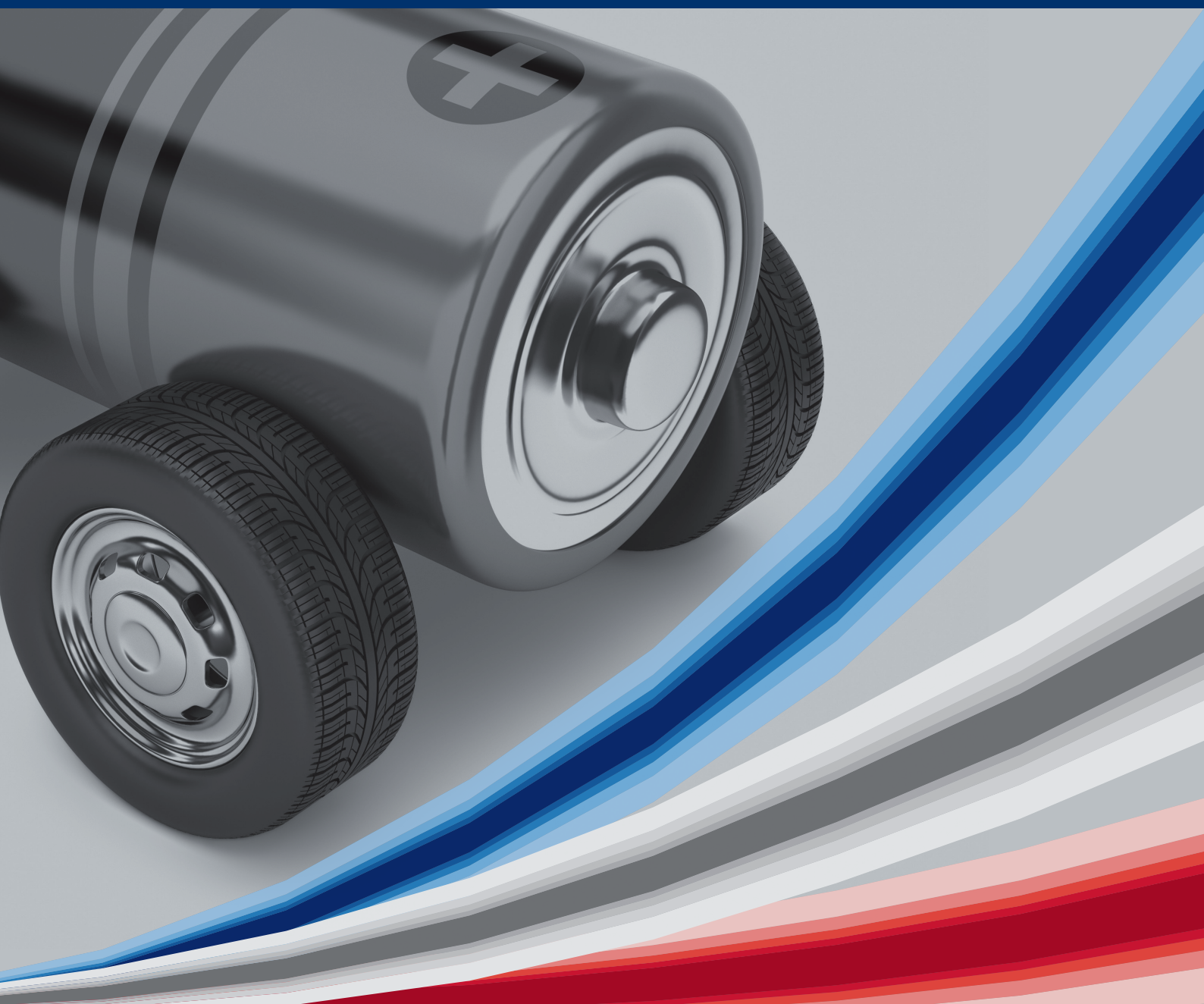

MARKTHOCHLAUFSZENARIEN FÜR ELEKTROFAHRZEUGE

KURZFASSUNG

MARTIN WIETSCHEL, PATRICK PLÖTZ, ANDRÉ KÜHN UND TILL GNANN



Disclaimer

Diese Studie wurde im Auftrag von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und der Arbeitsgruppe 7 (AG 7) der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) erstellt. Die Annahmen und die Methodik sowie die Ergebnisse und Schlussfolgerungen wurden mit Vertretern der AG 7 sowie weiteren Vertretern der NPE umfangreich diskutiert. Für den Inhalt der Studie ist allein das Fraunhofer ISI verantwortlich. Die Studie gibt nicht die Meinung von acatech oder der AG 7 der NPE wieder.

Kontakt

Prof. Dr. Martin Wietschel
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe

E-Mail: martin.wietschel@isi.fraunhofer.de

Telefon: +49 (0) 721 6809 254



Fraunhofer
ISI

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SYSTEM- UND INNOVATIONSFORSCHUNG ISI

INHALT

1	EXECUTIVE SUMMARY	4
2	EINLEITUNG	7
3	METHODIK, SZENARIEN UND WICHTIGE EINGANGSDATEN	9
4	ERGEBNISSE	14
5	DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	25
6	QUELLEN	28

1 EXECUTIVE SUMMARY

Welcher Marktanteil an Elektrofahrzeugen ist in Deutschland bis zum Jahre 2020 zu erwarten? Dieser Frage geht die vorliegende Studie nach. Dazu wird das ökonomische Potenzial von Elektrofahrzeugen unter Berücksichtigung von mehreren tausend realen Fahrprofilen konventioneller Fahrzeuge und technischen sowie ökonomischen Daten für verschiedene Szenarien erhoben. Hemmende Faktoren für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen, beispielsweise die begrenzte Reichweite und das limitierte Fahrzeugangebot, werden ebenso integriert wie fördernde Faktoren in Form einer Mehrpreisbereitschaft für eine innovative Technologie.

Die wesentlichen Ergebnisse der Studie sind:

- Es gibt eine hohe Unsicherheit beim Markthochlauf, da dieser stark von externen Rahmenbedingungen wie der Batterie-, Rohöl- und Strompreisentwicklung abhängt.
- Unter günstigen Rahmenbedingungen für Elektrofahrzeuge kann das gemeinsame Ziel der Bundesregierung und der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) von einer Million Elektrofahrzeugen bis 2020 ohne Kaufförderung erreicht werden.
- Selbst unter ungünstigen Rahmenbedingungen kann eine nennenswerte Anzahl von Elektrofahrzeugen bis 2020 in den Markt kommen (etwa 150.000 bis 200.000 Fahrzeuge im Bestand).
- Hohe elektrische Fahranteile (über 80 %) bei gleichzeitig hohen Jahresfahrleistungen (über 15.000 km) sind entscheidende Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen. Ein nennenswerter Anteil an Fahrprofilen erfüllt diese Prämissen.
- Die Range-Extender- und Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge werden in den kommenden Jahren voraussichtlich größere Marktanteile (ca. drei Viertel) erzielen können als reine Batteriefahrzeuge.
- In den kommenden Jahren werden bei niedrigen jährlichen Fahrleistungen unter Wirtschaftlichkeitsaspekten weiterhin Benziner dominieren, bei sehr hohen die Dieselfahrzeuge.
- Der private Bereich ist ein relevanter Markt für Elektrofahrzeuge. Besonders Vollzeitbeschäftigte aus ländlichen Gebieten und kleinen bis mittelgroßen Städten bzw. Vororten von größeren Städten weisen hohe Potenziale für die Umstellung auf Elektrofahrzeuge auf. Sie machen circa ein Drittel der privaten Pkw-Besitzer aus.

- Für Nutzer mit Garagen (ca. 60 % der privaten Pkw-Halter) oder mit festen Stellplätzen am Haus bietet sich die Umstellung ökonomisch deutlich mehr an als für die sogenannten „Laternenparker“, weil die Kosten der Ladeinfrastruktur einen klaren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben. Weiterhin ist die Gesamtanzahl an „Laternenparkern“ im Vergleich zu denen mit Garagen oder eigenen Stellplätzen am Haus vergleichsweise gering (je nach Definition zwischen 3 bis 20 %).
- Ein interessantes ökonomisches Potenzial weisen rein gewerbliche Flotten auf, die rund 30 % des Neuwagenmarktes ausmachen. Die Gründe liegen in den entsprechenden Fahrprofilen mit oftmals planbaren Routen, den spezifischen ökonomischen Rahmenbedingungen wie dem Wegfall der Mehrwertsteuer, was sich gerade bei den höheren Kaufpreisen von Elektrofahrzeugen positiv auswirkt, und der hohen Relevanz der Wirtschaftlichkeit im Entscheidungsprozess bei der Fahrzeuganschaffung.
- Verschiedene Politikmaßnahmen wie die Einführung von Sonderabschreibungsmöglichkeiten, eine Pauschalsubvention oder das Angebot zinsgünstiger Kredite könnten den Markthochlauf beschleunigen. Mit vergleichsweise überschaubarer finanzieller Förderung kann man bei gewerblichen Flotten ein deutliches Marktwachstum erzielen. Sonderabschreibungen bieten sich hier an. Allerdings erfordert eine umfassende Bewertung von Politikmaßnahmen auch die Analyse volkswirtschaftlicher Effekte. Diese werden in der vorliegenden Studie nicht betrachtet.
- Zur Gruppe der Dienstwagennutzer, die einen relevanten Marktanteil von ca. 30 % bei den Neuwagen ausmachen und die insbesondere für das Pkw-Premium-Segment wichtig sind, liegen bislang wenig öffentlich verfügbare empirische Daten und Untersuchungen vor. Der Entscheidungsprozess ist komplex und noch wenig untersucht, da hier Firmen- wie auch Pkw-Nutzerinteressen in Einklang zu bringen sind. Das Umstellungspotenzial ist aus rein ökonomischer Sicht vermutlich beschränkt, da die Nutzer teilweise ungünstige Fahrprofile mit oftmals langen Einzelwegstrecken aufweisen. Im Dienstwagen-Bereich besteht noch weiterer Forschungsbedarf.
- Relevante Unsicherheiten in den Szenarienanalysen bestehen bei den Annahmen zur Mehrpreisbereitschaft beim Kauf von Elektrofahrzeugen sowie der Bereitschaft, trotz derzeit noch eingeschränkter Modellauswahl auf Fahrzeuge mit Elektroantrieb umzusteigen. Beides hat jedoch einen großen Einfluss auf den Markthochlauf. Die eingeschränkte Modellauswahl wird in den kommenden Monaten teilweise aufgehoben, da deutsche Pkw-Hersteller eine Vielzahl an Modellen (16 Modelle bis Ende 2014) angekündigt haben.

2 EINLEITUNG

Elektrofahrzeuge (engl. Electric Vehicle – EV) werden im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität als wesentliche Elemente für einen zukunftsfähigen Verkehr identifiziert. Durch einen zunehmenden Umstieg auf elektrische Antriebe besteht die Möglichkeit, die Abhängigkeit Deutschlands von Ölimporten zu reduzieren, Emissionen sowohl global (CO₂) als auch lokal (Schadstoffe, Lärm) zu minimieren, dabei zur Schonung der Ressourcen beizutragen und ein multimodales Verkehrssystem weiterzuentwickeln.¹ Deutschland hat dabei das Ziel, im internationalen Wettbewerb zum Leitanbieter und Leitmarkt für Elektrofahrzeuge zu werden, um so seine Führungsrolle in der Automobil- und Zulieferindustrie sowie in der Wissenschaft zu erhalten. Als Etappenziel streben die Bundesregierung und die Nationale Plattform Elektromobilität² an, dass bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Die Bundesregierung kann jedoch nur dann zielgerichtete und effektive Maßnahmen zur Förderung ergreifen, wenn ein begründetes Verständnis über einen möglichen Markthochlauf von Elektrofahrzeugen besteht. Hierfür ist es wichtig, empirisch belastbare Markthochlaufmodelle zu entwickeln.

Das Gesamtziel dieses Forschungsvorhabens ist es daher, aufbauend auf den bisherigen Arbeiten der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) ein transparentes Modell zur Berechnung der Gesamtnutzungskosten von Elektrofahrzeugen zu erarbeiten. Darüber hinaus sollen verschiedene hemmende Faktoren (beispielsweise Ladeinfrastrukturverfügbarkeit und mangelndes Fahrzeugangebot) und fördernde Faktoren (beispielsweise höhere Mehrpreisbereitschaft durch Innovativität und Umweltfreundlichkeit) berücksichtigt und verschiedene Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge bis 2020 entwickelt werden. Weiterhin bilden Szenarien mehrere Möglichkeiten ab, wie sich wichtige Einflussgrößen, darunter die Batterie- und Rohölpreise, entwickeln könnten und wie sich das jeweils auf die EV-Verbreitung auswirkt. Zudem soll die Wirkung verschiedener Politikmaßnahmen auf den Markthochlauf analysiert werden.

Im nachfolgenden Kapitel wird die Vorgehensweise und das verwendete Modell kurz vorgestellt. Weiterhin werden die drei Szenarien beschrieben, die Sensitivitätsrechnungen und wichtige Modelleingangsparameter erläutert. Daran schließt sich die Ergebnisdarstellung an. Im abschließenden Kapitel werden die Ergebnisse diskutiert und Schlussfolgerungen gezogen. Eine ausführliche Dokumentation mit einer detaillierten Darstellung aller Berechnungen, Eingangsdaten und Formeln findet sich im ausführlichen Bericht (*Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge – Langfassung*).³

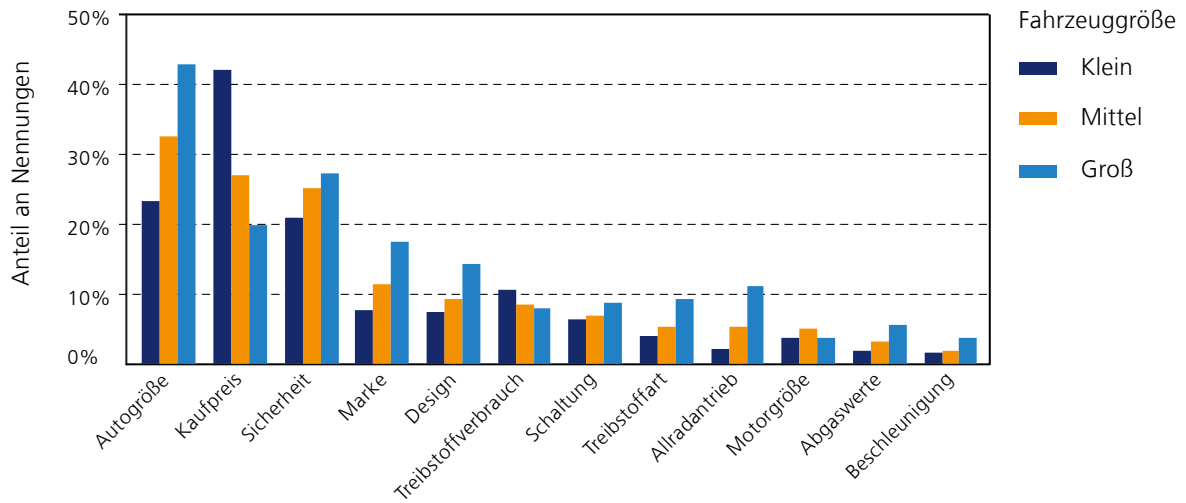
¹ Vgl. Bundesregierung 2009.

² Vgl. NPE 2010.

³ Plötz et al. 2013.

