

Florian Mader, BSc

Abschätzung von Lernraten für die Kostenentwicklung von Traktionsbatterien in Plug-In Elektrofahrzeugen am Beispiel von den USA und Deutschland

Diplomarbeit

TU Wien

Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe
Energy Economics Group

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Reinhard Haas
Assistent: Dipl.-Ing. Dr. Amela Ajanovic

Wien, Jänner 2015

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich mich bedanken, bei all den lieben Menschen in meinem Leben die mich auch während meiner Studienzeit immer unterstützt haben. Bei meinen Eltern, die immer ein offenes Ohr für mich hatten. Auch wenn sie beide unabhängig voneinander behaupten Kopfweh zu kriegen, wenn ich ihnen die Details des letzten interessanten technischen Problems das wir behandelt haben erzähle. Bei meinem Schatz Petra, die immer an mich geglaubt hat, und mir hilft mein bestes zu geben. Bei meinen Freunden und Bekannten die immer da waren wenn ich eine Auszeit gebraucht habe. Bei Prof. Haas und Dr. Ajanovic, die mir wichtiges Feedback zu meiner Arbeit geben konnten. Bei der TU Wien und der Fachschaft Elektrotechnik, weil die hier gemachten Erfahrungen mich mein Leben lang begleiten werden.

„Und wer nur ein Sandkorn in der Wüste bewegt, hat doch die ganze Welt verändert.“

Abstract

The ongoing shift towards electric drive concepts in the mobility sector has captivated scientists and engineers from the start. Experience curves have proven to be a valuable tool for assessing future price developments of products. The required learning rates for this approach are generally based on examples from history. This paper discusses which values for these learning rates can be estimated based on data derived from the emerging market for electrical vehicles. For this paper the U.S. and German markets have been exemplarily investigated in detail. Through independent research both price developments and sales statistics have been reconstructed with a monthly resolution for both countries. Based on this data learning rates were calculated for electric vehicles as a whole, as well as their electric drive components including the traction battery. It was found that observed learning rates differ significantly from the ones assumed. The conclusion has been drawn that currently available data does not yet permit sufficiently meaningful prognoses. Based on these findings future analysis of this matter seems promising as more exhaustive data becomes available.

Zusammenfassung

Der Umbau des Mobilitätssektors auf elektrische Antriebskonzepte beschäftigt Forscher und Ingenieure schon lange. Um die zukünftige Preisentwicklung abschätzen zu können, wird gerne mit Prognosen auf Basis des Konzepts der Erfahrungskurven gearbeitet. Die dazu notwendigen Lernraten werden meist aus historischen Beispielen übernommen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich daher mit der Fragestellung, welche Werte sich für diese Lernraten aus den aktuell entwickelnden Märkten für Elektrofahrzeuge abschätzen lassen. Beispielhaft wurden daher die USA und Deutschland näher untersucht. Durch eigenständige Recherche wurde die Preisentwicklung sowie die Verkaufsstatistiken für beide Länder mit einer monatlichen Auflösung nachvollzogen. Auf Basis dieser Daten wurden Lernraten für das jeweilige Fahrzeug als Ganzes, sowie den dem Elektroantrieb entsprechenden Kostenanteil inklusive Traktionsbatterie berechnet. Dabei hat sich gezeigt dass die in der Praxis gefundenen Lernraten stark von den oft getroffenen Annahmen abweichen. Dies wird jedoch als Anzeichen gesehen dass die derzeit verfügbaren Daten noch keine ausreichend Aussagekräftigen Bewertungen zulassen. Aufbauend auf dieser Arbeit erscheint eine erneute Betrachtung, wenn weitere Daten hinzugekommen sind, vielversprechend.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	6
2	Methodik	7
2.1	Die Lern-/Erfahrungskurve als Funktion	8
2.2	Direkte Berechnung der Lernraten von Punktepaar zu Punktepaar	11
2.3	Berechnung der Lernraten als Trendlinie	13
2.4	Berechnung der Lernraten für den EV-Anteil	14
3	Marktübersicht	16
3.1	Der Automarkt in den USA	16
3.2	Politische Ziele zu PEVs in den USA	21
3.2.1	Auf der Bundesebene	21
3.2.2	Auf der Bundesstaatsebene	21
3.3	Förderungen für PEVs in den USA	23
3.4	Politische Ziele zu PEVs in Deutschland	23
3.5	Förderungen für PEVs in Deutschland	24
3.6	Der Automarkt in Deutschland	24
4	Vorgehensweise Datenerhebung	26
4.1	Ersatzdaten für die Produktionskosten	27
4.1.1	Inflationsanpassung der erhobenen Daten	32
4.1.2	Bemerkenswerte Ausnahmen in der Datenerhebung der PEVs	32
4.2	Daten zur kumulierten Produktion	34
4.2.1	Verkaufsdaten in den USA	34
4.2.2	Neuzulassungen in Deutschland	35
5	Ergebnis der Analyse für die USA	36
5.1	Direkt berechnete Lernraten für die USA	38
5.2	Durch einfache Regressionsanalyse erhaltene Lernraten für die USA	39
6	Ergebnis der Analyse für Deutschland	40
6.1	Direkt berechnete Lernraten für Deutschland	40
6.2	Durch einfache Regressionsanalyse erhaltene Lernraten für Deutschland	42
7	Schlussfolgerungen	43

8	Verwendete Abkürzungen	47
9	Literatur	48
10	ANHANG	70

1 Einführung

Auch wenn der durch den Menschen verursachte Klimawandel zum Zeitpunkt als ich diese Zeilen schreibe aus den Medien weitestgehend verdrängt wurde, gibt es wohl nicht mehr viele Leute die nicht zumindest ansatzweise etwas davon gehört haben. Obwohl überwältigende wirtschaftliche Interessen einem abrupten Wandel zu einer CO_2 neutralen Wirtschaft entgegenstehen, werden die Appelle der Wissenschaft an die Politik immer drängender. Viele Szenarien wurden berechnet, wie die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert werden könnte, und in den meisten spielt das Transportwesen eine wichtige Rolle. Im „2DS“ Szenario der Internationalen Energieagentur (IEA)(vgl. [85]), in dem eine Begrenzung der mittleren globalen Temperaturzunahme auf $2^\circ C$ bis 2050 angestrebt wird, ist zum Beispiel der Beitrag des Transportsektors zur allgemeinen CO_2 Reduktion mit 21% bis 2050 angegeben. Um dieses Ziel erreichen zu können, müssten dreiviertel aller verkauften Autos bis 2050 in der einen oder anderen Art "plug-in"fähig sein, also mit elektrischem Strom betrieben werden.

