

# Elektromobilität in Deutschland

Ergebnisse aus einer Studie  
zu Szenarien der Marktentwicklung



# Elektromobilität in Deutschland – Ergebnisse aus einer Studie zu Szenarien der Marktentwicklung

## Hintergrund und Zusammenfassung

Die zukünftige Entwicklung der Elektromobilität bringt für den Standort Deutschland große Möglichkeiten. Allerdings stellt eine so tiefgreifende Innovation alle Akteure auch vor Herausforderungen. Um Maßnahmen für den Ausbau der Elektromobilität beurteilen zu können, hatte die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) bereits im Jahr 2011 Ergebnisse eines Simulationsmodells vorgelegt, aus dem sich Szenarien für den Markthochlauf in Abhängigkeit von wichtigen Parametern ermitteln lassen. Im NPE Fortschrittsbericht 2012 wurde empfohlen, dieses Modell durch ein neutrales wissenschaftliches Institut fortschreiben zu lassen. Im Rahmen eines Ausschreibungsprozesses wurde im Januar 2013 das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) mit der Fortschreibung des Modells beauftragt. Die NPE-Partner wurden über eine Serie von Workshops in den Prozess der Weiterentwicklung und Verbesserung des Modells eingebunden. Detaillierte Ergebnisse der Studie wurden vom Fraunhofer ISI am 17. September 2013 publiziert.

Insgesamt bestätigen die vorliegenden Ergebnisse der Studie im Rahmen gesetzter Annahmen die bisherigen Prognosen der NPE. Sie ermöglichen zudem eine detaillierte Einschätzung zu möglichen Szenarien des Markthochlaufs, zu bedeutenden Einflussfaktoren für das Marktgeschehen und zur Wirkweise einzelner politischer Maßnahmen.

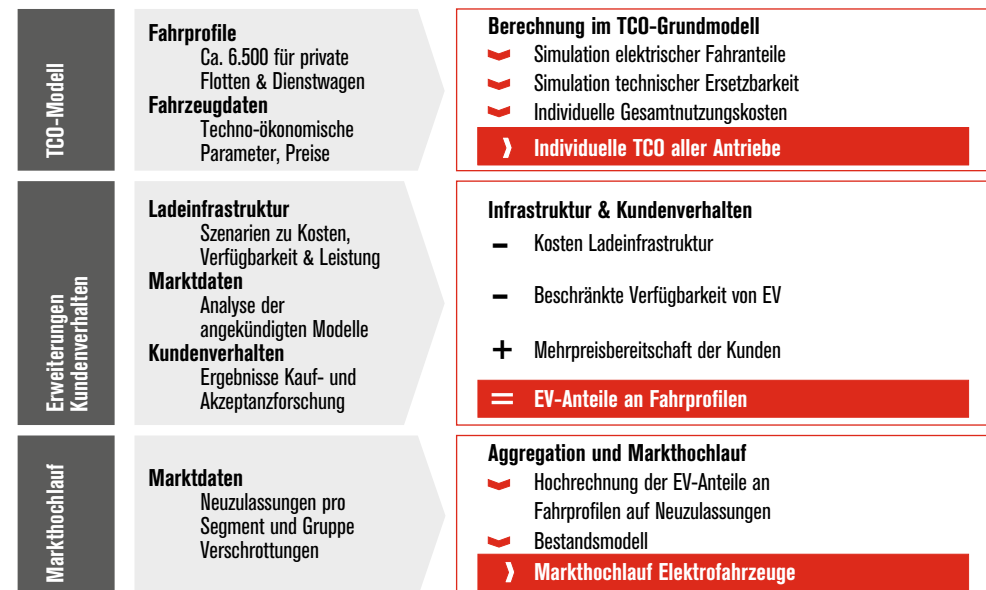
Die Szenariorechnungen zeigen auf, dass der Markthochlauf sehr sensibel auf einzelne wirtschaftliche Parameter wie Strom-, Kraftstoff- und Batteriepreise reagieren dürfte. Auch die erstmals im Rahmen der Modellberechnungen berücksichtigten Infrastrukturkosten und die angenommene Mehrpreisbereitschaft der Kunden haben einen wesentlichen Einfluss auf den Markthochlauf. Diese Ergebnisse sollten bei weiteren Diskussionen zu Strategien des Aufbaus einer öffentlichen und halböffentlichen Ladeinfrastruktur Berücksichtigung finden. Die im Modell errechneten Wirkungen einzelner monetärer Anreizmaßnahmen geben Aufschluss darüber, wie sich durch den gezielten Einsatz geeigneter Instrumente unterschiedliche Fahrzeugsegmente und Kundengruppen erreichen lassen.