Wichtige Faktoren im Entscheidungsprozess PKW-Kauf

Kriterium an erster Stelle im Entscheidungsprozess



Im Modell berücksichtigt:

- Autogröße
- Kaufpreis
- Marke
- Treibstoffverbrauch
- Treibstoffart (teilweise)
- Abgaswerte (teilweise)

Als gleichwertig

- angenommen:
- Sicherheit
- Design
- Beschleunigung

Nicht berücksichtigt:

- Schaltung
- Motorgröße (= Leistung)
- Allradantrieb

Abbildung 3-1: Wichtige Faktoren im Kaufentscheidungsprozess⁴ bei Privatkäufern und deren Berücksichtigung im Modell ALADIN

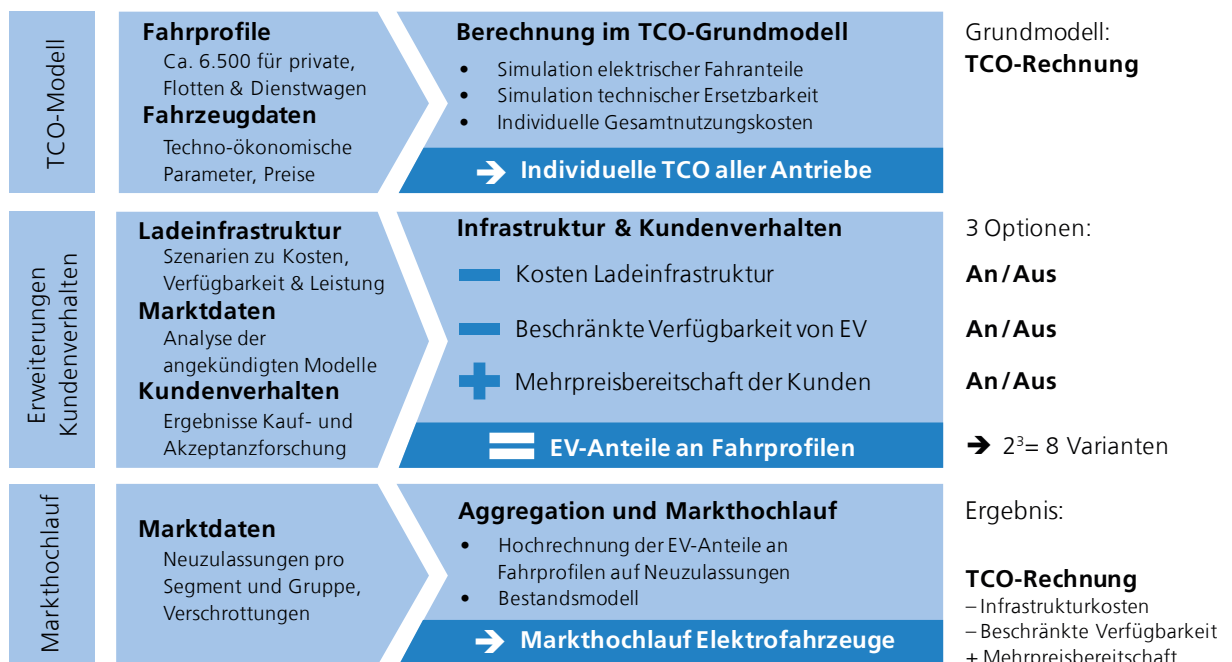


Abbildung 3-2: Überblick über die Vorgehensweise im Modell ALADIN

3 METHODIK, SZENARIEN UND WICHTIGE EINGANGSDATEN

3.1 METHODIK

Im Folgenden wird das Vorgehen zur Berechnung des Markthochlaufs für Elektrofahrzeuge beschrieben.⁵ Kernelement der Methodik ist das Simulationsmodell ALADIN (**A**lternative **A**ntriebe **D**iffusion und **I**nfrastruktur).⁶ Die Berechnung des Markthochlaufs erfolgt dabei sukzessive, ausgehend von einem Wirtschaftlichkeitsvergleich verschiedener Antriebe über die Berücksichtigung hemmender bis hin zur Betrachtung fördernder Faktoren für circa 6.500 Fahrprofile. Ein Fahrprofil umfasst alle Wege eines Fahrzeugs in mindestens einer repräsentativen Woche. Die sukzessive Vorgehensweise erlaubt ein getrenntes Nachvollziehen der Effekte der einzelnen Einflussgrößen auf einen Markthochlauf und dient damit der Herstellung einer Transparenz.

Abbildung 3–1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Faktoren, die bei den Kaufentscheidungen von privaten Käufern eine Rolle spielen und welche davon im Modell berücksichtigt werden. Abbildung 3–2 zeigt die generelle Vorgehensweise im Modell ALADIN.

Die Kosten für Erwerb und Nutzung eines Fahrzeugs spielen für potenzielle Käufer bei der Entscheidung über den Kauf eine wichtige Rolle.⁷ Bei gewerblichen Flotten dominieren die Wirtschaftlichkeitsaspekte noch deutlich stärker.⁸ Im Vergleich zu konventionellen Pkw sind Elektrofahrzeuge in der Regel in der Anschaffung teurer, aber bei den laufenden Kosten oftmals günstiger, unter anderem wegen geringerer Kraftstoff- und Wartungskosten. Eine Betrachtung der Gesamtkosten ist also notwendig, um zu bestimmen, bei welchen Nutzungs- beziehungsweise Fahrprofilen Elektrofahrzeuge in Bezug auf die Ge-

samtnutzungskosten wirtschaftlicher als konventionelle sind. Gesamtkostenrechnungen für Fahrzeuge sind dementsprechend ein gängiger Bestandteil von Modellen für die Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen.⁹

In einem ersten Schritt werden deshalb die Kosten der Gesamtnutzung, genannt „TCO“ (Total-Cost of Ownership), für Elektrofahrzeuge und konventionelle Fahrzeuge in Deutschland ermittelt. Die TCO setzt sich zusammen aus Anschaffungsausgaben und laufenden Kosten für das jeweilige Fahrzeug und wird aus Nutzersicht berechnet. Abbildung 3–1 liefert einen Überblick über die einbezogenen ökonomischen Größen. Unter anderem aufgrund unterschiedlicher Besteuerung und Abschreibungsmöglichkeiten sowie abweichenden Nutzungsmustern werden die drei Nutzergruppen Privat, Gewerblich (reine Flottenfahrzeuge) und Dienstwagen differenziert. Da die TCO auch maßgeblich durch die Fahrzeuggröße beeinflusst werden, werden verschiedene Fahrzeugsegmente unterschieden. Tabelle 3–2 zeigt, auf welche Haltergruppen und Segmente die Neuzulassungen verteilt sind.

Bei den betrachteten Antriebstechnologien stehen reine Batteriefahrzeuge (BEV), Range-Extender-Fahrzeuge (REEV) und Plug-in-Hybride (PHEV)¹⁰ als Elektrofahrzeuge dem konventionellen Benzin- und Dieselantrieb gegenüber. Bei den TCO-Rechnungen wird die jeweils günstige Antriebstechnologie gewählt.

4 Eigene Auswertung auf Basis von Peters und de Haan 2006.

5 Eine ausführliche Dokumentation findet sich im ausführlichen Bericht (Plötz et al. 2013).

6 In seiner Gesamtheit wurde das Modell ALADIN bislang noch nicht publiziert, die einzelnen Datenbanken und Berechnungen für bestimmte Haltergruppen jedoch mehrfach (siehe u.a. Wietschel et al. 2012, Gnann et al. 2012a und 2012b, Plötz et al. 2012, Dütschke et al. 2012, Kley 2011).

7 Siehe z. B. für private Halter Peters et al. 2011 und für gewerbliche Halter Dataforce 2011.

8 Siehe Öko-Institut 2011a und Dataforce 2011.

9 Siehe u.a. Fraunhofer ISI 2012; ESMT 2011; Kley 2011; McKinsey 2011; NPE 2011a, 2011b; Plötz et al. 2012; Wietschel et al. 2009 u. 2011; Schmid 2012; Mock 2010.

10 Wird bei hybriden Fahrzeugkonzepten die Option realisiert, auch direkt mit dem Verbrennungsmotor zu fahren, spricht man von Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV). Range-Extender-Fahrzeuge (REEV) haben zusätzlich zur Batterie einen Verbrennungsmotor mit Generator zur Reichweitenverlängerung. Dieser liefert zusätzlichen Strom für die Batterie, treibt das Fahrzeug jedoch nicht direkt an.

Tabelle 3-1: Im Modell ALADIN betrachtete ökonomische Größen

Parameter	Privat	Gewerblich	Dienstwagen
Anschaffungspreis	✓	✓	✓
Diskontierung zukünftiger Kosten	✓	✓	✓
Restwert am Ende der Haltedauer	✓	✓	✓
Kraftstoffpreise (Benzin, Diesel, Strom)	✓	✓	✓
Reparatur- und Wartungskosten	✓	✓	✓
Mehrwertsteuer	✓		
Kfz-Steuer	✓	✓	✓
Versteuerung geldwerter Vorteil ¹¹			✓
Mehrpriparbereitschaft	je nach Variante		
Ladeinfrastrukturkosten	je nach Variante		

Tabelle 3-2: Betrachtete Kombinationen von Nutzergruppe und Segment

Segment	Privat	Gewerblich	Dienstwagen
Klein	✓	✓	✓
Mittel	✓	✓	✓
Groß	✓	✓	✓
Leichte Nutzfahrzeuge		✓	

Als eine wesentliche und entscheidende Neuerung gegenüber bisher bekannten TCO-Analysen wird die Berechnung nicht auf durchschnittlichen Jahresfahrleistungen basierend durchgeführt, sondern erfolgt stattdessen auf Basis realer Fahrprofile.¹² Ein Fahrprofil umfasst alle Wege samt Wegzweck, Streckenlänge, Abfahrts- und Ankunftszeitpunkt, Dauer sowie Informationen zum Fahrzeug über einen Beobachtungszeitraum von mindestens einer Woche. Sie variieren je Nutzer auch innerhalb der Gruppen sehr stark und haben dabei einen sehr hohen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen. Zusätzlich wird die Barriere der begrenzten Reichweite von BEV explizit in den Analysen berücksichtigt. Jedes einzelne Fahrprofil wird dahingehend analysiert, ob der Nutzer alle seine Fahrten mit einem BEV abdecken kann. Weiterhin wird der elektrische Fahranteil bei Plug-in-Hybriden beziehungsweise Range-Extendern individuell für jedes Fahrprofil simuliert. Dies ist für realitätsnahe Ergebnisse und die Wirtschaftlichkeit wichtig, die gerade bei PHEV und

REEV stark vom elektrischen Fahranteil abhängt. Auf dieser Basis werden die TCO-Rechnungen im ersten Schritt durchgeführt.

Im zweiten Schritt werden die TCO-Rechnungen um die Kosten der hauptsächlich genutzten Ladeinfrastruktur erweitert. Dies geschieht, um die Bewertung der Wirtschaftlichkeit bei den TCO-Berechnungen auf eine breitere Basis zu stellen. Je nach Ladeort und -art sind die Ladeinfrastrukturkosten sehr unterschiedlich. So ist die Nutzung privater Ladeinfrastruktur für Nutzer mit Garagen i.d.R. günstiger als öffentliche Ladeinfrastruktur, auf welche die sogenannten „Laternenparker“ zurückgreifen müssen.¹³ Da es sich bei der Methodik um eine Simulation handelt, die keine räumlich aufgelöste Modellierung darstellt, sondern nur Wegzwecke (wie bspw. „nach Hause“, „zur Arbeit“, „ zum Einkaufen“), sind Aussagen zur Infrastruktur nur beschränkt möglich. Für jede Nutzergruppe ist die Annahme zur Infrastruktur für alle Nutzer jeweils gleich. Den Pkw-Nutzern wird szenarienabhängig eine unterschiedliche Menge an Ladeinfrastruktur zur Verfügung gestellt (beispielsweise nur Laden zu Hause für private Nutzer und nur Laden am Arbeitsplatz für gewerbliche Nutzer). Kostenseitig wird ihnen jedoch nur der Primärladepunkt (z. B. bei Garagenbesitzern die private Wallbox) zugerechnet.

¹¹ In den Szenarien wurde noch mit der alten Regel der geldwerten Versteuerung der Dienstwagen gerechnet. Allerdings wurden gegen Projektabschluss die EV hier steuerlich besser gestellt, was aber nicht mehr umfänglich in den Rechnungen berücksichtigt werden konnte. Aber in den Berechnungen zu den Politikmaßnahmen (Kapitel 4.5) ist die aktuelle Gesetzeslage entsprechend berücksichtigt.

¹² Die verwendeten Fahrprofile werden im ausführlichen Bericht (Plötz et al. 2013) beschrieben.

¹³ Siehe Gnann et al. 2013 und Kley 2011.

Auch Marke und Größe eines Fahrzeugs sind wichtige Faktoren in der Kaufentscheidung.¹⁴ So sind beispielsweise viele Pkw-Käufer einer bestimmten Marke sehr treu oder schließen umgekehrt andere Marken komplett vom Kauf aus. Die in den kommenden Jahren noch begrenzte Modellauswahl und Markenverfügbarkeit von Elektrofahrzeugen stellt einen limitierenden Faktor im Markthochlauf von Elektrofahrzeugen dar. Daher wird die begrenzte Auswahlmöglichkeit und Markenverfügbarkeit im Modell berücksichtigt. Dies geschieht über eine Analyse derzeitiger Fahrzeugangebote und -ankündigungen für Elektrofahrzeuge. Basierend hierauf wird ein logistisches Wachstum der Zahl der verfügbaren Marken mit dem Antrieb BEV beziehungsweise REEV/PHEV mittels Regression bestimmt. Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass sich ein Teil der Kunden für ein EV einer anderen Marke (falls ein EV TCO-optimal ist) und der Rest der Kunden für ein konventionelles Fahrzeug der ursprünglichen Marke entscheidet.

Mit der Wirtschaftlichkeit, der Reichweitenangst und dem begrenzten Angebot an Elektrofahrzeugen sind die wichtigsten hemmenden Faktoren für die Marktdiffusion von Elektrofahrzeugen berücksichtigt. Nun geht es im abschließenden vierten Schritt darum, mögliche andere Aspekte der Marktpenetration von Elektrofahrzeugen, die eher fördernd wirken, zu integrieren, beispielsweise die Umweltfreundlichkeit, geringe Lärmemissionen oder der Reiz einer neuen Technologie. Diese fördernden Aspekte werden im Modell für Privatkunden über die Mehrpreisbereitschaft integriert.¹⁵ Die Erfahrungen zeigen allerdings, dass eine in Befragungen angegebene Mehrpreisbereitschaft nicht gleichzusetzen ist mit tatsächlich beobachtetem Kaufverhalten.¹⁶ Trotzdem gibt sie erste Hinweise auf die Wertschätzung der neuen Technologien und die ungefähre Größe der Mehrpreisbereitschaft. Der Ansatz, über Mehrpreisbereitschaften zu gehen, ist ein durchaus üblicher Ansatz bei Marktdiffusionsmodellen zur Elektromobilität.¹⁷ Um die Mehrpreisbereitschaft in dem hier vorgeschlagenen Ansatz mit dem Modell ALADIN zu berücksichtigen, wird wiederum auf eine umfangreiche empirische Datenbasis des Fraunhofer ISI zurückgegriffen.¹⁸

Bei Dienstfahrzeugen, die überwiegend privat genutzt werden, ist zu berücksichtigen, dass dieses Kundensegment in der Fahrzeugauswahl stärker reguliert ist und steuerliche Besonderheiten

gelten: Ein Dienstwagen muss unter anderem als geldwerter Vorteil versteuert werden. Einschränkend kommt hinzu, dass zum Teil die Firmen auch die Unterhaltskosten für Dienstwagen übernehmen. Die Fahrer profitieren also nicht unbedingt von niedrigen Kosten in diesem Bereich. Zum anderen spielen firmeninterne Vorgaben eine Rolle, die im Einzelnen stark variieren können, aber die Wahl des Fahrzeugs deutlich beeinflussen dürften (z. B. Exklusivverträge mit bestimmten Herstellern, Leasing-Verträge). Weiterhin kann auch eine Firmenpolitik hinsichtlich Image und Umweltbilanz die Fahrzeugbereitstellung beeinflussen. Es sind also Überlegungen der Firmenleitung, des Fuhrparkmanagements und der Nutzer zu berücksichtigen. Über diese komplexen Entscheidungsprozesse liegen keine umfangreichen öffentlich zugänglichen Erhebungen vor und entsprechend gibt es hier Forschungsbedarf. Mehrpreisbereitschaften für Dienstwagenutzer können deshalb nicht integriert werden.

Die existierenden Studien im gewerblichen Verkehr zeigen, dass einige gewerbliche Nutzer durchaus eine Mehrpreisbereitschaft haben, sie aber insgesamt im Vergleich zu den privaten Nutzern wohl geringer ausfällt.¹⁹ Eine Mehrpreisbereitschaft für gewerbliche Nutzer wird basierend auf den Ergebnissen von Dataforce 2011 eingeführt.

Im letzten Schritt wird der Markthochlauf für Elektrofahrzeuge in Deutschland bis 2020 berechnet. Aus den vorangegangenen Analysen werden die Fahrprofile, für die sich ein Elektrofahrzeug rechnet, für jedes Jahr ermittelt. Über die Hochrechnung dieser Nutzer auf ihren Anteil an den Neuzulassungen wird der Markthochlauf ermittelt.

In das Modell werden weiterhin monetäre Politikmaßnahmen, wie beispielsweise eine Kaufprämie, integriert und ihre Auswirkungen auf den Markthochlauf quantifiziert. Psychologische Aspekte, welche die Wirkung von Maßnahmen verstärken oder abschwächen können, werden nicht in die Betrachtung mit einbezogen. Sie können natürlich ebenfalls einen relevanten Einfluss haben. Nicht-monetäre Maßnahmen wie beispielsweise die Nutzung von Busspuren durch Elektrofahrzeuge, die ebenfalls beim Markthochlauf von Elektrofahrzeugen eine gewisse Rolle spielen können, werden nicht betrachtet. Der Grund liegt darin, dass hierfür noch zu wenig empirische Daten vorliegen, um deren Einfluss quantifizieren zu können.

¹⁴ Siehe Mock 2010 und Mueller und de Haan 2006.

¹⁵ Genau genommen handelt es sich um eine „Mehr-TCO-Bereitschaft“. Da dieser Ausdruck unüblich ist, wird im Folgenden weiterhin „Mehrpreisbereitschaft“ verwendet.

¹⁶ Das Phänomen ist bekannt unter stated preference versus revealed preference, vgl. Huang et al. 1997 und Bradley et al. 1991.

¹⁷ Siehe beispielsweise Mock 2010 und Pfahl 2013.

¹⁸ Siehe Wietschel et al. 2012, Peters et al. 2011a und 2011b, vgl. aber auch ADAC 2009, GfK 2010 und FOM 2010.