Die Fahrzeuge die durch elektrischen Strom angetrieben werden (PEV - Plugin Electric Vehicle) sind schon heute klimafreundlicher als Fahrzeuge mit konventionellem Verbrennungsmotor (ICE - Internal Combustion Engine). Abhängig vom Strom-Mix, also welche Technologien zur Stromerzeugung verwendet werden, besteht sogar das Potential zu totaler CO_2 Neutralität (bei regenerativer Vollversorgung).

Die Pfadabhängigkeit technologischer Entwicklungen hat den ICEs bis jetzt einen nicht zu unterschätzenden Vorteil gegenüber innovativen neuen Konzepten verschafft. Auch Prognosen zur weiteren technischen Entwicklung konnten mit einiger Zuverlässigkeit abgegeben werden. Bei den PEVs ist dies zurzeit nur begrenzt möglich. Serienreife PEVs sind stark am konventionellen Fahrzeugbild ausgerichtet. Es wird geliefert, was von den Konsumenten traditionell bezüglich eines Autos verlangt wird. Nur auf Messen werden aber auch immer wieder Fahrzeuge vorgestellt, die aus diesen gewohnten Bahnen ausbrechen.

Prognosen zur Weiterentwicklung der PEVs sind daher nur schwer abzugeben, und die Verlässlichkeit der derzeitigen Prognosen bis 2020 wird erst im Nachhinein überprüft werden können. Verschiedene Technologische Ansätze konkurrieren um den Automarkt der Zukunft. Viel Entwicklungsarbeit wurde bereits in Brennstoffzellen Fahrzeuge (FCEV - Fuel Cell Electric Vehicle) gesteckt, und erst vor kurzem hat Toyota das Modell "FCV" vorgestellt [153] das sie 2015 in den Markt einführen wollen. Trotzdem dominieren

zurzeit vor allem Plug-In Hybridfahrzeuge (PHEV - Plugin Hybrid Electric Vehicle) und reine Batteriefahrzeuge (BEV - Battery Electric Vehicles) den Markt. Diesen wird auch für die nahe Zukunft das größte Marktpotential eingeräumt.

Und so hat die Elektromobilität es mittlerweile geschafft, nicht nur als Randthema einiger Fantasten und Bastler abgetan zu werden. Selbst große deutsche Automobilhersteller wie VW oder BMW haben in letzter Zeit eigene Elektroautos auf den Markt gebracht.

2 Methodik

Für die Abschätzung der Preisentwicklung der Akkus der EVs, wird in dieser Arbeit nach der Theorie der Erfahrungskurve/Lernkurve vorgegangen.

Dieser Effekt wurde erstmals 1936 von T.P. Wright in einem Paper beschrieben [198]. Er bestimmte durch eine empirische Studie, dass die Produktionskosten von Flugzeugen bei jeder Verdopplung der kumuliert produzierten Menge mit einer konstanten prozentuellen Rate abnahmen.

Später wurde dieses Konzept von der Boston Consulting Group aufgegriffen und als Planungswerkzeug für Manager populär gemacht. [42] [73]

Dabei ist das Konzept der Lernkurve enger gefasst als das Konzept der Erfahrungskurve. Bei Lernkurven wird meist nur die Menge der aufgewendeten Arbeitsstunden als Kostenfaktor genommen. Bei Erfahrungskurven wird eine Fülle an verschiedenen Kostenfaktoren implizit berücksichtigt und mit den allgemeinen Herstellungskosten gerechnet.

In der Literatur werden die folgenden fünf zentralen Ursachen für die der Erfahrungskurve zugrunde liegenden Kostensenkungen identifiziert: (vgl. [114], [84])

Aufteilung der Fixkosten Bei einer Ausweitung der Produktion werden die vorhandenen Fixkosten über mehr Einheiten als zuvor aufgeteilt. Dadurch reduziert sich der Fixkostenanteil an den Stückkosten. Dieser Effekt ist nur solange gültig bis weitere Investments nötig sind um die Produktion noch stärker erhöhen zu können, etwa in neue Fabrikhallen.

Economies of Scale Diese stellen sich normalerweise ein wenn die Produktion erhöht wird. So kann zum Beispiel bei größeren Abnahmemengen von Rohstoffen und Vorprodukten häufig ein besserer Preis ausgehandelt werden. Wenn es gelingt

hohe Stückzahlen umzusetzen kann oft auch der Gewinnanteil pro Stück niedriger angesetzt werden, um so den Verkaufspreis weiter zu senken. Das Konzept der Erfahrungskurve erweitert gewissermaßen das Konzept der Economies of Scale.

Verringerung der Stückkosten nach Wright Damit ist der Lernprozess gemeint den beispielsweise ein Arbeiter am Fließband durchmacht. Durch immer wiederkehrende Wiederholung von Tätigkeiten erhöht sich die Effizienz bei der Durchführung. Diese Lerneffekte sind beim gesamten Personal fest zu stellen, so können zum Beispiel auch Schichtleiter beobachten welche Mitarbeiter bestimmte Arbeiten am besten erledigen, und die Leute gezielter einsetzen. Generell erlaubt ein Erhöhen der Produktion eine steigende Spezialisierung der Mitarbeiter, was wieder zu erhöhtem Learning-by-doing führt.