Die Ergebnisse der Studie stützen in wesentlichen Punkten die bisher vorliegenden Maßnahmenempfehlungen der NPE von 2011. Wie andere Szenariostudien kann aber auch diese Analyse nur Bandbreiten der weiteren Entwicklung quantifizieren. Mit dem breiten Markteintritt weiterer Elektrofahrzeuge wird sich die Datenlage in Deutschland allerdings weiter verbessern. Daher empfiehlt die NPE, die aktuelle Marktentwicklung aufmerksam zu verfolgen, um ggf. kurzfristig bewerten zu können, mit welchen Mitteln die Marktentwicklung zielgerichtet und volkswirtschaftlich sinnvoll unterstützt werden kann.

## Vorgehensweise und Modellergebnisse zu den Gesamtnutzungskosten

Die vom Fraunhofer ISI vorgelegte Studie erlaubt es, die ökonomisch rationale Auswahl bestimmter Antriebsarten bei Kraftfahrzeugen in Abhängigkeit der Gesamtnutzungskosten (TCO – total cost of ownership) der Eigentümer zu bestimmen (vgl. Abb. 1). Anders als im bisherigen Modell gehen nun in die Auswahlentscheidungen reale Fahrprofile der Fahrzeugnutzung ein. Auch die Kosten der Infrastruktur werden erstmals berücksichtigt. In der Modellierung wird davon ausgegangen, dass die Nutzer eine optimale Entscheidung zwischen Antriebsarten unter Berücksichtigung der für sie relevanten Parameter und Kosten treffen. Auf Basis dieser optimierten Auswahl wird die Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge errechnet. Die prinzipielle Vorgehensweise wird in Abb. 1 dargestellt.

Abbildung 1:  
Überblick über die  
Vorgehensweise in der  
Studie des  
Fraunhofer ISI



Quelle: Wietschel et al. (2013)

Aus Sicht der NPE sind dabei die folgenden Ergebnisse der Studie des Fraunhofer ISI besonders wichtig:

- Die Gesamtnutzungskosten hängen stark von der Jahresfahrleistung und dem elektrischen Fahranteil – bei Plug-In (PHEV) und Range Extender (REEX)-Fahrzeugen – ab.
- Für viele Kunden mit hohen elektrischen Fahranteilen und gleichzeitig hohen Jahresfahrleistungen kann ein Elektrofahrzeug nach den vorliegenden Modellrechnungen schon heute und künftig noch häufiger das ökonomisch attraktivste Produktangebot sein.
- Nutzergruppen mit besonders hohen Potenzialen für die Nutzung von Elektromobilen sind Pendler aus dem Großraum deutscher Städte. Aufgrund der Verfügbarkeit von Garagen reduziert sich für viele dieser Nutzer auch die Notwendigkeit, im städtischen Bereich Ladeleistungen nachzufragen. Vielmehr würden diese Nutzer auf eine eigene Ladeeinrichtung zurückgreifen.

- Ein besonders interessantes ökonomisches Potenzial weisen rein gewerbliche Flotten auf, die rund 30% des Neuwagenmarktes ausmachen. Die Gründe liegen darin, dass die Fahrprofile in diesem Bereich oftmals gut planbar sind und Entscheidungen stark nach Wirtschaftlichkeit getroffen werden. Hier werden Elektrofahrzeuge häufig überzeugen können.