¹⁹ Siehe Öko-Institut 2011a, Dataforce 2011.

Tabelle 3–3: Parameterwerte für die drei Szenarien²⁰

Parameter	Jahr	Pro-EV-Szenario	Mittleres Szenario	Contra-EV-Szenario
Dieselpreis [Euro/Liter]	2013		1,45	
	2020	1,73	1,58	1,43
Benzinpreis [Euro/Liter]	2013		1,57	
	2020	1,79	1,65	1,54
Strompreis Privat [Euro/kWh]	2013		0,265	
	2020	0,29	0,29	0,33
Strompreis Gewerbe [Euro/kWh]	2013		0,20	
	2020	0,215	0,215	0,25
Batteriepreis [Euro/kWh]	2013	470	520	575
	2020	320	335	370

3.2 SZENARIEN

Der Markthochlauf von Elektrofahrzeugen hängt stark von einer Reihe an Einflussgrößen ab.²¹ Dazu gehören die Rohölpreisentwicklung, die Strompreisentwicklung, die Batteriepreise und die Kundenakzeptanz, deren zeitliche Entwicklungen mit großen Unsicherheiten behaftet sind. In der vorliegenden Studie wird deshalb keine Prognose zum Markthochlauf von Elektrofahrzeugen erstellt, sondern es werden drei Szenarien entwickelt. Die entwickelten Szenarien implizieren keine Bewertungen der zu Grunde liegenden Annahmen und keine Annahmen über deren Eintrittswahrscheinlichkeit.

Die drei festgelegten Szenarien differenzieren sich bei der Festlegung ihrer Rahmenbedingungen folgendermaßen: Im ersten Szenario werden eher optimistische Annahmen bezüglich eines Markterfolgs von Elektrofahrzeugen gesetzt, im zweiten werden eher pessimistische Annahmen zusammengefasst und im dritten Szenario werden mittlere Annahmen für Deutschland bis 2020 unterstellt. Die drei Szenarien sind im Weiteren wie folgt benannt:

- Annahmen Pro-Elektrofahrzeuge **Pro-EV-Szenario**
- Annahmen Contra Elektrofahrzeuge **Contra-EV-Szenario**
- Mittlere Annahmen **Mittleres Szenario**

In der Tabelle 3–3 sind die wichtigsten Parameter für die Basisjahre 2013 und 2020 in den drei Szenarien angegeben.²²

²⁰ Alle Preise sind reale Bruttopreise inkl. Mehrwertsteuer (mit 2012 als Basisjahr).

²¹ Die Parameter wurden mit den Mitgliedern der NPE AG 7 ausführlich abgestimmt, aber die letztliche Verantwortung für die Festlegung der Parameter liegt bei den Studienverfassern.

²² Da insgesamt mehr als 160 Parameter in das Modell einfließen, die zusätzlich über den Betrachtungszeitraum variieren, kann in dieser

In keinem Szenario werden extreme Annahmen getroffen, weshalb zusätzlich für besonders relevante Einflussgrößen Sensitivitätsrechnungen durchgeführt werden. Ziel der Sensitivitätsanalyse ist neben der Prüfung der Stabilität der Entwicklungen die Identifikation von Parametern, die einen starken Einfluss auf das Ergebnis haben.

3.3 WICHTIGE EINGANGSGRÖSSEN

Die Fahrprofile von Fahrzeugen bilden eine sehr wichtige Grundlage für die Berechnungen. Für den Wirtschaftsverkehr (Flottenutzer) wird eine eigene Datenbasis („REM2030-Fahrprofile“)²³ verwendet und für die Privat- und Dienstwagennutzer das so genannte Mobilitätspanel (MOP)²⁴, das zudem Informationen über den Halter enthält, weshalb auf dessen Basis Privatnutzer mit Privatfahrzeug von denen mit einem Dienstwagen unterschieden werden können. Über die Fahrprofile kann in gewissem Umfang auch der Einfluss der Ladeinfrastruktur modelliert werden, da die Fahrprofile des Mobilitätspanels Informationen über die Wegstrecke enthalten. Wie weiter oben bereits dargelegt, erfolgt keine räumlich aufgelöste Modellierung.

Für jedes einzelne private Fahrprofil wird eine Mehrpreisbereitschaft gemäß der Zugehörigkeit zu einer von vier Gruppen im Innovationsprozess zugeordnet (siehe Abbildung 3–3). Dabei werden nur 1,5 % der Fahrprofile eine Mehrpreisbereitschaft von über 10 % zugeordnet, und ca. die Hälfte der privaten Fahrprofile erhält eine geringe Mehrpreisbereitschaft von 1 %. Sowohl für

Zusammenfassung nur auf die wichtigsten Parameter kurz eingegangen werden. Eine ausführliche Dokumentation aller Parameter findet sich im Bericht *Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge – Langfassung* (Plötz et al. 2013).

²³ Vgl. Fraunhofer ISI 2012; die Daten stehen unter www.rem2030.de zum Download bereit.

²⁴ Vgl. MOP 1994–2010.

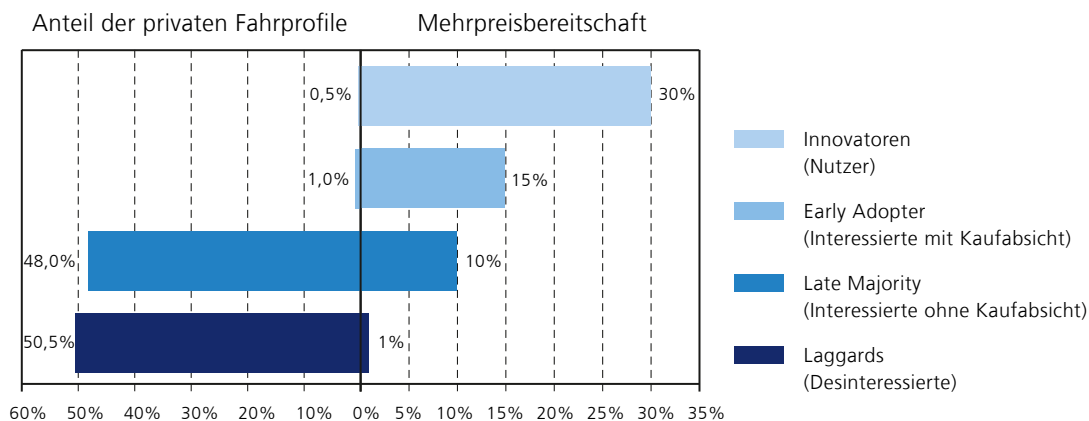


Abbildung 3–3: Höhe und Verteilung der privaten Mehrpreisbereitschaft im Jahr 2013

Tabelle 3–4: Gesamte Neuzulassungen nach Haltergruppen

Segment	Privat	Dienstwagen	Gewerblich	Gesamt
Klein	475.300	107.000	233.200	815.500
Mittel	694.300	497.600	455.000	1.646.900
Groß	143.300	244.600	46.300	434.200
Leichte Nutzfahrzeuge	–	–	204.000	204.000
Gesamt	1.312.900	849.200	938.500	3.100.600

die privaten als auch die gewerblichen Nutzer wird ein Absinken der Mehrpreisbereitschaft auf 60 % bis 2020 unterstellt, weil neue Technologien über die Zeit an Attraktivität verlieren.

Bei den gewerblichen Nutzern wird nach einem Quervergleich der verschiedenen Studien unterstellt, dass 55 % der gewerblichen Halter keine Mehrpreisbereitschaft haben. Die anderen 45 % haben eine Mehrpreisbereitschaft von 10 % auf die sogenannte Full-Leasing-Rate.²⁵ Umgerechnet wird dies im Markthochlaufmodell auf den Anschaffungspreis des konventionellen Vergleichsmodells mit 7 %. Auch hier wird eine Abnahme auf 60 % im Jahr 2020 unterstellt. Insgesamt sind die hier getroffenen Annahmen zur Mehrpreisbereitschaft gegenüber den Angaben in den zu Grunde liegenden Studien eher vorsichtig. Wie vorab bereits dargestellt, wird für Dienstwagennutzer keine Mehrpreisbereitschaft unterstellt.

Tabelle 3–4 zeigt die gesamten Neuzulassungen nach Haltergruppen, die für alle betrachteten Jahre als konstant angenommen werden.

Folgende monetäre Politikmaßnahmen, die in Abstimmung mit der AG 7 der NPE ausgewählt wurden, werden mit ihrem Einfluss auf den Markthochlauf über den Einbezug in die TCO berücksichtigt:

- *Kaufpreisreduktion*. Zielgruppe: alle Nutzer; pauschale einmalige Subvention der Investition; Zwei Varianten: (a) 1.000 € in 2013, danach linear abnehmend bis 2020 auf 300 € und (b) 2.000 € in 2013, danach abnehmend auf 600 €.
- *Zinssatzverringerung für Private*. Zielgruppe: private Nutzer; Sonderkredit (Senkung des Investitionszinssatzes von 5 % auf 4 %).
- *Dienstwagenbesteuerung*. Zielgruppe: Dienstwagen; Maßnahme des Jahressteuergesetzes 2013; Reduktion des maßgeblichen Bruttolistenpreises abhängig von der Batteriegroße; lineare zeitliche Entwicklung 2013: 500 € pro kWh, 2020: 150 € pro kWh.
- *Sonder-AfA*. Zielgruppe: Dienstwagen und Flotten; 50 % der Abschreibungssumme im ersten Jahr.
- *Dienstwagenbesteuerung und Sonder-AfA*. Zielgruppe: Dienstwagen und Flotten; Kombination der beiden vorhergehenden Maßnahmen.
- *Kfz-Steuer-Minderung (PHEV, REEV)*. Zielgruppe: alle Nutzer; BEV bereits komplett steuerbefreit; Wegfall des hubraum-basierten Sockelbetrages für REEV und PHEV.

Alle Parameter wurden mit den Mitgliedern der NPE AG7 diskutiert und abgestimmt. Die endgültige Festlegung liegt aber bei den Autoren. Alle weiteren Parameter sind im Bericht *Markthochlaufszenerarien für Elektrofahrzeuge – Langfassung* (Plötz et al. 2013) zu finden.

²⁵ Siehe Öko-Institut 2011a und b und Dataforce 2011.

4 ERGEBNISSE

4.1 TOTAL COST OF OWNERSHIP IM MITTLEREN SZENARIO

Zunächst ist festzuhalten, dass es aufgrund der Vielzahl von Fahrprofilen mit teilweise sehr unterschiedlichem Nutzungsverhalten eine Vielzahl an TCO-Lücken (Differenzen in den Gesamtkosten zwischen den Antriebssystemen) gibt. Um dies darzulegen, sind für Mittelklassefahrzeuge die TCO-Lücken (summiert über die gesamte Haltedauer) im Jahr 2020 in der Abbildung 4–1 einmal für Benzinfahrzeuge im Vergleich zu Dieselfahrzeugen und dann für Dieselfahrzeuge im Vergleich zu REEV dargestellt (ohne Berücksichtigung der Ladeinfrastrukturkosten). Die linke Seite der Abbildung zeigt, dass sich ein Dieselfahrzeug im Vergleich zu einem Benzinfahrzeug erst ab einer gewissen Jahresfahrleistung lohnt. Beim Vergleich Diesel vs. REEV erkennt man zusätzlich den Einfluss der sehr unterschiedlichen elektrischen Fahranteile und die damit verbundene große Streuung (rechte Seite in Abbildung 4-1). Trotz gleicher Jahresfahrleistung haben einige Nutzer durch gleichmäßigere Fahrten einen hohen elektrischen Fahranteil. Hohe elektrische Fahranteile wirken sich wegen den Kraftstoffersparnissen deutlich positiv auf ihre TCO aus. Während in bisherigen Studien zur TCO-Berechnung üblicherweise eine jährliche Durchschnittsfahrleistung und ein durchschnittlicher elektrischer Fahranteil unterstellt werden, sieht man anhand der tatsächlichen Streuung die Vorteile einer Betrachtung von Fahrprofilen.

Betrachtet man die verschiedenen TCO-Lücken unterschiedlicher Nutzergruppen und Fahrzeuggrößen, so ist zur Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen zu sagen, dass sich diese für einige Nutzer lohnen, ab 2013 mit zunehmender Tendenz. Wichtig dabei ist die Jahresfahrleistung. Bei geringen Fahrleistungen dominiert immer der Benziner, da die EV die höheren Anschaffungsausgaben nicht über günstigere Kilometerkosten ausgleichen können (siehe Tabelle 4–1). Bei sehr hohen Fahrleistungen hingegen ist der Diesel die günstigste Option, weil PHEV bzw. REEV-Fahrzeuge dann zu oft verbrennungsmotorisch fahren müssen und reine Batteriefahrzeuge aufgrund der begrenzten Reichweite ausscheiden. Der elektrische Fahranteil ist mit den Jahresfahrleistungen entscheidend für die TCO-Differenz jedes

Nutzers. Ausreichende Jahresfahrleistungen alleine reichen nicht aus (siehe auch Abbildung 4–6).

In Tabelle 4–1 sieht man, dass das Fenster der Jahresfahrleistungen für große Pkw am größten ist, weil hier die Verbrauchseinsparungen der EV gegenüber den konventionellen Fahrzeugen am höchsten sind. Berücksichtigt man weiterhin, dass gerade große Fahrzeuge häufig eine hohe Jahresfahrleistung aufweisen, bieten große EV damit das ökonomisch interessanteste Potenzial. Dienstwagen haben im mittleren Szenario kein ökonomisches Potenzial.

Wie oben bereits erwähnt, existiert eine Vielzahl an TCO-Lücken sowohl zwischen verschiedenen Antriebskonzepten als auch durch die große Spannweite in der Fahrzeugnutzung. Um die Ergebnisse zu verdeutlichen, werden die TCO-Differenzen zwischen der für die einzelnen Nutzer jeweils günstigsten konventionellen und günstigsten elektrischen Variante berechnet. Dies erfolgt für jedes Fahrprofil. Die TCO-Lücken werden über die Anteile der Fahrzeuge mit dieser oder einer kleineren TCO-Lücke aufgetragen (siehe Abbildung 4–2 bis Abbildung 4–4).²⁶ In den Abbildungen sind diese TCO-Lücken auf der y-Achse aufsteigend gezeigt mit dem Anteil der Nutzer bzw. Fahrprofile auf der x-Achse, die diese oder eine kleinere TCO-Lücke aufweisen.

Aus Abbildung 4–2 kann man beispielsweise ablesen, dass 20 % der privaten Nutzer von Kleinwagen 2013 (orange gestrichelte Linie) mit ihrem Fahrverhalten eine TCO-Lücke von insgesamt 6.000 Euro oder weniger (über die gesamte Haltedauer von angenommenen 6,2 Jahren für private Nutzer inkl. Ladeinfrastrukturkosten) aufweisen. Diese TCO-Lücke sinkt bis 2020, sodass 20 % der Nutzer privater Kleinwagen im Jahr 2020 eine TCO-Lücke von circa 3.000 Euro oder weniger haben. Zusätzlich erkennt man in Abbildung 4–2, dass ein Teil der Nutzer im Jahr 2020 über eine TCO-Lücke kleiner oder gleich Null verfügt. Das bedeutet: Für einen Teil der Nutzer ist ein Elektrofahrzeug insgesamt günstiger. Aus diesen Anteilen (und denen für

²⁶ Die Darstellung entspricht statistisch einer relativen kumulierten Häufigkeitsverteilung bzw. empirischen Verteilungsfunktion (Fahrmeir et al. 2011, S. 49). Ein Vorteil der Darstellung ist die statistische Robustheit.