Prozess Verbesserungen Hiermit werden technische aber auch strukturelle Verbesserungen an Arbeitsabläufen und Prozeduren gemeint. Wenn es gelingt die Fertigungskapazitäten effizienter einzusetzen, können zum Beispiel Investitionen in neue Kapazitäten hinaus gezögert werden, und so weitere Fixkosten vermieden werden. In der Produktion können durch Faktorsubstitution vermehrt Einsparungen bei gleichbleibender Produktqualität erzielt werden.

Technologische Fortschritte Durch die gewonnene Erfahrung mit dem Produkt können vielfach Verbesserungen sowie Weiterentwicklungen gemacht werden. Durch das Erkennen von auftretenden Problemen werden auch wichtige Impulse für Forschungsthemen gefunden.

2.1 Die Lern-/Erfahrungskurve als Funktion

Die Lern- bzw Erfahrungskurve beschreibt wie die Stückkosten bei steigender kumulierter Produktion immer weiter fallen. Die kumulierte Produktion kann dabei als Platzhalter für die gemachte Erfahrung bzw. das erfolgte Lernen während der Produktionsphase gesehen werden. (vgl. [111])

Wir können sie mathematisch beschreiben als

$$y_x = ax^b \tag{1}$$

wobei gilt

- y_x = Kosten (oder Arbeitszeit) die anfallen um die x-te Einheit zu produzieren
- x = kumulierte Produktion, bis zur und inklusive der x-ten Einheit
- a = die geschätzten Kosten für die Produktion der ersten Einheit
- b = der Lernparameter od. Erfahrungsindex (meist < 0)

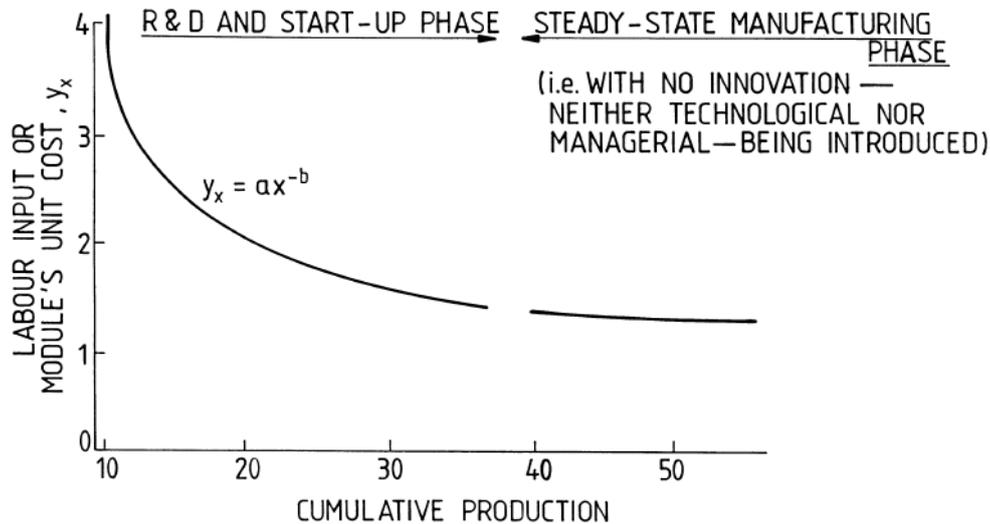


Fig. 1. A unit learning-curve, presented on linear-linear co-ordinate scales.

Abbildung 1: Eine beispielhafte Erfahrungskurve, dargestellt in einem doppelt linearen Koordinatensystem [111]

Die logarithmierte Version von Formel 1 lautet dann:

$$\log y_x = \log a + b \log x \quad (2)$$

In Abbildung 1 wird diese Funktion in einem doppelt linearen Koordinatensystem dargestellt, und in Abbildung 2 wird sie in einem doppelt logarithmischen Koordinatensystem dargestellt. Die dabei beispielhaft angeführte Kurve ist natürlich eine idealisierte Vereinfachung. Wie aus den Abbildungen ersichtlich werden zwei Phasen unterschieden, am Anfang verläuft die Kurve noch sehr steil, und es werden hohe Kostenreduktionen festgestellt, wenn sich die kumulierte Produktion erhöht. Dies entspricht der R&D oder Start-Up Phase des Produkts, in der Forschung und Entwicklung einen hohen Erfahrungszuwachs mit sich bringen.

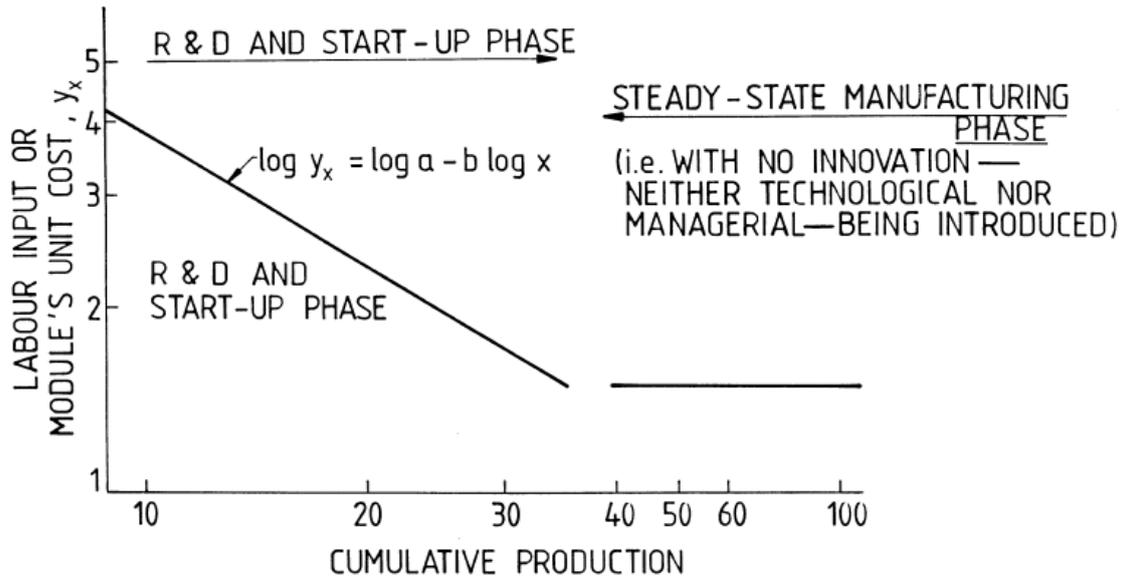


Fig. 2. As for Fig. 1, but presented as a log–log plot.