## Modellergebnisse zum Markthochlauf

Aufbauend auf der Modellierung der Gesamtnutzungskosten lassen sich verschiedene Szenarien für den Markthochlauf der Elektromobilität in Deutschland bis 2020 berechnen. Die Studie des Fraunhofer ISI weist dabei vor allem Ergebnisse für drei Szenarien aus, die sich folgendermaßen unterscheiden: Im ersten Szenario (Pro-EV-Szenario) werden eher optimistische Annahmen bezüglich der Rahmenbedingungen für Elektromobilität gesetzt, im zweiten (Contra-EV-Szenario) werden eher pessimistische Annahmen zugrunde gelegt. Das dritte Szenario (Mittleres Szenario) basiert auf relativ ausgegogenen Annahmen.

Die Ergebnisse der Szenariorechnungen werden in Abb.2 dargestellt. Unter günstigen Rahmenbedingungen kann das gemeinsame Ziel der Bundesregierung und der NPE von einer Million Elektrofahrzeugen bis 2020 auch ohne Förderung erreicht werden. Selbst unter ungünstigen Rahmenbedingungen kann ein „Sockel“-Markthochlauf von 150.000 bis 200.000 Elektrofahrzeugen bis 2020 erzielt werden.

PHEV und REEX-Fahrzeuge kommen laut den Szenariorechnungen des Fraunhofer ISI deutlich früher in den Bestand als reine Elektrofahrzeuge (BEV) und dürften 2020 einen Anteil von rund drei Viertel am Bestand der Elektrofahrzeuge haben. Dabei erreichen die

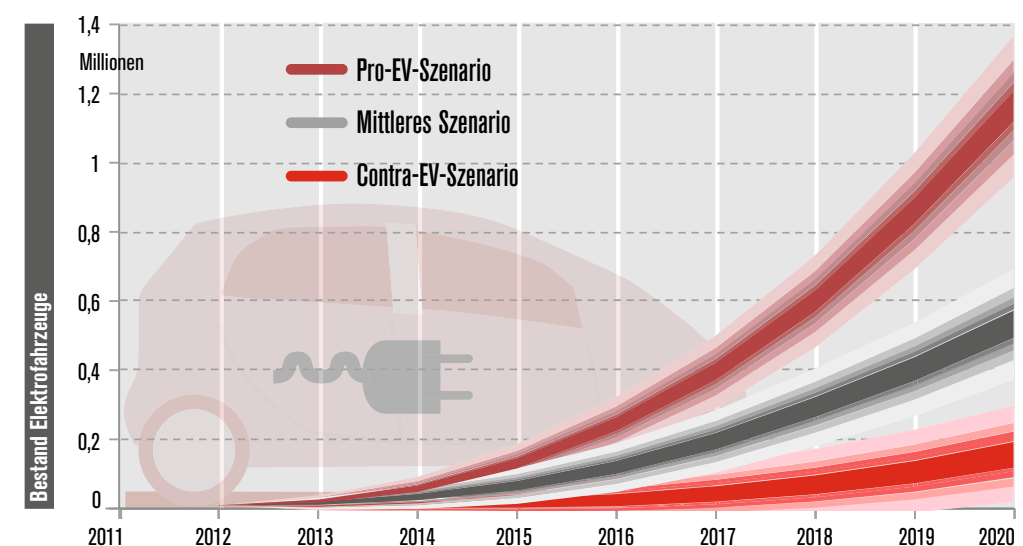


Abbildung 2:  
Markthochlauf nach  
TCO-Entscheidung

Annahmen: günstige Infrastrukturkosten, begerente Verfügbarkeit von Fahrzeugen und Mehrpreisbereitschaft (Bestand jeweils zum Ende des Jahres) einschließlich Unsicherheitsband

Quelle: Wietschel et al. (2013)

PHEV und REEX-Fahrzeuge unter den Modellannahmen sehr hohe elektrische Fahranteile und werden damit insgesamt überwiegend im elektrischen Fahrmodus bewegt.

Die Elektrofahrzeuge sind im Vergleich zu reinen Verbrennern vor allem bei einem hohen elektrischen Fahranteil und gleichzeitig hoher Jahresfahrleistung die ökonomisch günstigste Wahl. Diese Fahrprofile finden sich vor allem im Mittelklasse- und Oberklasse-Segment, welches folglich bis 2020 im Modell den Markthochlauf bedeutend mitträgt.