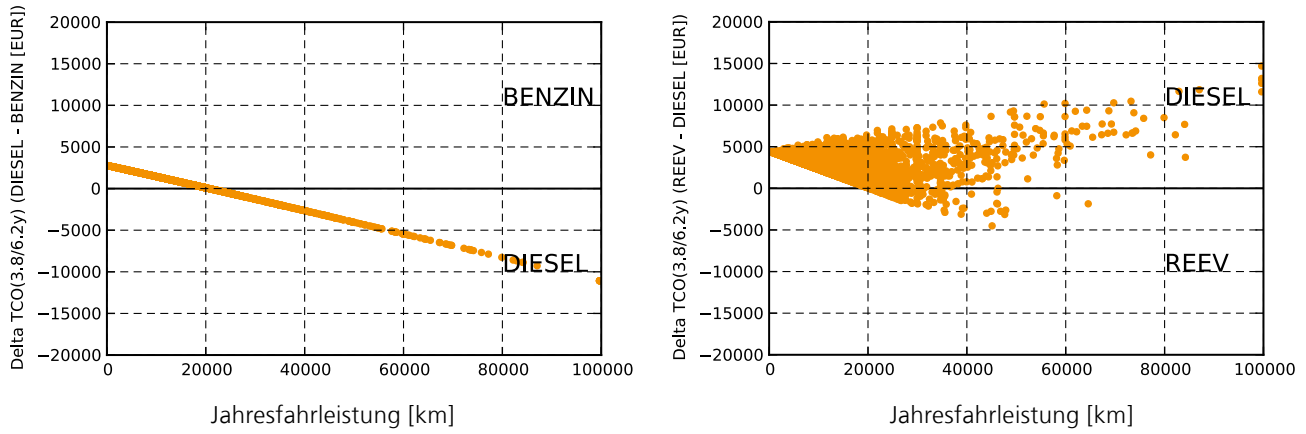


Abbildung 4-1: Beispielhafte TCO-Lücken für ausgewählte Antriebsarten im Vergleich (Mittleres Szenario, Mittelklasse-Pkw, Private Nutzer, 2020) – (jeder Punkt stellt ein Fahrprofil dar)

Tabelle 4-1: Übersicht der ökonomisch interessanten Jahresfahrleistungen (TCO inkl. Infrastrukturkosten) im Jahr 2020

Segment	Privat	Flotten	Dienstwagen
Klein	20.000 – 25.000 km	um 20.000 km	kein Fenster
Mittel	18.000 – 35.000 km	um 20.000 km	kein Fenster
Groß	15.000 – 40.000 km	18.000 bis 25.000 km	kein Fenster

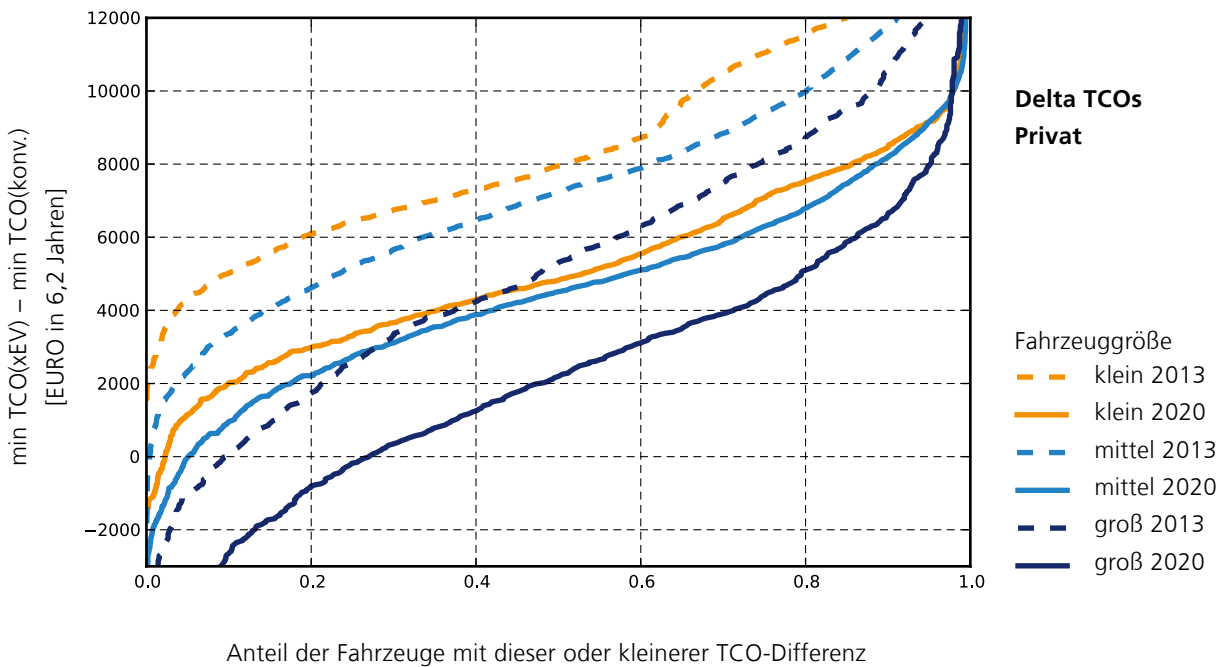


Abbildung 4-2: TCO-Differenzen für private Nutzer in den Jahren 2013 und 2020 im mittleren Szenario mit Infrastrukturkosten und Mehrpreisbereitschaft

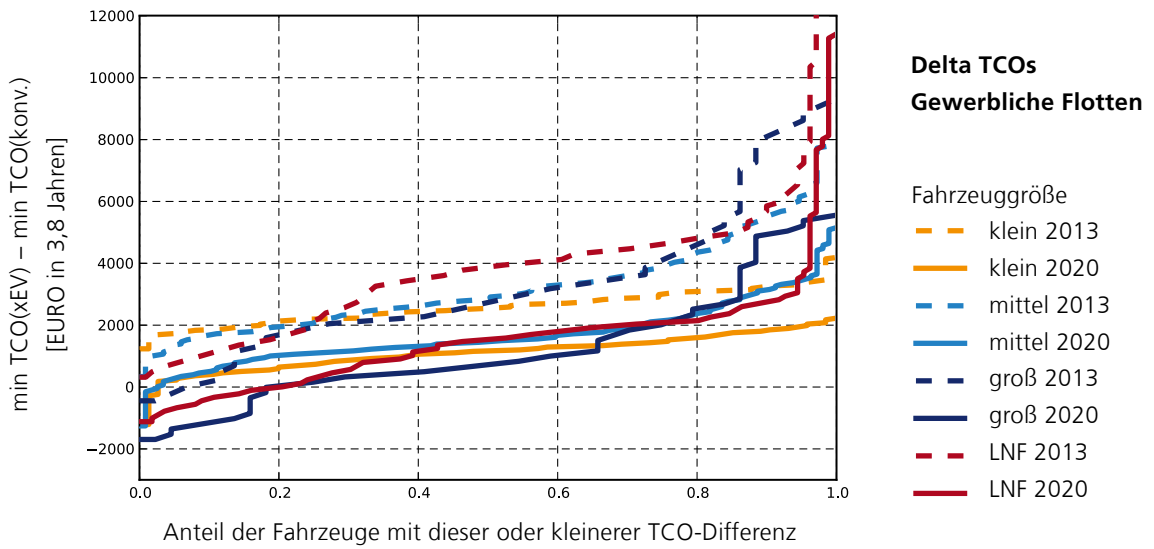


Abbildung 4-3: TCO-Differenzen für Flottenfahrzeuge in den Jahren 2013 und 2020 im mittleren Szenario mit Infrastrukturkosten und Mehrpreisbereitschaft

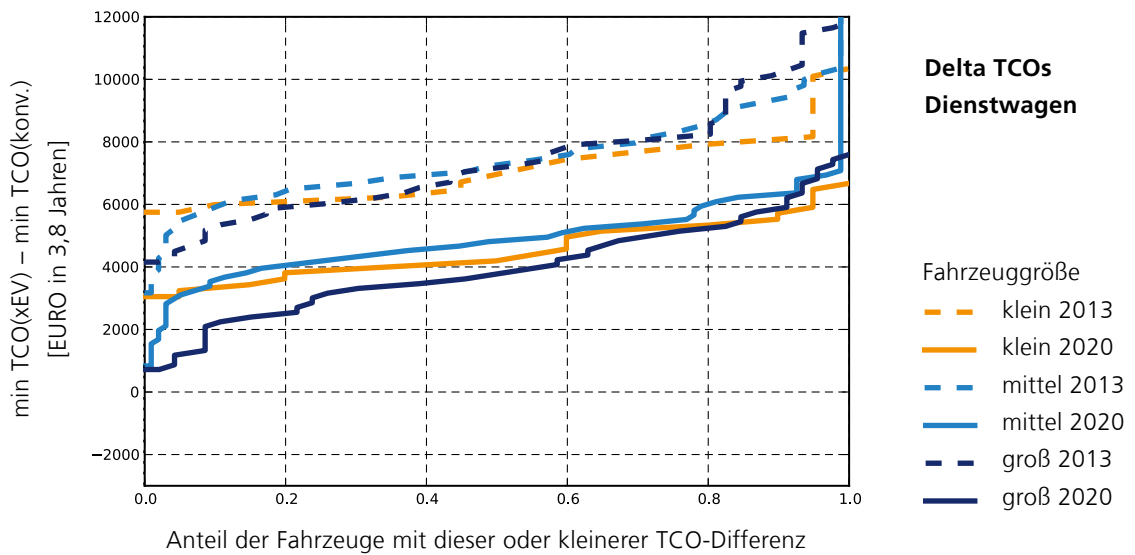


Abbildung 4-4: TCO-Differenzen für Dienstwagen in den Jahren 2013 und 2020 im mittleren Szenario mit Infrastrukturkosten und Mehrpreisbereitschaft

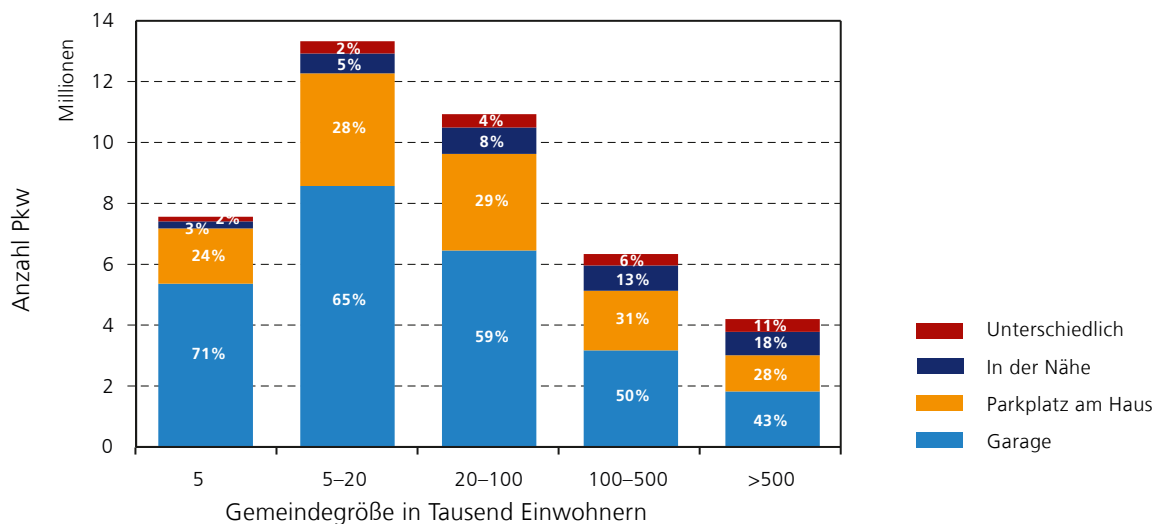


Abbildung 4-5: Verteilung typischer Stellplätze deutscher Pkw über Nacht²⁷

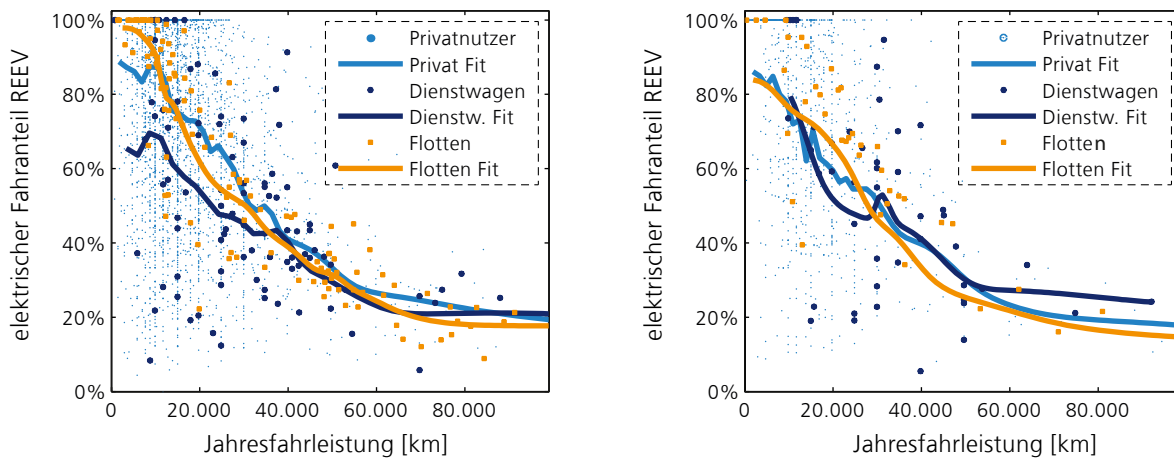


Abbildung 4-6: Simulierte elektrische Fahranteile REEV für verschiedene Nutzergruppen (links: Mittelklasse 2020, rechts: Großklasse 2020) – (jeder Punkt stellt ein Fahrprofil dar und die durchgezogenen Linien die Regression)

andere Fahrzeuggrößen und Haltergruppen) werden die Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen hochgerechnet.

Aus Abbildung 4-2 bis Abbildung 4-4 erkennt man zudem die hohe Spannweite an TCO-Differenzen. Weiterhin sieht man die höchste ökonomische Attraktivität der großen Pkw in allen drei Nutzergruppen. Im privaten Sektor ist sie höher als in den beiden anderen, weil hier neben den Fahrprofilen die Mehrwertsteuer einen Einfluss hat. Da sie von privaten Haltern auf die Kraftstoffe gezahlt werden muss, sind bei diesen die Verbrauchseinsparungen zwischen EV und konventionellen Antriebssystemen pro gefahrenem Kilometer höher als bei gewerblichen Haltern.

Wenn man die Kurvenverläufe der drei Gruppen vergleicht, fällt auf, dass diese bei den privaten Nutzern am steilsten verlaufen und die gewerblichen Flotten die flachsten Anstiege verzeichnen. Dies hat mehrere Gründe: Einmal ist der bereits andiskutierte Mehrwertsteuereffekt zu nennen. Weiterhin weisen die gewerblichen Nutzer in der Tendenz regelmäßige Fahrprofile mit selteneren langen Fahrten auf. Damit erzielen sie untereinander eher ähnliche elektrische Fahranteile im Vergleich zu privaten Nutzern, insbesondere aber gegenüber den Dienstwagennutzern. Zusätzlich haben die Abschreibungsmöglichkeiten (AfA) bei gewerblichen Haltern den Einfluss, dass die TCO-Lücken wegen der Steuerersparnisse kleiner werden.

Im Vergleich zwischen den TCO-Lücken des Jahres 2013 mit den TCO-Lücken im Jahre 2020 sieht man, dass unter den getroffenen Annahmen im Jahre 2013 nur ein sehr geringes Potenzial für EV existiert, dieses aber über die Zeit stetig zunimmt.

Eine wichtige Rolle für die TCO spielen auch die Kosten für Ladeinfrastruktur. Für gewerbliche Fahrzeuge kann davon ausgegangen werden, dass auf dem Firmengelände relativ günstige und einfache, witterungsgeschützte Ladeinfrastruktur (bspw. Wallboxen) aufgebaut werden kann. Dies gilt analog für private Nutzer, sofern diese über eine Garage oder einen festen Stellplatz am Haus verfügen (die Garagenverfügbarkeit liegt

als Zusatzinformation bei jedem privaten Fahrprofil vor). Abbildung 4-5 zeigt die Verteilung typischer Stellplätze deutscher Pkw über Nacht.

Insgesamt stehen etwa 60 % der deutschen Pkw-Nutzer Garagen zu Verfügung.²⁸ Für diese und die Nutzer mit festen Stellplätzen am Haus sollte relativ günstig Infrastruktur aufgebaut werden können. Nutzer ohne festen Stellplatz bräuchten eine stets nutzbare Ladesäule. Dies gilt vor allem für Nutzer, für die aufgrund hoher Jahresfahrleistungen Elektrofahrzeuge ökonomisch in Frage kommen, denn diese müssen praktisch täglich über Nacht laden, um hohe elektrische Fahranteile zu erreichen. Selbst wenn diese Fahrer eine vergleichsweise günstige Laternenladesäule oder eine andere günstige Ladesäule nutzen können, sind diese Fahrprofile kaum noch ökonomisch interessant (siehe auch Abbildung 4-13).

4.2 ELEKTRISCHE FAHRANTEILE UND FAHRZEUGVERBRÄUCHE

Da wie oben dargestellt die elektrischen Fahranteile bei hybriden Konzepten einen entscheidenden Einfluss auf die TCO-Ergebnisse und damit auf den Markthochlauf haben, wird auf diese im Folgenden gesondert eingegangen.

Abbildung 4-6 zeigt beispielhaft die simulierten elektrischen Fahranteile für REEV der Mittelklasse (links) und Großklasse (rechts) über die Jahresfahrleistung für die ausgewerteten Fahrprofile. Die große Streuung der simulierten elektrischen Fahranteile ist auffällig. Mit zunehmender Jahresfahrleistung sinken die elektrischen Fahranteile.

²⁷ Eigene Auswertung auf Basis von MiD 2002 (siehe auch Biere et al. 2009 sowie Gnann et al. 2013).

²⁸ Unabhängig davon geben 70 % der privaten Nutzer an, nachts typischerweise auf dem eigenen Grundstück zu parken, vgl. BMVBS 2013, S. 74 auf Basis von infas und DLR 2002.

Weiterhin werden in Abbildung 4–6 die simulierten elektrischen Fahranteile REEV für private Pkw (hellblau), Dienstwagen (dunkelblau) und Flottenfahrzeuge (orange) für Mittelklasse-Pkw (links) und Großklassewagen (rechts) dargestellt. Die Linien sind gleitende Durchschnitte durch die Punktwolken.²⁹ Die elektrischen Fahranteile von PHEV verhalten sich ähnlich, sind aber niedriger als bei REEV aufgrund der kleineren Batterien.