Abbildung 2: Eine beispielhafte Erfahrungskurve, dargestellt in einem doppelt logarithmischen Koordinatensystem [111]

Gegen Ende der Kurve verläuft diese schon extrem flach, und die Produktionskosten sinken nicht mehr wirklich weiter. Diese Phase wird als Production oder Steady-State Phase bezeichnet. In dieser Phase werden keine weiteren technischen Weiterentwicklungen am Produkt mehr gemacht, und auch im Management wird nichts mehr umgestaltet.

Diese beiden Phasen sind voneinander zu unterscheiden, und werden auch unterschiedlich modelliert. Aus diesem Grund sind die Kurven in den Abbildungen 1 und 2 auch absichtlich unterbrochen gezeichnet. Da moderne PEVs sich noch eindeutig in der R&D-Phase befinden können wir die zweite Phase in unseren Betrachtungen außer Acht lassen.

Die Fortschrittsrate (progress ratio PR) gibt die Steigung der Erfahrungskurve wieder. Bei einer Verdoppelung der kumulierten Produktion (dh. $x_2 = 2x_1$) kann PR folgendermaßen berechnet werden:

$$PR = y_2/y_1 = ax_2^b/ax_1^b = 2^b \quad (3)$$

Direkt damit verbunden ist die Lernrate LR , sie gibt die Kostenreduktion bei einer

Verdoppelung der kumulierten Produktion an. Einer Fortschrittsrate von zum Beispiel $PR = 80\%$ entspräche damit eine Lernrate von $LR = 20\%$.

$$LR = 1 - 2^b \quad (4)$$

Für die Berechnung der gesuchten Lernraten wurden verschiedene Methoden angewandt. Ausgangspunkt für die Betrachtungen waren immer Punktepaare von Verkaufspreis und kumulierter Produktion. Es wurden direkte Berechnungen der Lernraten von Punktepaar zu Punktepaar der jeweiligen Preissprünge angewendet, als auch zur gesuchten Lernkurve passende Trendlinien über den Verlauf der Punktepaare gesucht. Im folgenden wird auf die verschiedenen Ansätze genauer Eingegangen.

2.2 Direkte Berechnung der Lernraten von Punktepaar zu Punktepaar

Der erste Ansatz war es die Lernraten für die verschiedenen PEVs direkt aus den erhobenen Daten heraus zu rechnen. Dabei wurde von einer Preisreduktion zur nächsten über die jeweils erreichten kumulierten Absatzzahlen die Lernrate bestimmt. Zu diesem Zweck wurde die Formel 1, also

$$y_x = ax^b \quad (5)$$

für zwei verschiedene Wertepaare (y_{x1}/x_1) und (y_{x2}/x_2) angeschrieben. Wenn wir die so erhaltenen Gleichungen

$$y_{x1} = ax_1^b \quad (6)$$

$$y_{x2} = ax_2^b \quad (7)$$

wieder in die logarithmische Form bringen, erhalten wir die Gleichungen

$$\ln(y_{x1}) = \ln(a) + b \cdot \ln(x_1) \quad (8)$$

$$\ln(y_{x2}) = \ln(a) + b \cdot \ln(x_2) \quad (9)$$

Auf die Lernrate kommen wir über den Lernparameter b . Durch umformen von Gleichung 9 auf die geschätzten Kosten für die erste Produktionseinheit a erhält man:

$$\ln(a) = \ln(y_{x2}) - b \cdot \ln(x_2) \quad (10)$$

Durch einsetzen von Gleichung 10 in Gleichung 8 erhält man die Gleichung:

$$\ln(y_{x1}) = \ln(y_{x2}) - b \cdot \ln(x_2) + b \cdot \ln(x_1) \quad (11)$$

Durch herausheben und umformen auf b erhalten wir daraus dann die Gleichung:

$$b = \frac{\ln(y_{x1}) - \ln(y_{x2})}{\ln(x_1) - \ln(x_2)} \quad (12)$$

Danach kommen wir mit Gleichung 12 und dem Zusammenhang aus Gleichung 3 auf die Formel

$$PR = \exp\left(\frac{[\ln(y_{x1}) - \ln(y_{x2})] \ln(2)}{\ln(x_1) - \ln(x_2)}\right) \quad (13)$$

Und letzten Endes mit dieser Formel und dem Zusammenhang aus 4 kommen wir auf die endgültig gesuchte Formel für die Lernrate LR :

$$LR = 1 - \exp\left(\frac{[\ln(y_{x1}) - \ln(y_{x2})] \ln(2)}{\ln(x_1) - \ln(x_2)}\right) \quad (14)$$

Die mit dieser Formel berechneten Lernraten gehen also implizit davon aus das sich beide Punktepaare auf einer idealen Lernkurve befinden. Aufgrund der bereits diskutierten Einschränkungen des Ansatzes die Produktionskosten über die Preisdaten abzuschätzen, und den Unwägbarkeiten die in den Preisdaten enthalten sind, sind die Ergebnisse dieser direkten Berechnung rein quantitativ wenig aussagekräftig.