Bei Kleinwagen werden bis 2020 aufgrund geringerer Fahrleistungen die BEVs dominieren, während bei Mittel- und Oberklasse aufgrund höherer Jahresfahrleistungen vorwiegend PHEVs und REEX in den Markt kommen. Im wichtigen Mittelklasse-Segment haben bei gewerblichen Flotten jedoch auch BEVs einen erheblichen Anteil, da viele gewerbliche Nutzer bei ihren Entscheidungen von regelmäßigen Routen und einem geringen Anteil sehr langer Fahrten ausgehen können.

Vollzeitbeschäftigte aus Gemeinden bis 100.000 Einwohner werden vermutlich die größte Gruppe der Nutzer darstellen, die EVs ökonomisch sinnvoll einsetzen können. Pendler aus dem Großraum von Städten fallen zum Beispiel in diese Gruppe. Unter der Annahme, dass die Kosten des Ladeinfrastrukturaufbaus von den EV-Nutzern getragen werden müssen, werden daher im Jahr 2020 unter den privaten und gewerblichen Nutzern von Elektrofahrzeugen diejenigen dominieren, die ihr Fahrzeug an einer günstigen Wallbox in der Garage mit einfacher Ladeleistung von 3,7 kW laden können. Nur wenige Nutzer, die im öffentlichen Raum laden müssten und auf eine preiswerte öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen wären (sogenanntes „Laternenladen“), werden sich bei rationaler Kostenbetrachtung für ein Elektrofahrzeug entscheiden. Langfristig dürfte sich mit dem Ausbau der Ladeinfrastruktur im öffentlichen und halb-öffentlichen Raum jedoch eine deutliche Erhöhung der Zahl der EV-Nutzer erzielen lassen – im Modell allerdings vor allem dann, wenn die Kosten des Infrastrukturaufbaus nicht von den Nutzern getragen werden müssen. Wegen fehlender empirischer Grundlagen konnte im Modell dabei ausdrücklich nicht die Wirkung des zusätzlichen Aufbaus einer Schnellladeinfrastruktur analysiert werden.

### Wirkungsweisen möglicher monetärer Anreizmaßnahmen

Monetäre Anreizmaßnahmen werden im Modell des Fraunhofer ISI mit einer Vielfalt von Optionen abgebildet, um die wahrscheinliche Reaktion der Käufer auf den Einsatz solcher Instrumente zu quantifizieren. In den Simulationsrechnungen wird dabei der Einfluss dieser Maßnahmen auf den Markthochlauf über den Einbezug in die Gesamtnutzungskosten (TCO) berücksichtigt. So werden die Wirkungen pauschaler Kaufpreisreduzierungen, die Vergabe von Zinsbegünstigungen für private Nutzer, Änderungen der Dienstwagenbesteuerung, eine Sonder-AfA für Dienstwagen und Flotten sowie Minderungen der Kfz-Steuer für PHEV und REEV im Modell simuliert. Bei den Berechnungen werden auch erste Abschätzungen für die Kosten des Einsatzes solcher Instrumente und für die Mitnahmeeffekte vorgelegt.

Die NPE sieht ihre früheren Aussagen und Empfehlungen für ein Maßnahmenpaket im Kern bestätigt. Zudem zeigt die Studie des Fraunhofer ISI, dass sich die staatlicherseits bereits eingeleiteten bzw. geplanten Maßnahmen, so die Vergünstigungen bei der Kfz-Steuer und die Änderung der Dienstwagenbesteuerung, positiv auf die Marktentwicklung auswirken dürften. Ein besonders interessantes zusätzliches Instrument zur Förderung des Marktwachstums im gewerblichen Bereich dürfte eine Sonderabschreibung für Elektrofahrzeuge darstellen. Damit lässt sich laut Studie des Fraunhofer ISI bei relativ geringer finanzieller Förderung ein deutliches Marktwachstum von EV in den gewerblichen Flotten erzielen.