Man erkennt, wie der mittlere elektrische Fahranteil trotz der großen Streuung mit der Jahresfahrleistung abnimmt. Die mittleren elektrischen Fahranteile sind dabei für alle drei Haltergruppen ähnlich hoch. Allerdings sieht man, dass die simulierten elektrischen Fahranteile der Flottenfahrzeuge (orange) eine geringere Streuung um den gleitenden Mittelwert aufweisen als die der beiden anderen Nutzergruppen. Gerade die elektrischen Fahranteile bei den Dienstwagen streuen sehr stark.

An diese Auswertung schließt sich die Frage nach den elektrischen und konventionellen Verbräuchen der REEV und PHEV an. Aus der Simulation der elektrischen Fahranteile ergeben sich effektive Kraftstoffverbräuche. Dabei sind Werte zwischen unter einem Liter/100 km und über sechs Liter/100km je nach elektrischem Fahranteil möglich. Aufgrund der nötigen Jahresfahrleistungen für EV sollten typische Realverbräuche für REEV und PHEV, die ökonomisch sinnvoller sind als konventionelle Fahrzeuge, im Bereich von zwei bis vier Litern auf 100 Kilometern liegen.

Neben der reinen ökonomischen Ersetzbarkeit zeigen die Analysen der Fahrprofile, dass viele Nutzer vergleichsweise hohe elektrische Fahranteile erreichen könnten. Abbildung 4–7 zeigt, welcher Anteil der Neuzulassungen als PHEV mindestens einen vorgegebenen elektrischen Fahranteil hätte. Dafür werden Fahrprofile als PHEV simuliert, und der Anteil an Fahrzeugen mit einem elektrischen Mindest-Fahranteil wird auf die Neuzulassungen hochgerechnet.

Man erkennt, dass ein wesentlicher Teil der Neuzulassungen vergleichsweise hohe elektrische Fahranteile haben könnte: Knapp 25 % der Neuzulassungen hätten als PHEV einen elektrischen Fahranteil von 80 % oder mehr, würden also überwiegend elektrisch fahren. Da REEV über eine größere Batterie verfügen, wären die Anteile der Neuzulassungen mit einem elektrischen Mindest-Fahranteil noch höher. Neben einem hohen elektrischen Fahranteil muss eine hohe Jahresfahrleistung dazukommen, damit der Einsatz von EV ökonomisch vorteilhaft ist. Die Fahrzeuge, die Elektrofahrzeuge künftig sein könnten, sind nicht die mit den allgemein höchsten elektrischen Fahr-

anteilen sondern die mit ausreichender Jahresfahrleistung und hohen elektrischen Fahranteilen (vgl. auch Abbildung 4–1). Da der elektrische Fahranteil mit zunehmender Jahresfahrleistung tendenziell abnimmt, gibt es bis 2020 nur eine begrenzte, aber doch nennenswerte Zahl von Nutzern, für die beide Bedingungen in ausreichendem Maße erfüllt sind.

Wenn man jetzt nur die Fahrzeuge betrachtet, die nach reiner TCO-Analyse (ohne Infrastrukturkosten, ohne beschränkte Verfügbarkeit und ohne Mehrpreisbereitschaft) in den Markt kommen würden, dann hätten 84 % aller PHEV und REEV einen elektrischen Fahranteil von über 80 %. Nimmt man die Infrastrukturkosten, die beschränkte Verfügbarkeit und die Mehrpreisbereitschaft in die TCO-Rechnung mit herein, so hätten 60 % der Nutzer von PHEV und REEV einen elektrischen Fahranteil von über 80 %.

4.3 MARKTHOCHLAUF IN DEN DREI SZENARIEN

Der berechnete Markthochlauf für die drei Szenarien ist in Abbildung 4–8 dargestellt. Unter der Berücksichtigung aller Effekte (der jeweils günstigsten Infrastrukturkosten, der begrenzten Verfügbarkeit von Fahrzeugen und der Mehrpreisbereitschaft) erhält man rund 400.000 bis 700.000 Fahrzeuge im mittleren Szenario, während im Contra-EV-Szenario 50.000 bis 300.000 und im Pro-EV-Szenario 1 bis 1,4 Mio. Elektrofahrzeuge denkbar wären.³⁰ Man erkennt die hohe Sensitivität der Ergebnisse gegenüber den Rahmenbedingungen der Szenarioannahmen, die sich aus den doch relativ flachen TCO-Verläufen erklären lässt (siehe auch Abbildung 4–2 bis Abbildung 4–4). Selbst kleine Änderungen der Parameter, die die Wirtschaftlichkeit nach oben oder unten verändern, betreffen recht viele Fahrzeughalter. Dabei wird keines der Szenarien als eher wahrscheinlich oder eher unwahrscheinlich betrachtet. Die Szenarien sind zudem keine Extrem-Szenarien (vgl. Abschnitt 3.2).

Nun stellt sich die Frage, welchen Einfluss einzelne Effekte (Berücksichtigung der Infrastrukturkosten, Berücksichtigung der begrenzten Verfügbarkeit und der Mehrpreisbereitschaft) haben. Abbildung 4–9 zeigt die Ergebnisse ohne Unsicherheitsbereiche für das mittlere Szenario. Bei einer „reinen“ TCO-Analyse errechnet sich ein Markthochlauf von knapp 300.000 Elektrofahrzeugen im Bestand bis 2020. Durch den Einbezug der in

²⁹ Genauer handelt es sich um eine Nadaraya-Watson Kernel-Regression mit Gauß-Kern über \sqrt{N} nächste Nachbarn (siehe Fahrmeir, Kneib und Lang 2009).

³⁰ Die Bandbreiten stellen die Unsicherheiten aufgrund einer beschränkten Stichprobe von Fahrprofilen dar und wurden mit Konfidenzintervallen und Fehlerfortpflanzung berechnet, siehe Plötz et al. 2013.

³¹ Die farbigen Flächen zeigen die Projektion der Bestandsentwicklung für Konfidenzintervalle mit 10 %, 30 %, 50 %, 70 % und 90 % Konfidenzniveaus basierend auf der Hochrechnung vom Anteil an den jeweiligen Fahrprofilen (Fahrmeir et al. 2011). Die Konfidenzintervalle umfassen nur die Unsicherheit aufgrund der endlichen Stichprobe. Unsicherheiten zukünftiger Preisentwicklungen oder in der Verfügbarkeit von Marken sind bspw. nicht enthalten.

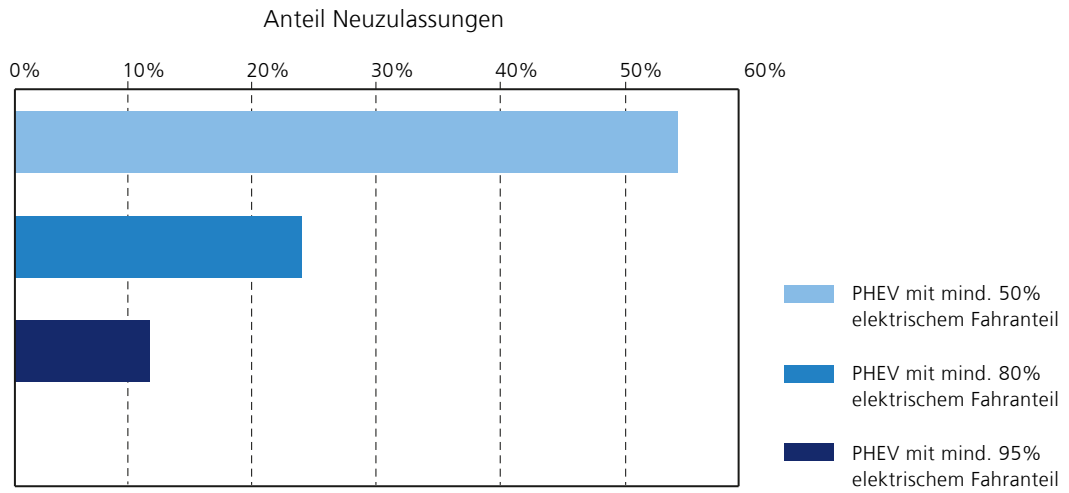


Abbildung 4-7: Anteil der Neuzulassungen, die als PHEV einen gewissen elektrischen Fahranteil bei ihrem Fahrprofil hätten

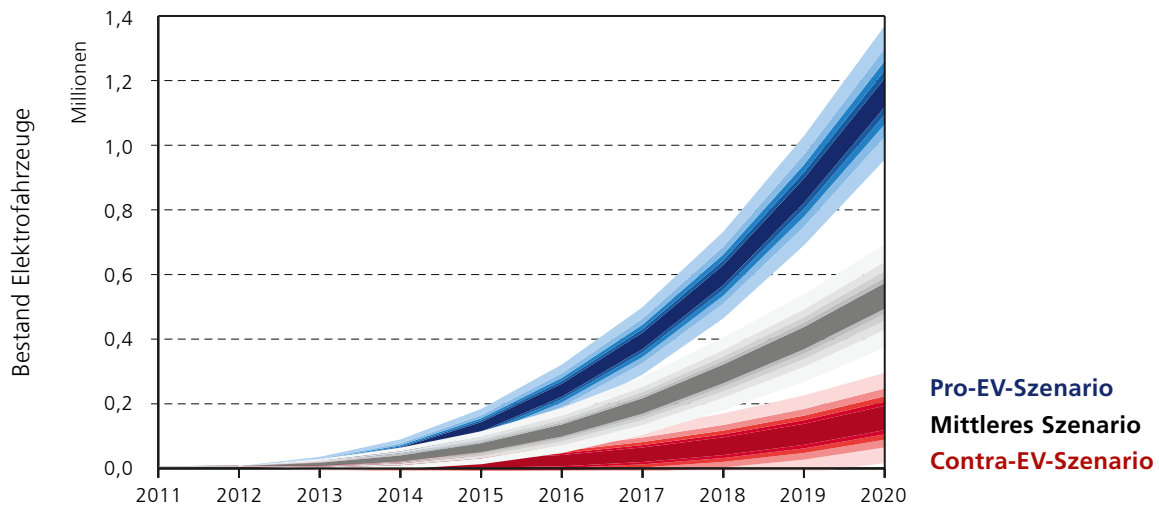


Abbildung 4-8: Markthochlauf nach TCO-Entscheidung inkl. günstigster Infrastrukturkosten, begrenzter Verfügbarkeit und Mehrpreisbereitschaft in den drei Szenarien (Bestand jeweils zum Ende des Jahres)³¹ einschließlich Unsicherheitsband

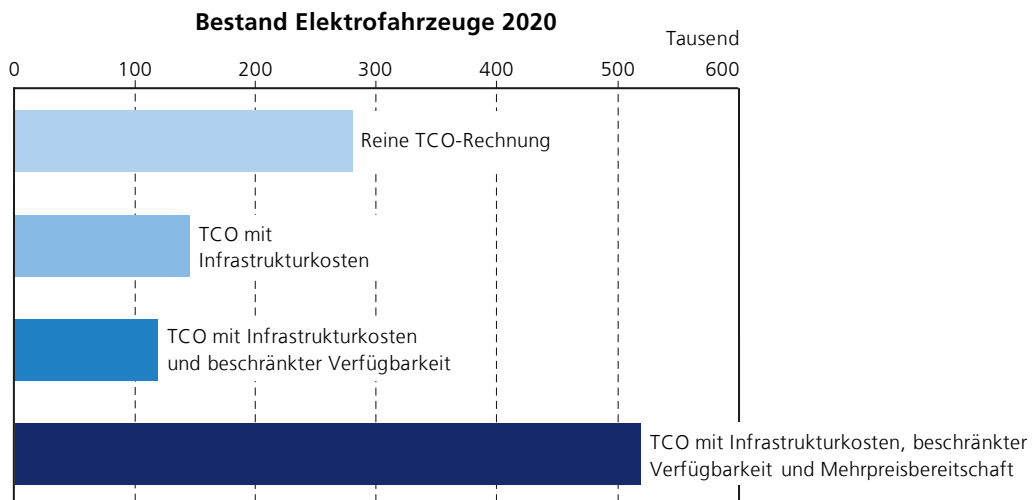


Abbildung 4-9: Bestand an EV in 2020 unter Einbezug unterschiedlicher Aspekte für das mittlere Szenario ohne Unsicherheitsband

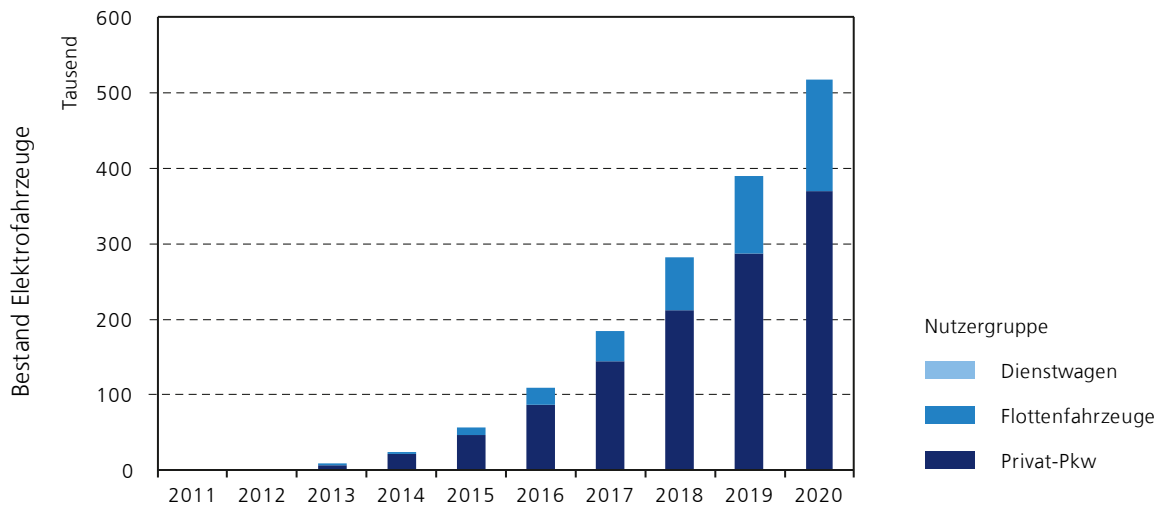


Abbildung 4–10: Aufteilung des Markthochlaufs auf private Halter, Flotten- und Dienstwagen im mittleren Szenario mit Infrastrukturkosten, beschränkter Verfügbarkeit und Mehrpreisbereitschaft

der Abbildung günstigsten Variante von Ladeinfrastrukturkosten reduziert sich das Potenzial um rund 50 %. Wird weiterhin eine eingeschränkte Verfügbarkeit von Fahrzeugmodellen bestimmter Hersteller unterstellt, so hat diese bei den getroffenen Annahmen nur einen geringen Effekt. Sehr stark wirkt sich hingegen der Einbezug einer Mehrpreisbereitschaft aus, trotz der doch eher vorsichtigen Abschätzung der Mehrpreisbereitschaft von privaten und gewerblichen Haltern (vgl. Abschnitt 3.3). Es muss nochmals erwähnt werden, dass die Mehrpreisbereitschaft mit hohen Unsicherheiten behaftet ist und geringfügig andere Annahmen das Ergebnis deutlich beeinflussen können. Dennoch stellt die Mehrpreisbereitschaft die Wertschätzung für eine neue Technologie dar, die nicht außer Acht gelassen werden sollte.

Bei einer Aufteilung des Markthochlaufs auf die Bereiche private Halter, Flotten- und Dienstwagen dominieren im mittleren Szenario die privaten Halter, gefolgt von den Flottenfahrzeugen (siehe Abbildung 4–10). Dienstwagen kommen erst im Pro-EV-Szenario in den Markt, aber spät und mit geringen Anteilen.³²

Wie aufgrund der TCO-Analysen nicht anders zu erwarten, überwiegen die Oberklassefahrzeuge vor allem bei privaten Haltern, und die Mittelklassewagen bei privaten und Flottenfahrzeugen. Oberklassefahrzeuge werden in Flotten kaum eingesetzt. In späteren Jahren gewinnen Kleinwagen sowie leichte Nutzfahrzeuge ebenfalls an Relevanz für den Markthochlauf.

Wenn man sich die Aufteilung unter den EV-Antriebsarten anschaut, so haben REEV und PHEV zusammen genommen einen deutlich größeren Marktanteil als die BEV. Sie kommen früher in den Markt und haben im Jahre 2020 einen Marktanteil von rund drei Viertel am Bestand der Elektrofahrzeuge. Trotz der geringeren Batteriekapazitäten der REEV/PHEV erscheinen ausreichend hohe elektrische Fahranteile für relevante Nutzergrup-

pen erzielbar zu sein. Und der Effekt, in wenigen Ausnahmen doch einmal längere Fahrten zurück legen zu können, scheint sich ebenfalls positiv auszuwirken.