Sie liefern uns jedoch wichtige qualitative Aussagen über den allgemeinen Verlauf der Preisentwicklung. Wir können beurteilen ob wir uns noch in der Anfangsphase der Preisgestaltung befinden, wo wir eher einen flachen, plateauartigen Verlauf erwarten. Gleichzeitig können wir feststellen wenn sich der Verlauf der Preisentwicklung anfängt an die erwartete ideale Lernkurve anzupassen. In Abbildung 3 wird dieser Zusammenhang in einer Skizze dargestellt. Da ein Hersteller in der Produkt Einführungsphase bestrebt ist möglichst viele Fahrzeuge zu verkaufen, um sich einen hohen Marktanteil zu sichern, nimmt er Anfangs Verluste in Kauf und verkauft die Fahrzeuge zu einem Preis unter den wahren Produktionskosten. In der Skizze wird dieses anfängliche konstante Preisniveau in als rote horizontale Linie dargestellt. Wenn sich die wahren Produktionskosten (in der Skizze als blaue Linie dargestellt) dann unter dieses konstante Preisniveau senken, kann der Hersteller erstmals Gewinne erwirtschaften. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden allerdings Verluste angehäuft (in der Skizze als oberes grünes Dreieck dargestellt), und um diese wieder auszugleichen muss das Preisniveau noch längere Zeit konstant bleiben. Erst wenn die Verluste aus der Einführungsphase abgedeckt wurden (also in der Skizze das untere grüne Dreieck dieselbe Fläche wie das obere grüne Dreieck hat) wird sich der Verkaufspreis den Produktionskosten weiter annähern, um durch Preissenkungen den Absatz weiter anzukurbeln. In der Realität wird der Sprung von einem konstanten Preisniveau auf ein den Produktionskosten folgendes Preisniveau nicht so abrupt ablaufen wie in der Skizze dargestellt, jedoch erwarten wir einen qualitativ vergleichbaren Verlauf.

Die direkt von Preissprung zu Preissprung berechneten Lernraten erlauben uns daher abzuschätzen ob wir uns noch eher in einem konstanten Preisniveau bewegen oder ob ein merkbarer, der idealen Lernrate ähnliche Verlauf eingesetzt hat.

2.3 Berechnung der Lernraten als Trendlinie

Als zweiter Ansatz wurden die Lernraten über den Verlauf der Punktepaare als Trendlinie abgeschätzt, also durch eine einfache Regressionsanalyse. Dazu wurde in einem Tabellenkalkulationsprogramm (LibreOffice Calc) eine potenzielle Regressionskurve, entsprechend

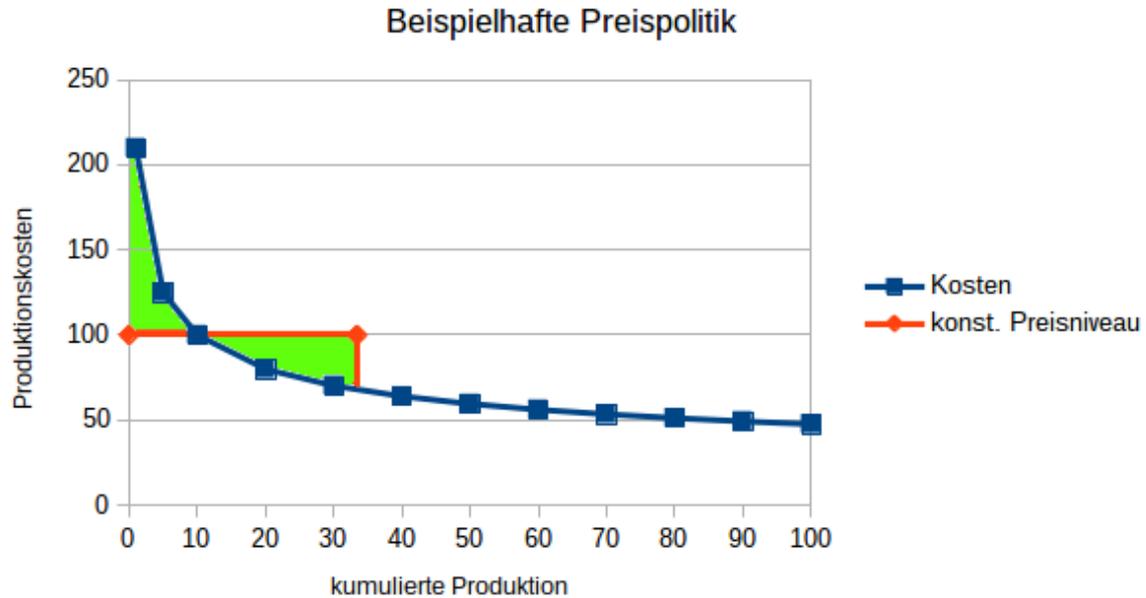


Abbildung 3: Skizze zur vereinfachten Preispolitik der Fahrzeughersteller

der in Formel 1 gesuchten Lernkurve, durch die jeweiligen Punktepaare gelegt. Dies erlaubt es uns direkt die geschätzten Werte für den Lernparameter b , die geschätzten Kosten für die Produktion der ersten Einheit a , sowie das Bestimmtheitsmaß R^2 als Aussage über die Qualität der Schätzung anzugeben.

2.4 Berechnung der Lernraten für den EV-Anteil

Unter dem EV-Anteil eines PEVs soll in dieser Arbeit der Anteil des Fahrzeugpreises der rein für den elektrischen Antriebsstrang, die Traktionsbatterie und ähnliche Komponenten die PEVs von normalen ICEs unterscheiden verstanden werden. Die restlichen Kosten entfallen auf Hilfssysteme wie die Karosserie, Bordelektrik und ähnliches. Dieser restliche Kostenanteil tritt bei ICEs genauso auf. Weiss et al. ermitteln in ihrem Paper die durchschnittlichen Kosten für diese Hilfssysteme mit $129 \pm 6 \text{€}_{2010} \text{kW}^{-1}$. [197] Diese werden dabei auf die Motorleistung (Gesamtsystemleistung bei Hybriden) bezogen, um die große Variabilität in absoluten Preisen zwischen z.B. Kleinwagen und Limousinen auszugleichen.