Die Studie des Fraunhofer ISI bestätigt, dass neben der bei den zukünftigen Kunden vorliegenden Mehrpreisbereitschaft auch staatliche Mittel den Markthochlauf unterstützen können. Die Wirkweisen und Kosten der Maßnahmen werden hier im Modell berücksichtigt und erlauben damit genauere Einschätzungen als frühere Modelle. Allerdings liefert die vorliegende Studie noch keine umfassende volkswirtschaftliche Bewertung der Instrumente.

### Auswirkungen von Energie- und Batteriepreisen

Der Markthochlauf der Elektromobilität wird zudem maßgeblich von der Entwicklung der Strom- und Kraftstoffpreise sowie der Batterietechnologie geprägt werden. Die Szenarioergebnisse reagieren äußerst sensibel auf Veränderungen dieser Parameter. In der folgenden Abbildung wird dargestellt, wie sich die Zahl der Elektromobile im mittleren Szenario verändert, wenn die wesentlichen Preisgrößen verändert werden. So würde sich der Bestand von Elektrofahrzeugen im Jahr 2020 bei einer Erhöhung der Kraftstoffpreise um 10% über dem im Szenario angenommenen Wert von ca. 520.000 auf ca. 765.000 erhöhen. Eine entsprechende Senkung der Batteriekosten um 10% würde eine Erhöhung des Bestandes im Jahr 2020 auf 700.000 Elektrofahrzeuge nach sich ziehen.

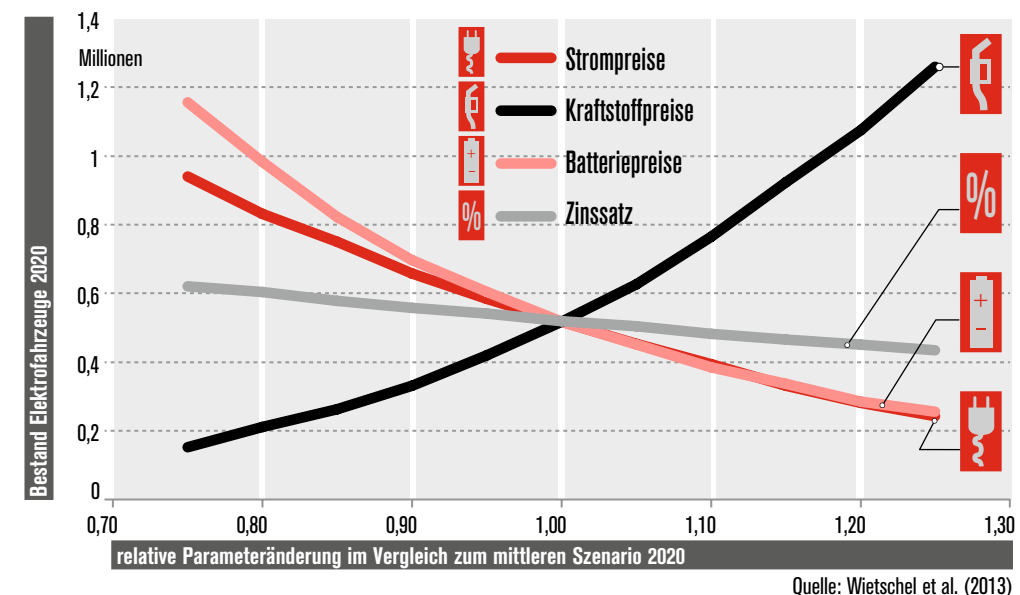


Abbildung 3: Sensitivität des Bestandes an Elektrofahrzeugen 2020, mittleres Szenario.

Die Ergebnisse zeigen, dass selbst geringfügige Veränderungen der Parameter innerhalb eines gewählten Szenarios wesentlichen Einfluss auf den prognostizierten Markthochlauf haben können. Ihre weitere Entwicklung sollte daher kontinuierlich beobachtet werden.