Interessant ist, dass sich die Wahl des EV-Antriebssystems in den Segmenten unterscheidet. Bei Kleinwagen dominieren die Batteriefahrzeuge, was u.a. auf die geringeren Fahrleistungen in diesem Segment zurückzuführen ist. Bei Mittel- und Oberklasse dominieren wiederum die REEV und PHEV, wobei im wichtigen Segment der Mittelklassefahrzeuge bei gewerblichen Flotten auch BEV einen erheblichen Anteil haben. Der Unterschied im Vergleich zu privaten Haltern ist hier mit den regelmäßigeren Routen und dem geringeren Anteil an Ausreißern bezüglich sehr langer Fahrten bei gewerblichen Flotten zu begründen.

Anhand der soziodemographischen Informationen, die für die einzelnen Fahrprofile vorliegen, lassen sich auch Aussagen zur Charakterisierung der privaten Erstnutzer von Elektrofahrzeugen treffen. Abbildung 4–12 zeigt die Verteilung aller Fahrprofile und der Fahrprofile, die ökonomisch sinnvoll als Elektrofahrzeuge eingesetzt werden können, nach Beschäftigungsart und Gemeindegröße des Wohnorts differenziert.

Man erkennt, dass Vollzeitbeschäftigte aus kleinen bis mittelgroßen Gemeinden die größte Gruppe unter den ökonomisch sinnvollen Nutzern von Elektrofahrzeugen ausmachen. Bewohner von Großstädten (mit mehr als 100.000 Einwohnern) spielen entgegen teilweise geäußelter Erwartungen, eher eine untergeordnete Rolle. Der Anteil dieser Gruppen an EV-passenden Fahrprofilen ist kleiner als in allen Fahrprofilen überhaupt. Dieses Ergebnis deckt sich sehr gut mit vergleichbaren Studien zur Identifizierung der Erstnutzer von Elektrofahrzeugen.³³ Zu betonen ist auch, dass der Fahrzeugbestand in Städten mit mehr

³² Siehe Fußnote 11.

³³ Siehe Biere et al. 2009, Wietschel et al. 2012, Plötz und Gnnann 2013.

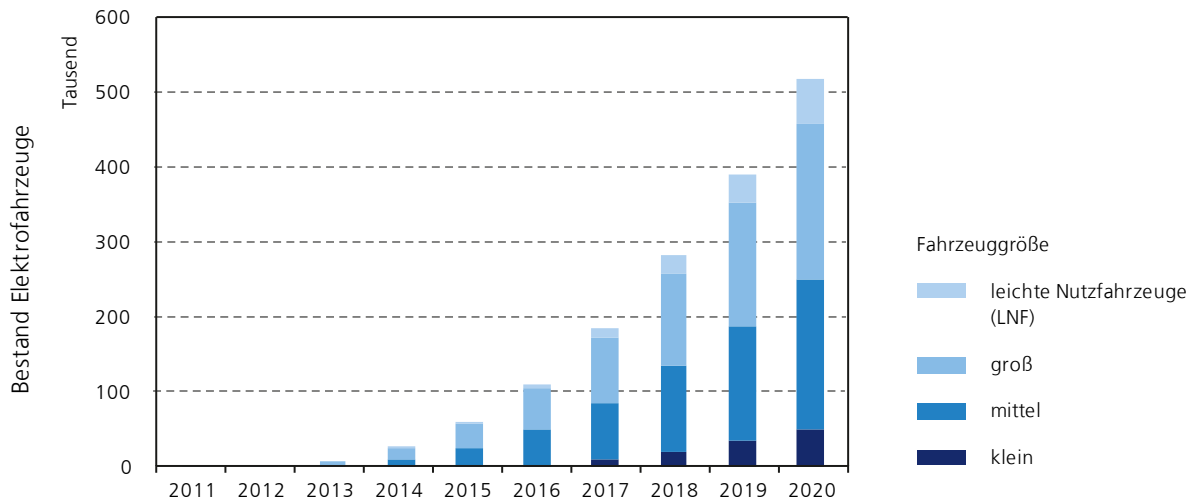


Abbildung 4-11: Aufteilung des Markthochlaufs auf Kleinwagen, Mittelklasse, Großklasse und leichte Nutzfahrzeuge im mittleren Szenario mit Infrastrukturkosten, beschränkter Verfügbarkeit und Mehrpreisbereitschaft

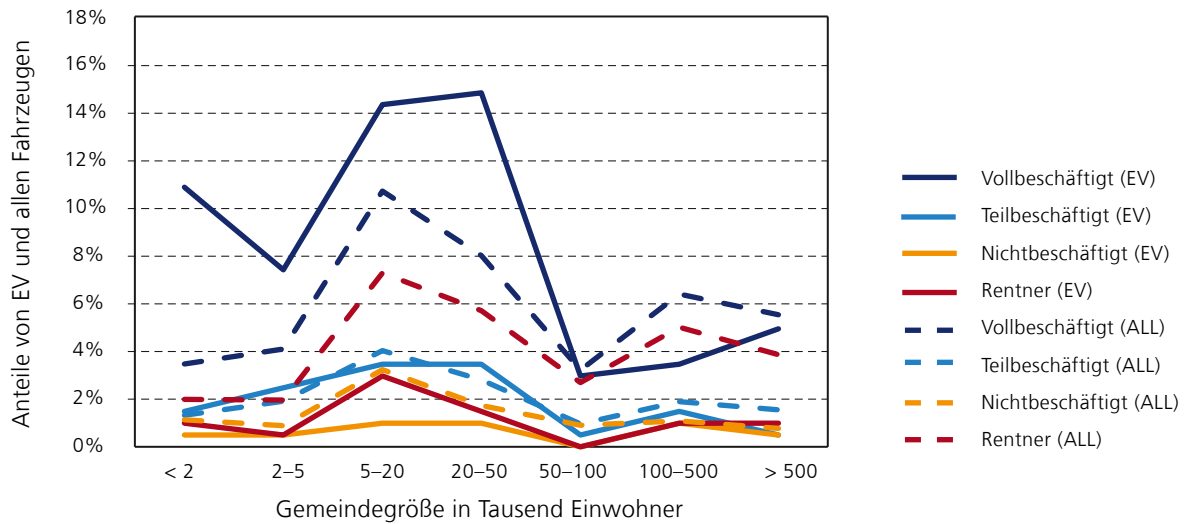


Abbildung 4-12: Verteilung aller Fahrprofile (ALL) und der TCO-optimalen Fahrprofile für Elektrofahrzeuge (EV) nach Beschäftigung und Gemeindegröße im Jahr 2020 (mittleres Szenario)

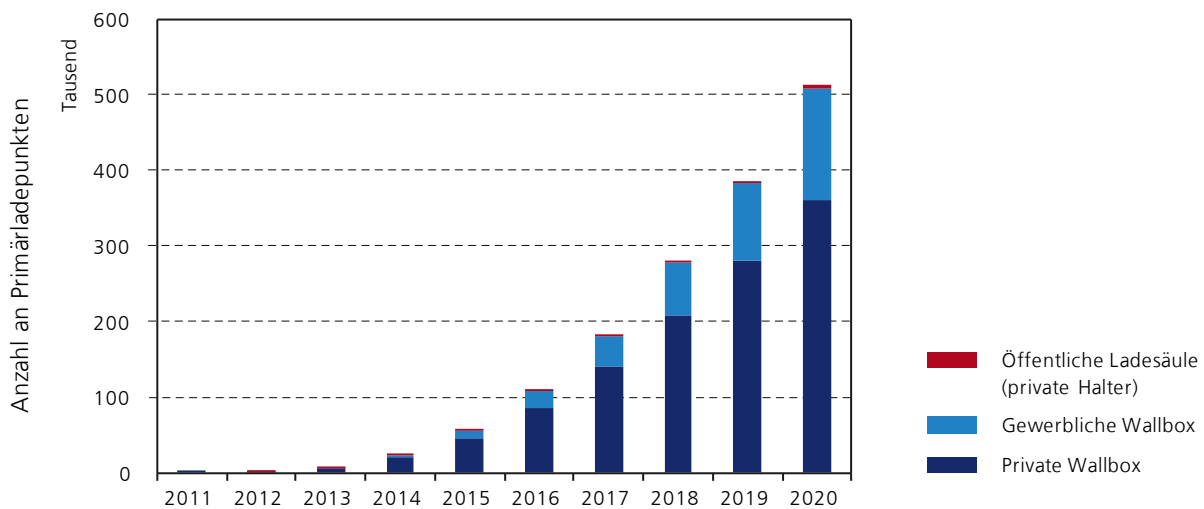


Abbildung 4-13: Markthochlauf für die Ladeinfrastruktur (nur Primärladepunkte enthalten) im mittleren Szenario mit Infrastrukturkosten, beschränkter Verfügbarkeit und Mehrpreisbereitschaft und günstigen Ladeinfrastrukturannahmen

als 100.000 Einwohnern generell „nur“ rund 25 % ausmacht (siehe auch Abbildung 4–12).

Abbildung 4–13 zeigt die genutzte Ladeinfrastruktur für die Option mit geringer Ladeleistung und geringer Verbreitung. Es wird davon ausgegangen, dass nur Primärladepunkte zur Verfügung stehen. Das führt beispielsweise dazu, dass private Halter nur zu Hause laden können oder „Laternenparker“ eine öffentliche Lademöglichkeit brauchen. Natürlich ist anzunehmen, dass es auch zusätzlich weitere Infrastruktur gibt, beispielsweise halböffentliche, diese kann aber im Modell nur begrenzt abgebildet werden (vgl. Abschnitt 3.1). Dieses Ergebnis zeigt, dass nur wenig „Laternenparker“ ein sinnvolles ökonomisches Potenzial haben.

In den Analysen wird auch die Erhöhung der Ladeleistung simuliert. Selbst wenn man unterstellt, dass keine zusätzlichen Kosten für die Ladeinfrastruktur mit höherer Leistung entstehen, so führt dies zu kaum mehr Nutzern an EV: Die Standzeiten der Fahrzeuge sind in aller Regel vollkommen ausreichend, um auch mit niedrigen Ladeleistungen zurechtzukommen.³⁴ Wenn die Kosten für eine höhere Ladeleistung eingepreist werden, führt dies sogar zu einem leichten Rückgang an Nutzern. In Abbildung 4–14 sind diese Effekte für zwei Infrastrukturoptionen dargestellt. An dieser Stelle wird aber darauf hingewiesen, dass der Wert, im „Notfall“ mit einer höheren Ladeleistung schneller laden zu können und damit verbunden eine entsprechende Nachfrage nach derartigen Systemen, nicht im Modell berücksichtigt werden kann. Dies liegt u.a. an der fehlenden Datenbasis.

Weiterführende Analysen haben gezeigt, dass die Erhöhung der Verfügbarkeit (also mehr Lademöglichkeiten im halböffentlichen und öffentlichen Raum) von Ladeinfrastruktur zu deutlich mehr Nutzern führt, wenn die Kosten nicht oder nur zum geringen Teil getragen werden müssen. Eventuell vorstellbar wäre dies, wenn entsprechende Geschäftsmodelle realisiert werden könnten, z.B. in Einkaufszentren oder privaten Parkhäusern, oder eine Kostenübernahme durch Arbeitgeber erfolgt. Nicht analysiert wurden Unterbrechungen von Fahrten der einzelnen Fahrprofile, bei denen Fahrzeuge mit Hilfe von Schnellladung geladen werden könnten, da hierfür keine empirische Datenbasis über die Akzeptanz eines solchen Angebotes bekannt ist.

4.4 ERGEBNISSE DER SENSITIVITÄTSRECHNUNGEN

Die starke Sensitivität der Ergebnisse gegenüber Änderungen in den Rahmenbedingungen zeigt sich bereits im Vergleich der verschiedenen Szenarien. In diesem Abschnitt werden einzelne Sensitivitätsrechnungen für die Basisvariante (Einpreisung der Kosten für Ladeinfrastruktur, Berücksichtigung des begrenzten Fahrzeugangebots und bis 2020 sinkende Mehrpreisbereitschaft für Elektrofahrzeuge) des mittleren Szenarios durchgeführt. Betrachtet wird die Sensitivität des Bestandes an Elektrofahrzeugen im Jahr 2020 bei Änderung der Strompreise (privater und gewerblicher Strompreis), der Kraftstoffpreise (Benzin- und Dieselpreis), der Batteriepreise sowie des Zinssatzes für die TCO-Rechnung.

Wie zu erwarten, führen höhere Kraftstoffpreise sowie niedrigere Batterie- und Strompreise in der TCO-basierten Modellierung der Kaufentscheidung zu deutlich höheren Bestandszahlen von Elektrofahrzeugen bis 2020. Bei der Interpretation der Sensitivitäten ist darauf zu achten, dass die Veränderung von Strom- und Kraftstoffpreisen aus energiewirtschaftlicher Sicht nicht völlig unabhängig erfolgen kann, das heißt beispielsweise, dass höhere Kraftstoffpreise mit höheren Strompreisen korrelieren können.

4.5 AUSWIRKUNGEN VON POLITIKMASSNAHMEN

Im Folgenden werden die Wirkungen unterschiedlicher monetärer Politikmaßnahmen auf den Markthochlauf der Elektrofahrzeuge gezeigt. Dieser Abschnitt soll neben Kosten und Nutzen einzelner Maßnahmen auch die Mitnahmeeffekte ausweisen. Diese entstehen immer dann, wenn ein Käufer bereits ohne Subventionen ein Elektrofahrzeug gekauft hätte und somit zusätzlich in den Genuss monetärer Vorteile kommt.

Abbildung 4–16 zeigt zusammenfassend die Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen auf den Bestand von Elektrofahrzeugen 2020. Es wird an dieser Stelle sichtbar, dass bereits geringe finanzielle Anreize im gewerblichen Bereich ausreichen können, um den Bestand deutlich zu steigern. Denn auch bei den Pauschalsubventionen profitieren überwiegend die gewerblichen Flotten. Knapp 60 % des Marktzuwachses geht bei einer Pauschalsubvention von 1.000 € auf die gewerblichen Flotten zurück. Bei der Sonder-AfA sind es fast ausschließlich die gewerblichen Flotten, die einen Marktzuwachs verzeichnen, und kaum die Dienstwagen. Die Gründe hierfür hängen mit den geringeren TCO-Lücken zusammen (siehe Kapitel 4.1). Der Umstand, dass gewerbliche Halter bei Flottenfahrzeugen der Wirtschaftlichkeit eine höhere Bedeutung zumessen als die privaten Halter, spricht ebenfalls dafür, hier bei möglichen monetären Fördermaßnahmen anzusetzen.

³⁴ Ähnliche Ergebnisse werden auch in Kley 2011 ausführlich belegt.

³⁵ Für eine ausführliche Beschreibung der Annahmen siehe Plötz et al. 2013.

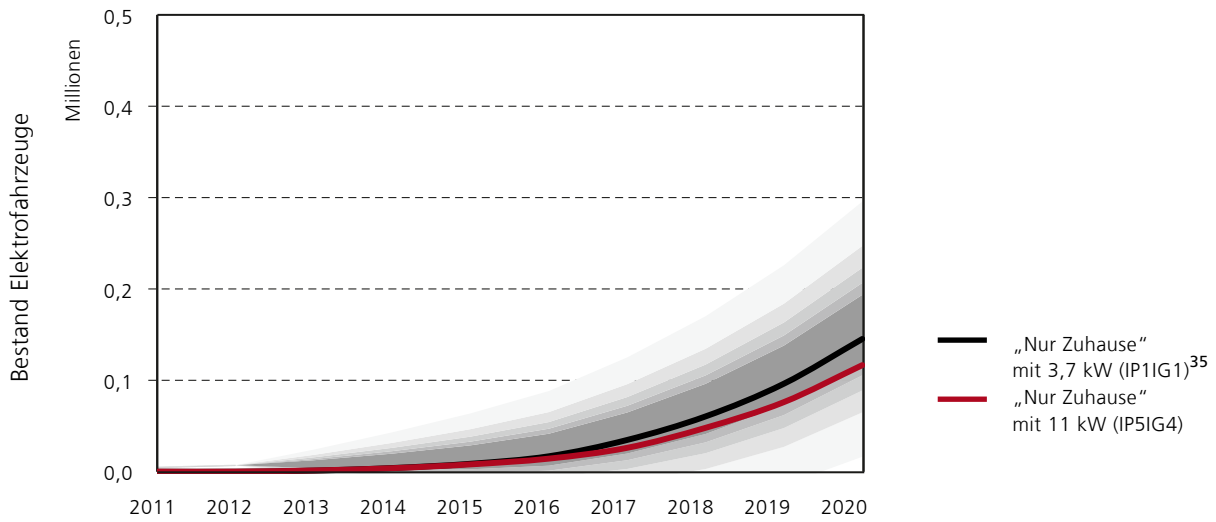


Abbildung 4–14: Markthochlauf von Elektrofahrzeugen im mittleren Szenario (nur mit Infrastrukturkosten ohne begrenzte Verfügbarkeit und ohne Mehrpreisbereitschaft) bei zwei unterschiedlichen Ladeleistungen