In der vorliegenden Arbeit wird vereinfachend der reine Mittelwert von $129 \text{€}_{2010} \text{kW}^{-1}$ bzw. $170,28 \text{\$}_{2010} \text{kW}^{-1}$ für die spezifischen Kosten der Hilfssysteme verwendet. Diese werden

als fix über den betrachteten Zeitraum angenommen. Wenn wir diese vom spezifischen, auf die Motorleistung bezogenen, Verkaufspreis des PEVs abziehen ergibt sich der reine EV-Anteil des Verkaufspreises. Wenn weiters angenommen wird das der Preisverfall der Fahrzeuge durch den Preisverfall der Traktionsbatterie erklärt werden kann, kann über die Preisentwicklung des EV-Anteils die Preisentwicklung der Traktionsbatterie dargestellt werden. Aus dieser Preisentwicklung lassen sich wiederum die gesuchten Lernraten für die Traktionsbatterie errechnen.

3 Marktübersicht

Bevor die eigentlichen Lernkurven ermittelt werden, soll an dieser Stelle noch einmal kurz auf die jeweiligen Automärkte der beiden Länder eingegangen werden, und die verschiedenen Daten dargestellt werden.

3.1 Der Automarkt in den USA

Der amerikanische Automarkt gilt als der größte Automarkt der Welt. Die Gesamtzahl an verkauften Fahrzeugen im Jahr 2013 in den USA gibt der Weltverband der Automobilverbände OICA mit 15,88 Millionen an, wobei weltweit 85,39 Millionen Fahrzeuge verkauft wurden. [45] Der Fahrzeugmarkt der USA allein entspricht somit 18,6% des gesamten Weltmarkts. Im Segment der „Light Vehicles“ⁱ mit 15,5 Millionen in den USA verkauften Autos allein im Jahr 2013 [11] bleibt der EV-Markt leider noch weit hinter diesen Absatzzahlen. Die 96.602 im Jahr 2013 in den USA verkauften PEVs stellen lediglich 0,62% des „Light Vehicles“-Marktes dar. [40]

Es gibt jedoch auch schon jetzt unerwartete Erfolgsmeldungen, so konnte zum Beispiel die Firma Tesla Motors mit ihrem „Model S“ im Luxus-Segment 8,4% des Marktes in den ersten sechs Monaten von 2013 erobern. [39]

Ein positiveres Bild ergibt sich wenn man den Erfolg der PEVs mit dem Erfolg der ersten normalen Hybridfahrzeuge am amerikanischen Markt vergleicht. Hybridautos hielten 2013 bereits respektable 3,19% vom gesamten „Light Vehicles“-Markt [40], ein Blick auf Abbildung 4 zeigt jedoch das auch diese am Anfang Schwierigkeiten hatten sich durchzusetzen. Wie man der Abbildung 4 sonst noch entnehmen kann, gelingt es den PEVs sich weitaus schneller zu etablieren. Im dritten Verkaufsjahr konnten Hybridautos nur 0,21% der verkauften „Light Vehicles“ stellen, also nur knapp ein Drittel der im dritten Verkaufsjahr durch PEVs bereits erreichten 0,62%.

Auch was die Anzahl der verfügbaren Modelle betrifft hat sich einiges getan, seit der Einführung der ersten PEVs. Wie in Abbildung 5 zu sehen, haben vor allem die verschiedenen erhältlichen BEV-Modelle stark zugenommen. Doch auch die PHEV-Modell Zunahme steigt stetig, da viele Hersteller ihre bereits als reines Hybridfahrzeug erhältlichen Modelle

ⁱIn amerikanischen Statistiken werden normale PKW getrennt von sogenannten „Light Trucks“ geführt, unter denen zum Beispiel auch SUVs und Pick-Ups gezählt werden. Unter „Light Vehicles“ versteht man daher alles außer schwerer LKWs.

Markteinstieg HEV vs. PEV

Eigene Ausarbeitung nach Daten von HyybridCars.com,
U.S. DOE - AFDC und WardsAutomobile

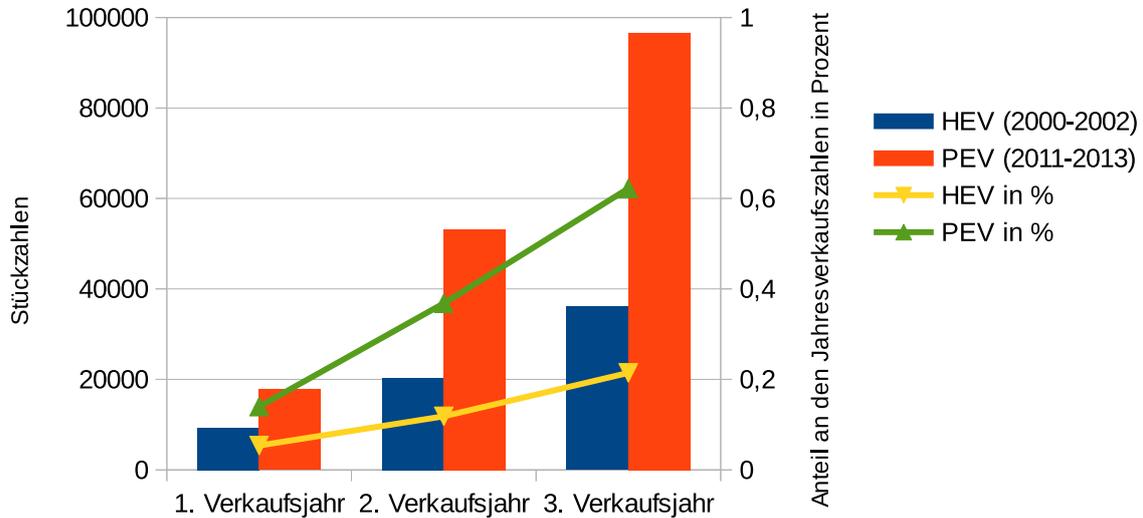


Abbildung 4: Vergleich der verkauften HEVs und PEVs in den USA während der ersten Verkaufsjahre

leicht adaptiert und mit einer größeren Batterie versehen, als Plug-In Hybrid erneut auf den Markt bringen. So zum Beispiel auch Porsche mit der für 2015 vorgestellten Version des „Cayenne S E Hybrid“. [88]

Unter den erhältlichen PEV Modellen gibt es jedoch starke Unterschiede bei den insgesamt verkauften Stückzahlen. Was man in Abbildung 6 schon erahnen kann, wird durch die geänderte Darstellungsweise in Abbildung 7 sofort offensichtlich.