## Ausblick

Die Einführung der Elektromobilität in Deutschland ist längst keine Fiktion mehr. Elektromobilität kann zu einem wichtigen, sich selbst tragenden Markt werden, der für den Erhalt und den Ausbau von Beschäftigung und Wertschöpfung sorgen kann. In den Berichten der NPE war der Zeitraum bis Ende 2014 als Marktvorbereitungsphase bezeichnet worden – diese ist damit bald abgeschlossen. Hersteller von Elektrofahrzeugen und von Komponenten der neuen Fahrzeuge (Batteriematerialien, Leichtbau u. a.) haben begonnen, neue Produkte zu entwickeln und in den Markt einzuführen. Eine große Zahl von neuen Fahrzeugen deutscher Hersteller wird ab Herbst 2013 verfügbar werden. Die erforderliche Infrastruktur für den breiten Einsatz der Elektromobilität wird derzeit geplant und erprobt. Gleichzeitig bereiten sich staatliche Stellen darauf vor, durch Setzen sinnvoller Rahmenbedingungen neue Technologien und Formen der Mobilität zu unterstützen. Zudem wurden in erheblichem Umfang öffentliche und private Forschungsprojekte initiiert, die eine weitere Kostensenkung im Gesamtsystem Elektromobilität in Deutschland und eine Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Anbieter nach sich ziehen werden.

Elektromobilität stellt jedoch eine systemische Innovation dar, für deren Erfolg neben außergewöhnlichen Ingenieurleistungen der Hersteller und weiteren Kostendegressionen auch erhebliche institutionelle und organisatorische Veränderungen im Verkehrssystem gefragt sind. Die Akzeptanz der Elektromobilität muss auch weiterhin im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen. Die NPE wird über die bisherigen Maßnahmen und ihre Ergebnisse im Jahr 2014 nochmals detailliert berichten.

Die NPE hat bereits im Jahr 2011 einen Maßnahmenkatalog empfohlen, mit dem sich der Markthochlauf der Elektrofahrzeuge wirksam unterstützen lässt. Mit der Analyse des Fraunhofer ISI wird dieser Maßnahmenkatalog bestätigt und um den Umfang des Infrastrukturausbaus erweitert.

Eine kontinuierliche Beobachtung des Marktgeschehens der nächsten Monate wird zeigen, ob weitere Maßnahmen erforderlich sind, um die Zielvorgaben der Politik und der NPE erreichen zu können. Die nun vorgelegte Studie gibt wichtige Hinweise für die Bewertung von solchen Instrumenten.

Eine Reihe von nicht-monetären Maßnahmen, die von der NPE im 3. Fortschrittsbericht empfohlen wurden, sind noch nicht abschließend geprüft worden. Dazu gehören insbesondere die bevorzugte Nutzung von Parkplätzen, die Nutzung von Busspuren sowie die Einführung von Wechselkennzeichen. Die Frage nach einer Kennzeichnung von Elektrofahrzeugen ist nach wie vor eine zentrale Frage und bisher unbeantwortet. Hier ist die Politik gefordert, baldmöglichst eine Lösung zu finden. Zudem ist zu erwarten, dass die laufende Begleitforschung zu den Schaufenstern und anderen Förderprojekten weitere Maßnahmen aufzeigen wird, die Kundenakzeptanz und Markthochlauf der Elektromobilität positiv beeinflussen können.

## Zitierte Berichte des Fraunhofer ISI

Wietschel, M.; Plötz, P.; Kühn, A.; Gnann, T. (2013): Markthochlaufszszenarien für Elektrofahrzeuge – Kurzfassung. Studie im Auftrag der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und der Nationalen Plattform Elektromobilität (AG7). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Plötz, P.; Gnann, T.; Kühn, A.; Wietschel, M. (2013): Markthochlaufszszenarien für Elektrofahrzeuge – Langfassung. Studie im Auftrag der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und der Nationalen Plattform Elektromobilität (AG7). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

## Zitierte Berichte der NPE

NPE (2011): Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität. Berlin: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung.

NPE (2012): Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (Dritter Bericht). Berlin: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung.

## Verfasser

Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)  
AG 7 Rahmenbedingungen  
Berlin, September 2013

## Satz und Gestaltung

heilmeyerundserna.com  
Infographik  
isotype.com