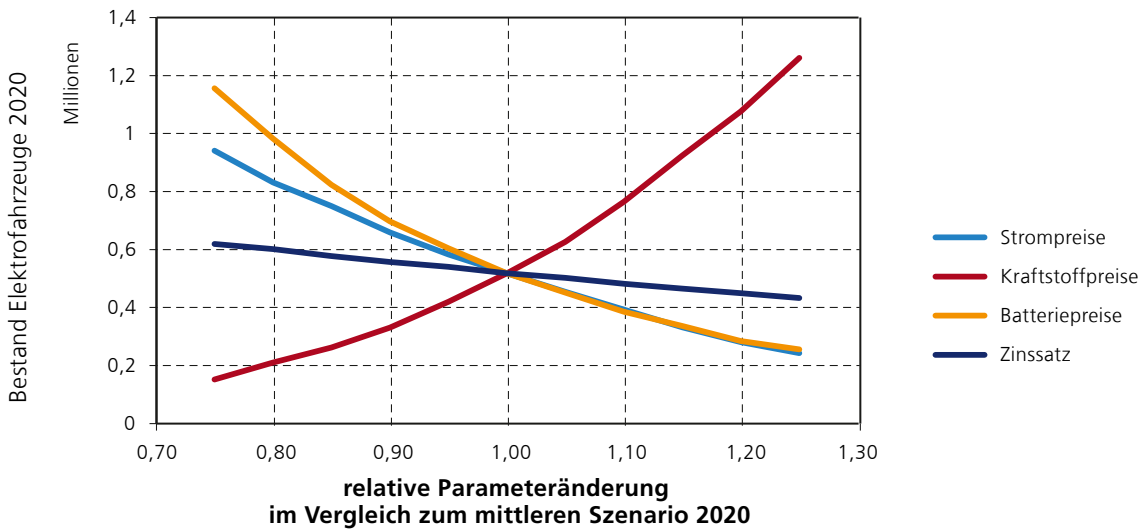


Abbildung 4–15: Sensitivität des Bestandes an Elektrofahrzeugen 2020

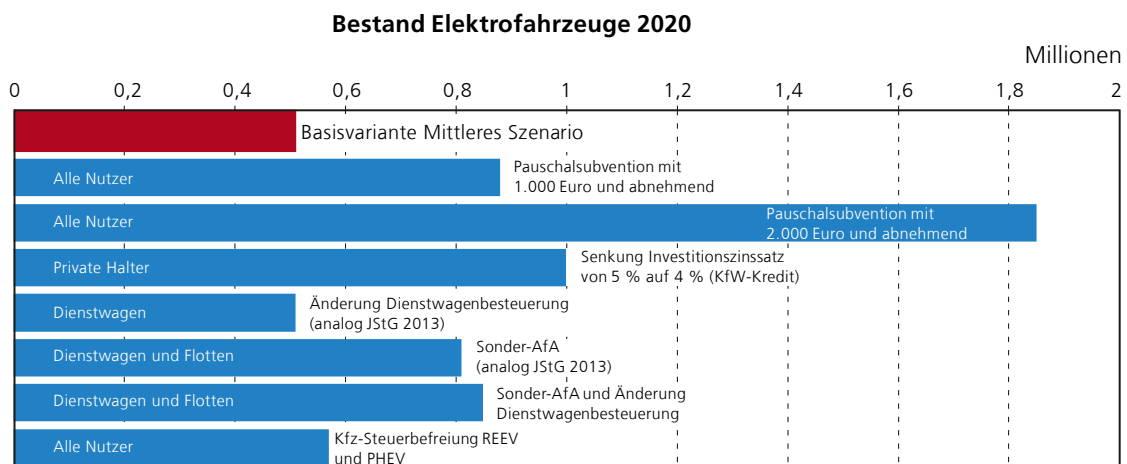


Abbildung 4–16: Wirkungen der Politikmaßnahmen im Vergleich für das mittlere Szenario mit Infrastrukturkosten, beschränkter Verfügbarkeit und Mehrpreisbereitschaft sowie geringen Ladeleistungen

Tabelle 4–2: Profiteure und Kosten der einzelnen Maßnahmen (Werte in Euro 2012)

Maßnahme	Profiteure	Erforderliche Fördersumme	Mitnahmeeffekte
Pauschalsubvention 1.000 €	Gewerbliche Nutzer, kleine Segmente	480 Mio.	260 Mio.
Pauschalsubvention 2.000 €	Gewerbliche Nutzer, kleine und mittlere Segmente	2,2 Mrd.	520 Mio.
Senkung Investitionszinssatz	Private Nutzer, alle Segmente	2,5 Mrd.	710 Mio.
Änderung Dienstwagenbesteuerung	–	–	–
Sonder-AfA	Gewerbliche Nutzer, alle Segmente	540 Mio.	190 Mio.
Sonder-AfA & Änderung Dienstwagenbesteuerung	Gewerbliche Nutzer, Dienstwagen, alle Segmente	610 Mio.	190 Mio.
Steuerbefreiung PHEV, REEV	Gewerbliche Nutzer, LDV, PHEV, REEV	60 Mio.	45 Mio.

Den Änderungen im Bestand 2020 stehen unterschiedlich hohe Fördersummen gegenüber. Tabelle 4–2 zeigt die Profiteure der einzelnen Maßnahmen und die erforderlichen Fördersummen zusammen mit den Mitnahmeeffekten.

Die verschiedenen Maßnahmen wurden in das TCO-basierte Markthochlaufmodell integriert. Über zusätzliche volkswirtschaftliche Effekte (bspw. Bruttowertschöpfung oder Arbeitsplätze) oder psychologische Faktoren können hier keine Angaben gemacht werden.³⁶ Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

³⁶ Vgl. jedoch TAB 2013, Kapitel III.2.4 für mögliche volkswirtschaftliche Effekte und de Haan, Mueller und Peters 2007 für psychologische Faktoren Anreize für Autokäufer.

5 DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Ob das Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen bis 2020 in Deutschland erreicht wird, ist eine heftig diskutierte Frage. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass es hierauf keine einfache Antwort gibt. Der Markthochlauf von Elektrofahrzeugen hängt unter anderem von der Entwicklung externer Einflussgrößen ab, beispielsweise vom Rohöl- oder Strompreis. Ebenso entscheidend sind die Erreichung von Kostensenkungszielen insbesondere bei Fahrzeugbatterien und die Akzeptanz der Kunden für diese neue Form der Mobilität sowie ein ausreichendes Angebot an Fahrzeugen. Die Prognosen hierüber sind mit hohen Unsicherheiten behaftet.

Unter optimistischen Annahmen bezüglich der Entwicklung der Rahmenbedingungen für die Elektromobilität kann das Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen im Bestand bis 2020 erreicht werden. Unter diesen Annahmen gibt es keinen Bedarf an externen Anreizen für den Massenmarkt. Die Ergebnisse der Studie zeigen weiterhin, dass Elektromobilität auch unter für sie ungünstigen Annahmen in den Markt kommen kann: Auch unter schwierigen Rahmenbedingungen wird 2020 ein Sockel von etwa 150.000 bis 200.000 Elektrofahrzeugen in Deutschland ermittelt. Ob diese Zahl ausreichend hoch ist, damit die Automobilhersteller hier in dem notwendigen Maße einsteigen und damit die unterstellten Kostensenkungspotenziale bei den EV und der Ladeinfrastruktur tatsächlich auch erreicht werden können, wurde in der Studie nicht betrachtet.

Aufgrund der Unsicherheiten im Markthochlauf sollten sich mögliche künftige Förderinstrumente durch eine hohe dynamische Anpassungsfähigkeit an Änderungen der technologischen und ökonomischen Bedingungen auszeichnen. Die Reversibilität eines Instrumenteneinsatzes ist hier wichtig.

Damit Elektrofahrzeuge wirtschaftlich sind, müssen sie viel gefahren werden, um die höheren Anschaffungsausgaben über die günstigeren Verbrauchs- und Wartungskosten zu amortisieren. Bei geringen jährlichen Fahrleistungen (bis etwa 15.000 Kilometer) dominiert künftig weiterhin der Benzinmotor, bei sehr hohen der Dieselmotor (ab etwa 30.000 bis 40.000 Kilometern Jahresfahrleistung). Dazwischen ist die Entscheidung stark davon abhängig, ob sich ausreichend elektrische Fahr-

anteile innerhalb eines Fahrprofils realisieren lassen, bzw. das Fahrprofil rein elektrisch zu bewältigen ist. Bei relativ gleichmäßigen täglichen Fahrzyklen und ausreichender jährlicher Fahrleistung sind EV wirtschaftlich am sinnvollsten einzusetzen. Diese Bedingungen erfüllt eine nicht unerhebliche Anzahl an Fahrzeugen in der Nutzung, wie die detaillierte Auswertung von Fahrprofilen in dieser Studie zeigt. Die Auswertungen belegen, dass rund 12 % der deutschen Neuzulassungen einen elektrischen Fahranteil von über 95 % erreichen könnten, wenn man PHEV als generelle Fahrzeuge unterstellt. Mögliche künftige Fördersysteme für EV sollten deshalb möglichst an elektrisch gefahrenen Kilometern ausgerichtet werden. Wie andere Studien³⁷ gezeigt haben, sind recht hohe Fahrleistungen auch eine Voraussetzung dafür, dass sich eine positive Umweltbilanz bei EV einstellt.

Da die Verbrauchseinsparungen durch EV bei großen Fahrzeugen am höchsten sind und diese sich oft auch durch hohe jährliche Fahrleistungen auszeichnen, ist dieses Segment unter wirtschaftlichen Aspekten am attraktivsten. Das aktuelle Angebot an Elektrofahrzeugen beziehungsweise die angekündigten Modelle spiegeln dies derzeit nicht wider. Stattdessen hat man sich bisher eher auf die Unter- und insbesondere Mittelklassefahrzeuge spezialisiert. Die Gründe für diese Diskrepanz sollten tiefergehend analysiert und diskutiert werden.

Die Analysen zeigen weiterhin eine recht hohe Wirtschaftlichkeit der REEV und PHEV, die zusammen einen höheren Marktanteil (ca. drei Viertel) erreichen als die BEV. Für viele Nutzer scheint die etwas kleinere Batterie bei REEV beziehungsweise PHEV gegenüber BEV ausreichend zu sein, um genügend hohe elektrische Fahranteile zu erreichen. Und einige dieser Nutzer benötigen vereinzelt die längeren Reichweiten, für die dann ein Verbrennungsmotor nötig ist. Für ein genaueres Verständnis der Schwankungen in den Tagesfahrleistungen einzelner Nutzer sind aber noch längere Aufzeichnungszeiträume hilfreich, zu denen für Deutschland bisher kaum Daten vorliegen.³⁸

³⁷ Hacker et al. 2011, Helms et al. 2011 und Wietschel et al. 2011.

³⁸ Siehe Greene 1985, Lin, et al. 2012, Pearre et al. 2011, Smith et al. 2011 sowie Smith et al. 2010 für längere Aufzeichnungszeiträume außerhalb Deutschlands.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, dass die Reichweitenangst eine der wesentlichen Hürden für die Akzeptanz von BEV spielt, die auch durch positive Erfahrungen mit EV nur bedingt abgebaut werden kann.³⁹

Gerade der private Bereich bietet einige Potenziale für die EV. Dies hängt damit zusammen, dass hier viele „passende“ Fahrprofile identifiziert wurden und dass hier – abgeleitet aus empirischen Befragungen – eine höhere Mehrpreisbereitschaft bei einigen Kunden angenommen wird, die über der Mehrpreisbereitschaft gewerblicher Halter liegt. Weiterhin sind große Fahrzeuge in diesem Segment deutlich mehr vertreten als bei Flottenfahrzeugen. Es stellt sich allerdings auch die Frage nach der Einflusshöhe der Gesamtnutzungskosten auf die Kaufentscheidung privater Halter. Weiterhin könnte eine mangelnde halböffentliche und öffentliche Ladeinfrastrukturverfügbarkeit ein Hemmschuh für die künftige Verbreitung sein.

Nutzer mit Garagen/Stellplätzen, die ca. 60 % der privaten Fahrzeughalter ausmachen, sind aufgrund der geringen Ladeinfrastrukturkosten fast immer unter ökonomischen Aspekten attraktiver als Laternenparker. Die Erstnutzer von Elektrofahrzeugen sind überwiegend Vollzeitbeschäftigte in kleinen Gemeinden bis mittelgroßen Städten, unter anderem weil hier der Garagenanteil höher ist und die Fahrleistungen oftmals besser zu EV passen als bei Nutzern in Großstädten. In Städten über 100.000 Einwohner befindet sich nur rund ein Viertel der Pkw-Halter.

Hohes Potenzial bieten die gewerblichen Flotten. Die TCO-Lücken sind gerade in diesem Segment für eine vergleichsweise große Bandbreite an Nutzern gering. Die Gründe liegen darin, dass hier tendenziell regelmäßiger und ohne sporadisch anfallende lange Einzelstrecken gefahren wird. Weiterhin machen sich die bestehenden Abschreibungsmöglichkeiten und der Wegfall der Mehrwertsteuer bei gewerblichem Einsatz stark bemerkbar, und Wirtschaftlichkeitsrechnungen spielen eine größere Rolle als bei Privatnutzern.⁴⁰ Der öffentliche Infrastrukturaufbau dürfte für diese Nutzer eher nachrangig sein. Da in diesem Segment überwiegend Mittelklassefahrzeuge gefahren werden, stimmt das bestehende Fahrzeugangebot an EV gut damit überein. Bei gewerblichen Flotten kann man somit mit wenig Aufwand nennenswerte Marktpotenziale erschließen. Wenn über Fördermöglichkeiten zur Markteinführung nachgedacht wird, sollte deshalb der gewerbliche Bereich im Fokus stehen. Da gewerbliche Fahrzeuge häufig in den privaten Gebrauchtwagenmarkt übergehen, ist dieses Segment ein wichtiger Türöffner für die Verbreitung von EV. Wenn eine Sonder-AfA

mit einer 50-%-Sonderabschreibung im ersten Jahr eingeführt werden würde, dann würde sich der Markthochlauf deutlich beschleunigen (ca. 25 % Fahrzeuge mehr im Bestand im Jahre 2020 im mittleren Szenario).

Eine geringere Attraktivität für den Einsatz von EV bietet derzeit das Segment der Dienstwagen. Ein wesentlicher Grund hierfür lag bei der geldwerten Besteuerung, die über den höheren Anschaffungspreis die EV für Dienstwagennutzer ökonomisch unattraktiv gemacht haben. Hier ist allerdings eine gesetzliche Neuregelung in Kraft getreten. Weiterhin zeichnen sich aber die Fahrprofile in diesem Sektor oftmals durch ungleichmäßige tägliche Fahrprofile aus, was bei vielen Dienstwagennutzern zu geringen elektrischen Fahranteilen und damit ökonomisch kleineren Potenzialen führt. Der hohe Anteil an Oberklassefahrzeugen macht den Bereich Dienstfahrzeuge wiederum wegen der oben bereits erwähnten hohen Verbrauchseinsparungen recht attraktiv – wie gesagt werden in der Oberklasse jedoch bisher wenig EV angeboten. Weiterhin stellt sich die Frage, wieweit geringe Verbrauchs- und Wartungskosten für Dienstwagennutzer, die oftmals von den Firmen übernommen werden, überhaupt eine Rolle spielen. Evtl. bieten bei Unternehmen selbst gesetzte Flottengrenzwerte eine Chance für EV. Bei den Analysen zum Markthochlauf von EV bei Dienstwagen ist darauf hinzuweisen, dass in diesem Segment anders als bei den privaten Haltern und Flottenfahrzeugen keine Mehrpreisbereitschaft wegen fehlender Datenbasis unterstellt wurde. Da dieser Bereich sich durch eine hohe Komplexität der Neuwagenentscheidungen auszeichnet – was bieten welche Unternehmen aus welchen Gründen ihren Angestellten an und nach welchen Kriterien entscheiden die Dienstwagennutzer –, öffentlich verfügbare empirische Erhebungen kaum vorhanden sind und auch die Datenbasis bei den Fahrprofilen nicht sehr breit ist, sollten hier weitere Analysen durchgeführt werden. Gerade vor dem Hintergrund, dass der Dienstwagenanteil bei den Neuzulassungen sowie im Premium-Segment von Pkws eine wichtige Rolle spielt.

Ein Aspekt, der in der vorliegenden Studie nicht näher betrachtet wurde, sind Sharing-Konzepte. Der Markt für EV bei Car-Sharing könnte nach anderen Studien gerade in Großstädten durchaus interessant sein,⁴¹ weil hier ein Bedarf nach neuen Mobilitätskonzepten besteht und möglicherweise hohe Auslastungen bei den Fahrzeugen erreicht werden können. Hier sind auch Mischkonzepte aus gewerblicher Nutzung und privatem Car-Sharing denkbar. Nach heutigem Erkenntnisstand kann die Diffusion der Elektrofahrzeuge durch derartige Angebote beschleunigt werden.

³⁹ Siehe Dütschke et al. 2012.

⁴⁰ Siehe Dataforce 2011 und Öko-Institut 2011a.

⁴¹ Siehe u.a. Wietschel 2012.