Auf Platz 1 der meist verkauften PEVs in den USA steht mit 65.187 verkauften Fahrzeugen mit dem Chevrolet Volt ein PHEV. Darauf folgt auf dem 2. Platz ein BEV, nämlich der Nissan Leaf mit 57.877 verkauften Fahrzeugen. An 3. Stelle steht mit 35.509 verkauften Fahrzeugen wieder ein PHEV, und zwar der Toyota Prius PHV. Obwohl durch den hohen Verkaufspreis eher dem Luxus Segment zuzuordnen, folgt dicht darauf auf dem vierten Platz der Tesla Model S mit 30.450 verkauften Fahrzeugen. An den Plätzen fünf und sechs stehen zwei PHEV Modelle von Ford, der C-MAX Energi mit 14.287 und der Fusion Energi mit 13.550 verkauften Fahrzeugen. Platz sieben würde ein BEV von Ford einnehmen, der Focus Electric. Mit 3.517 verkauften Fahrzeugen ist dieses jedoch schon

Verkaufte PEV-Modellarten in den USA pro Quartal
 Anzahl der pro Quartal verschiedenen verkauften PEV-Modelle
 Eigene Ausarbeitung nach Daten von HybridCars.com

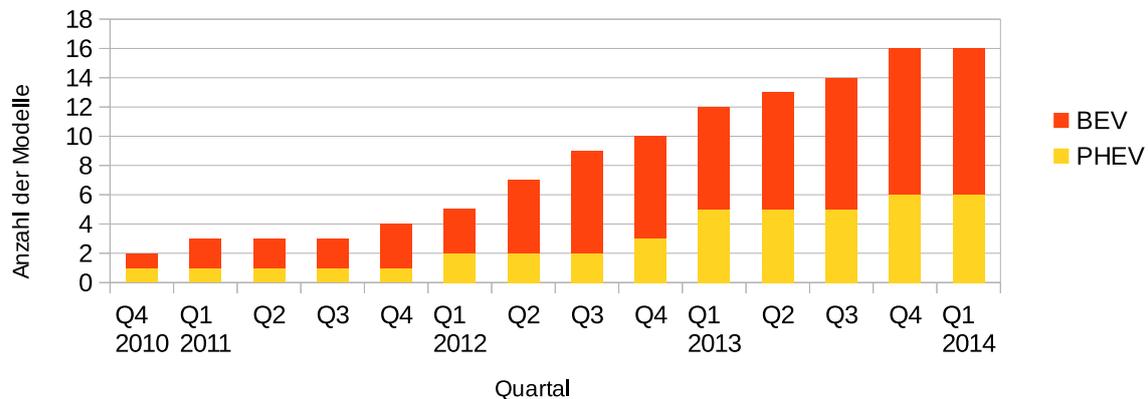


Abbildung 5: Pro Quartal verkaufte, unterschiedliche PEV Modelle in den USA

weit abgeschlagen und muss auch sonst eher zu den „Compliance Cars“ gezählt werden. Eine kürzlich angekündigte Preisreduktion um 6.000 US-Dollar für die 2015 Version des Focus Electric könnte jedoch auf ein ernsthafteres Engagement von Ford auch im BEV Markt hindeuten. [193]

Unter „Compliance Cars“ versteht man BEVs die vom Hersteller unter kalkulierte Verlust auf den Markt geworfen werden, um gesetzliche Vorgaben erfüllen zu können. In den USA ist hier vor allem Kalifornien der Bundesstaat der den Autoherstellern am meisten Druck macht, und sie zwingt Flottenemissionen zu senken. Vermehrt werden diese Fahrzeuge auch nicht verkauft, sondern nur verleast. Sie gehen dann mit Ende des Leasingvertrags zum Hersteller zurück. Meist werden sie auch nur in begrenzten Stückzahlen produziert und ausgeliefert. So kann man oft durch Beobachtung der Produktpolitik, die mit Vermarktung und Preissetzung einhergeht, feststellen ob ein BEV als ernst gemeinter Einstieg in den PEV Markt gedacht ist oder nur als „Compliance Car“. [160] Autos werden aber auch durchaus ehrlich als reine „Compliance Cars“ angekündigt, wie zum Beispiel der Fiat 500E. [191]