Die Kosten einer Ladeinfrastruktur haben einen deutlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von EV. Sind teure Lademöglichkeiten notwendig, beispielsweise für Nutzer ohne eigene Garage oder Stellplatz und müssen die zusätzlichen Ladeinfrastrukturkosten von dem Nutzer selbst finanziell getragen werden, so rechnen sich EV nur für sehr wenige Nutzer. Auch eine hohe Ladeleistung bringt kaum zusätzlichen Nutzen, da die Ladezeit für die wenigsten Nutzer mit positiver TCO-Lücke ein Problem ist, aber sich die höheren Kosten für solche Systeme kaum amortisieren. Psychologische Aspekte, im „Notfall“ schneller laden zu können, wurden in der Studie aufgrund fehlender Datenbasis nicht einbezogen. Wenn öffentliche Ladeinfrastruktur, aber auch halböffentliche Ladung, beispielsweise in Parkhäusern von Einkaufszentren oder auf Firmenparkplätzen, kostengünstig bzw. für viele Nutzer verwendbar angeboten werden kann, hat dies deutlich positive Auswirkung auf den Markthochlauf. Hierdurch kann der Anteil an elektrischen Fahranteilen deutlich gesteigert werden, auch bei kleiner dimensionierten Batterien.

Verschiedene techno-ökonomische Annahmen in den Rechnungen sind mit Unsicherheiten behaftet, beispielweise die künftigen Restwerte von Elektrofahrzeugen, die Nettolistenpreise für neue Pkw und die durchschnittlichen Batteriegrößen künftiger Elektrofahrzeuge. Zusätzliche Rechnungen haben gezeigt, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie nicht sehr sensitiv gegenüber Änderungen in den genannten Annahmen sind.⁴²

Nicht in dieser Studie untersucht wurde der Einfluss öffentlicher Ladesäulen auf die generelle Akzeptanz von EV. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, weil andere Studien darauf hinweisen, dass sich die Nutzer zwar oft eine gut ausgebaute öffentliche Ladeinfrastruktur wünschen, wenn diese aber vorhanden ist, wird sie nur selten genutzt.⁴³ Ebenfalls nicht Gegenstand dieser Studie sind Analysen, an welchen Orten Fahrten unterbrochen werden, um an sogenannten Schnellladestationen zwischenzuladen. Hier gilt es, künftig die Akzeptanz von solchen Zwischenladungen zu analysieren, die sich bei den heute diskutierten 50-kW-Systemen immerhin auf etwa zwanzig Minuten belaufen. Für gewerbliche Anwendungen dürfte dies wohl ein Ausschlusskriterium sein, weil die Arbeitszeitkosten des Fahrers während der Beladung hier jede Wirtschaftlichkeit zunichtemachen. Es sei denn, sie lässt sich mit feststehenden Pausen/Terminen präzise in Einklang bringen. Auch wurde ein möglicher Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur durch Car-

Sharing sowie der weiteren Nutzung dieser Infrastruktur durch andere nicht analysiert.

Eine weitere Annahme der vorliegenden Studie betrifft die Akzeptanz der begrenzten Reichweite von BEV. Hier wurde davon ausgegangen, dass Nutzer sich gegen ein BEV entscheiden, falls ein BEV nicht sämtliche Fahrten innerhalb des Beobachtungszeitraums (von ein bis vier Wochen) bewältigen kann. Dies ist plausibel, da heute auch bei erfahrenen BEV-Nutzern die begrenzte Reichweite als wichtige Hürde für die Attraktivität eines BEV genannt wird.⁴⁴ Allerdings sind hier weitere Untersuchungen zum realen Kaufverhalten und beispielsweise dem Einfluss eines Zweitwagens notwendig.

Zum Abschluss wird noch darauf hingewiesen, dass Änderungen im Mobilitätsverhalten selber in der Studie nicht unterstellt werden. Aufgrund des doch überschaubaren Zeithorizontes bis 2020 dürfte diese Annahme jedoch legitim sein.

⁴² Die Details dieser Varianten und Ergebnisse werden im Bericht *Markthochlaufszszenarien für Elektrofahrzeuge – Langfassung* vorgestellt und diskutiert (siehe Plötz et al. 2013).

⁴³ Siehe Gnann et al. 2013, Ecotality und Idaho National Lab 2012 sowie Bruce et al. 2012.

⁴⁴ Siehe Dütschke et al. 2012.

6 QUELLEN

- ADAC (2009):** ADAC-Umfrage: Kaufbereitschaft Elektroautos. Landsberg a. Lech: ADAC
- Biere, D.; Dallinger, D.; Wietschel, M. (2009):** Ökonomische Analyse der Erstinhaber von Elektrofahrzeugen. Zeitschrift für Energiewirtschaft 33 (Nr.2), S. 173–181
- BMVBS (2013):** Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS). Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin. <http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/113880/publicationFile/79485/mks-strategie-final.pdf> (Juli 2013)
- Bradley, M. A.; Daly, A. J. (1991):** Estimation of logit choice models using mixed stated preference and revealed preference information. In: Les methodes d'analyse des comportements de déplacements pour les années 1990. 6^e Conférence internationale sur les comportements de déplacements, Château Bonne Entente, Québec, 22.-24.05.1991, Vol. 1., S. 116–133
- Bruce, I.; Butcher, N.; Fell, C. (2012):** Lessons and Insights from Experience of Electric Vehicles in the Community. In: Electric Vehicle Symposium EVS 26, Los Angeles
- Bundesregierung (2009):** Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Berlin
- Dataforce (2011):** Elektrofahrzeuge in deutschen Fuhrparks – Zur künftigen Bedeutung von Elektrofahrzeugen in deutschen Flotten, Dataforce-Studie, Dataforce Verlagsgesellschaft für Business Informationen. Frankfurt a. M.
- de Haan, P.; Mueller, M. G.; Peters, A. (2007):** Anreizsysteme beim Neuwagenkauf: Wirkungsarten, Wirksamkeit und Wirkungseffizienz. Forschungsbericht zum Projekt Hybridfahrzeuge. Berichte zum Schweizer Autokaufverhalten Nr. 14. ETH Zürich, IED-NSSI, Report EMDM1161. <http://www.nssi.ethz.ch/res/emdm/> (Juli 2013)
- Dütschke, E.; Schneider, U.; Sauer, A.; Wietschel, M.; Hoffmann, J.; Domke, S. (2012):** Roadmap zur Kundenakzeptanz. Zentrale Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung in den Modellregionen. Karlsruhe: Fraunhofer ISI
- Ecotality and Idaho National Lab (2012):** The EV Project Q1 2012 Report
- ESMT (European School of Management and Technology) (2011):** Marktmodell Elektromobilität. Teil 1: Ansatz und Ergebnisse. ESMT Berlin
- Fahrmeir, L.; Kneib, T.; Lang, S. (2009):** Regression (Statistik und ihre Anwendungen). Zweite Auflage, Springer
- Fahrmeir, L.; Künstler, R.; Pigeot, I.; Tutz, G. (2011):** Statistik – Der Weg zur Datenanalyse. Siebte Auflage, Springer
- FOM (2010):** FOM-Umfrage: Elektromobilität Kauf- und Mobilitätsverhalten in Bezug auf Elektroautomobile. Hochschule für Ökonomie und Management
- Fraunhofer ISI (2012):** REM2030 Driving Profiles Database V2012. Karlsruhe
- GfK (2010):** Hohe Kaufbereitschaft für Elektroautos. Studie der GfK Panel Services Deutschland zu Einstellungen und Akzeptanz von Elektrofahrzeugen. http://www.gfk.com/imperia/md/content/presse/pressemitteilung2010/20100921_pm_elektroautos_dfin.pdf (Mai 2012)
- Gnann, T.; Plötz, P.; Kley, F. (2012a):** Vehicle charging infrastructure demand for the introduction of plug-in electric vehicles in Germany and the US. In: Electric Vehicle Symposium 26 (EVS26). Los Angeles

- Gnann, T.; Plötz, P.; Zischler, F.; Wietschel, M. (2012b):** Elektromobilität im Personenwirtschaftsverkehr – eine Potenzialanalyse. Working Paper. Sustainability and Innovation. Karlsruhe: Fraunhofer ISI
- Gnann, T.; Plötz, P.; Haag, M. (2013):** What is the future of public charging infrastructure for electric vehicles? – A techno-economical assessment of public charging points for Germany. In: Proceedings of the 2013 ECEEE summer study, Hyeres
- Greene, D. L. (1985):** Estimating daily vehicle usage distributions and the implications for limitedrange vehicles. Transportation Research Part B, vol. 19B, no. 4, S. 347–358
- Hacker, F.; Harthan, R.; Kasten, P.; Loreck, C.; Zimmer, W. (2011):** Marktpotenziale und CO₂-Bilanz von Elektromobilität – Arbeitspakete 2 bis 5 des Forschungsvorhabens OPTUM: Optimierung der Umweltentlastungspotenziale von Elektrofahrzeugen. Anhang zum Schlussbericht im Rahmen der Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Freiburg, Berlin: Öko-Institut
- Helms, H.; Jöhrens, J.; Hanusch, J.; Höpfner, U.; Lambrecht, U.; Pehnt, M. (2011):** UMBReLA Umweltbilanzen Elektromobilität. Ergebnisbericht. Heidelberg: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH. [http://www.emobil-umwelt.de/images/ergebnisbericht/ifeu_%282011%29 - UMBReLA_ergebnisbericht.pdf](http://www.emobil-umwelt.de/images/ergebnisbericht/ifeu_%282011%29_-_UMBReLA_ergebnisbericht.pdf) (Juli 2013)
- Huang J.; Haab, T. C.; Whitehead J. C. (1997):** Willingness to Pay for Quality Improvements: Should Revealed and Stated Preference Data Be Combined? Journal of Environmental Economics and Management, Volume 34, Issue 3, November 1997, S. 240–255
- infas und DLR (2002). Mobilität in Deutschland (MiD) (2002):** Bonn, Berlin: infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)
- Kley, F. (2011):** Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge – Entwicklung und Bewertung einer Ausbaustrategie auf Basis des Fahrverhaltens. ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale, Fraunhofer-Verlag
- Lin, Z.; Dong, J.; Liu, C.; Greene, D. L. (2012):** PHEV Energy Use Estimation: Validating the Gamma Distribution for Representing the Random Daily Driving Distance, in TRB 91st annual meeting. Transportation Research Board, 2012, S. 1–14
- McKinsey (2011):** A portfolio of power-trains for Europe: a fact-based analysis – The role of Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles. Studie von McKinsey & Company. <http://www.zeroemissionvehicles.eu/> (Juli 2013)
- Mock, P. (2010):** Entwicklung eines Szenariomodells zur Simulation der zukünftigen Marktanteile und CO₂-Emissionen von Kraftfahrzeugen (VECTOR21). Universität Stuttgart
- MOP (1994–2010):** Mobilitätspanel Deutschland (MOP). Projektbearbeitung durch das Institut für Verkehrswesen der. Datenzugang durch die Clearingstelle Verkehr des DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt). www.clearingstelle-verkehr.de (Juli 2013)
- NPE (2010):** Nationale Plattform Elektromobilität (NPE): Zwischenbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität. Berlin: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung
- NPE (2011a):** Nationale Plattform Elektromobilität (NPE): Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität. Berlin: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung
- NPE (2011b):** Nationale Plattform Elektromobilität (NPE): Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität – Anhang. Berlin: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung
- Öko-Institut e.V. (2011a):** Betrachtung der Umweltentlastungspotenziale durch den verstärkten Einsatz von kleinen, batterieelektrischen Fahrzeugen im Rahmen des Projekts „E-Mobility Berlin“. Status-Seminar Elektromobilität, Berlin-Brandenburg, Hacker, F., Berlin: Öko-Institut
- Öko-Institut e.V. (2011b):** CO₂-Minderungspotenziale durch den Einsatz von elektrischen Fahrzeugen in Dienstwagenflotten. Ergebnisbericht im Rahmen des Projektes „Future Fleet“. Kasten, P.; Zimmer, W., Berlin: Öko-Institut

- Pearre, N. S.; Kempton, W.; Guensler, R. L.; Elango, V. V. (2011):** Electric vehicles: How much range is required for a day's driving? *Transportation Research Part C*, vol. 19, no. 6, S. 1171–1184
- Peters, A.; Agosti, R.; Popp, M.; Ryf, B. (2011a):** Electric mobility – a survey of different consumer groups in Germany with regard to adoption. *Proceedings of ECEEE Summer Study*, June 2011. Belambra Presqu'île de Giens, France
- Peters, A.; Agosti, R.; Popp, M.; Ryf, B. (2011a):** Elektroautos in der Wahrnehmung der Konsumenten: Zusammenfassung der Ergebnisse einer Befragung zu akzeptanzrelevanten Faktoren. Karlsruhe: Fraunhofer ISI
- Peters, A.; de Haan, P. (2006):** Der Autokäufer – seine Charakteristika und Präferenzen. Ergebnisbericht im Rahmen des Projekts „Entscheidungsfaktoren beim Kauf treibstoffeffizienter Neuwagen“. *Berichte zum Schweizer Autokaufverhalten* Nr. 11. ETH Zürich. <http://www.nssi.ethz.ch/res/emdm/> (Juli 2013)
- Pfahl, S. (2013):** Alternative Antriebskonzepte: Stand der Technik und Perspektiven – Die Sicht der Automobilindustrie. In: Jochem, P.; Poganietz, W.-R.; Grunwald, A.; Fichtner, W. (Hrsg.): *Alternative Antriebskonzepte bei sich wandelnden Mobilitätskonzepten*, Tagungsband vom 8. und 9. März, Karlsruhe: KIT Scientific Publishing
- Plötz, P.; Gnann T. (2013):** Who should buy electric vehicles? – The potential early adopter from an economical perspective. In: *Proceedings of the 2013 ECEEE summer study*. Hyeres 2013
- Plötz, P.; Gnann, T.; Wietschel, M. (2012):** Total Ownership Cost Projection for the German Electric Vehicle Market with Implications for its Future Power and Electricity Demand. *Enerday, 7th Conference on Energy Economics and Technology Infrastructure for the Energy Transformation*, 27.04.2012. Dresden
- Plötz, P.; Gnann, T.; Kühne, A.; Wietschel, M. (2013):** Markthochlaufszszenarien für Elektrofahrzeuge – Langfassung. Studie im Auftrag der Acatech und der Nationalen Plattform Elektromobilität (AG7). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Schmid, S. (2012):** Marktperspektiven zukünftiger Fahrzeugkonzepte – Wettbewerb technischer Lösungen, der Kunde und die Rahmenbedingungen. Vortrag 7. März 2012, DLR Energiespeichersymposium Stuttgart
- Smith R.; Blair, D. (2010):** Notes on GPS Data Quality, 2010. <http://auto21.uwinnipeg.ca/data.html> (Mai 2012)
- Smith, R.; Shahidinejad, S.; Blair, D.; Bibeau, E. (2011):** Characterization of urban commuter driving profiles to optimize battery size in light-duty plug-in Electric Vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 16, no. 3, S. 218–224
- TAB (2013):** Konzepte der Elektromobilität und deren Bedeutung für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt, Autoren: Peters, A., Doll, C., Kley, F., Plötz, P., Sauer, A., Schade, W., Thielmann A., Wietschel, M., Zanker, C.. *TAB-Arbeitsbericht Nr. 153*, Berlin: Büro für Technologiefolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag
- Wietschel, M.; Kley, F.; Dallinger, D. (2009):** Eine Bewertung der Ladeinfrastruktur. *ZfAW Zeitschrift für die Wertschöpfungskette Automobilwirtschaft* 3, S. 33–41
- Wietschel, M.; Dallinger, D.; Doll, C. et al. (2011):** Gesellschaftspolitische Fragestellungen der Elektromobilität. Karlsruhe: Fraunhofer ISI
- Wietschel, M.; Dütschke, E.; Funke, S.; Peters, A.; Plötz, P.; Schneider, U.; Roser, A.; Globisch, J. (2012):** Kaufpotenzial für Elektrofahrzeuge bei sogenannten ‚Early Adoptern‘. Bericht für das Büro für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestags. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, IREES GmbH

IMPRESSUM

Fraunhofer-Institut für
System- und Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48 | 76139 Karlsruhe

Autoren

Martin Wietschel
Patrick Plötz
André Kühn
Till Gnann

Gestaltung und Realisation

Renata Sas
Sabine Wurst
Mitarbeit: Lisa Theophil

Studie im Auftrag der acatech – Deutsche
Akademie der Technikwissenschaften und
der Arbeitsgruppe 7 der Nationalen Plattform
Elektromobilität (NPE)

Karlsruhe, September 2013

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI analysiert Entstehung und Auswirkungen von Innovationen. Wir erforschen die kurz- und langfristigen Entwicklungen von Innovationsprozessen und die gesellschaftlichen Auswirkungen neuer Technologien und Dienstleistungen. Auf dieser Grundlage stellen wir unseren Auftraggebern aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft Handlungsempfehlungen und Perspektiven für wichtige Entscheidungen zur Verfügung. Unsere Expertise liegt in der fundierten wissenschaftlichen Kompetenz sowie einem interdisziplinären und systemischen Forschungsansatz.

Mit momentan mehr als 230 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in den Bereichen Wissenschaft, Technik und Verwaltung bieten wir ein hoch motiviertes Team. Die Steigerung des Jahresbudgets im Jahr 2012 auf über 21 Millionen Euro, das in mehr als 350 Projekten erwirtschaftet wurde, ist Ausdruck dieser erfolgreichen Arbeit.