Monatliche PEV Verkäufe in den USA

Eigene Ausarbeitung nach Daten von HybridCars.com

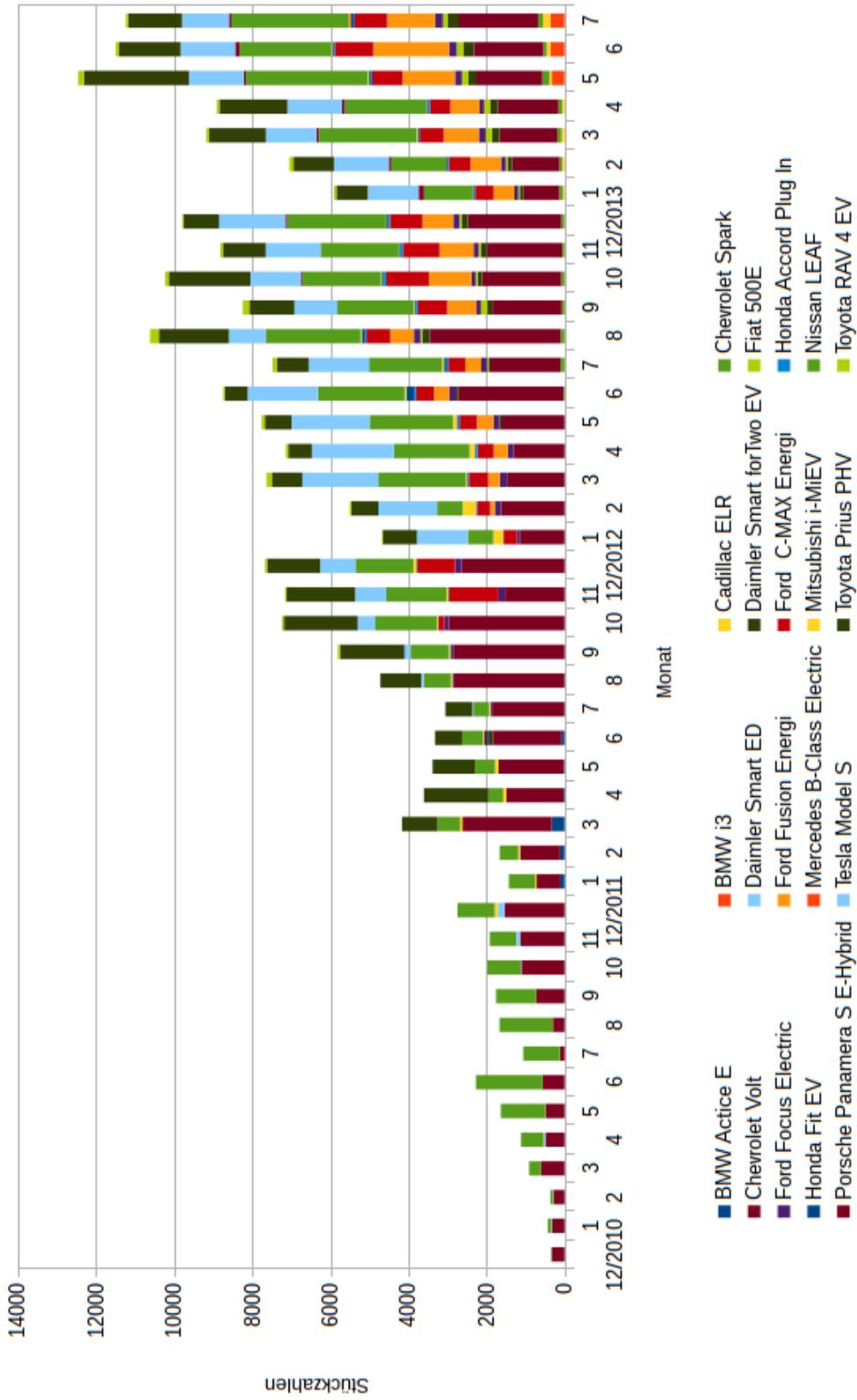


Abbildung 6: Monatsansicht der verkauften PEVs in den USA

Total verkaufte PEVs in den USA
 Summe der verkauften PEVs von 12/2010 bis inkl. 07/2014
 Eigene Ausarbeitung nach Daten von HybridCars.com

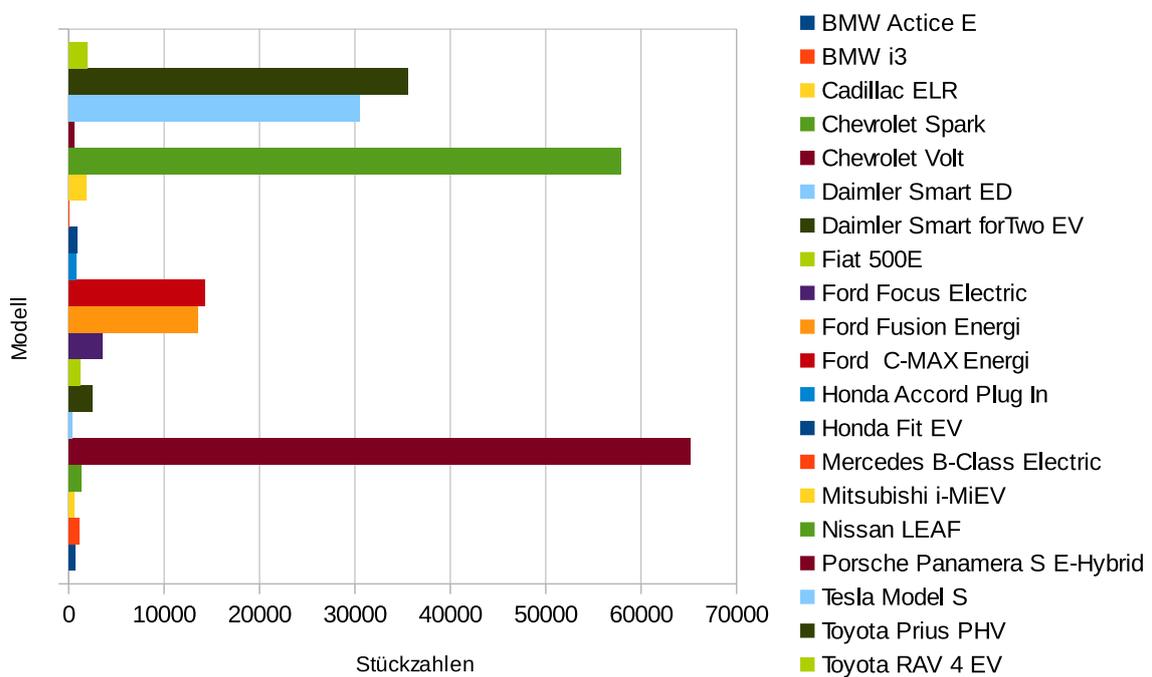


Abbildung 7: Total verkaufte Stückzahlen je Modell, USA

3.2 Politische Ziele zu PEVs in den USA

3.2.1 Auf der Bundesebene

Der derzeitige Präsident der USA, Barack Obama, verkündete in seiner Rede zur Lage der Nation (State of the Union) bereits 2011 ein ambitioniertes Programm. [134] Schon 2015 wollte er 1 Million EVs auf den Straßen der USA haben. Jedoch musste im Jänner 2013 dieses Ziel schon verwässert werden, da klar war das sich EVs nicht so schnell am Markt durchsetzen wie erwünscht. [147] Am Ziel von 1 Million EVs wird zwar festgehalten, jedoch das Zieljahr 2015 wurde aufgegeben.

Doch auch direkte Unterstützungen für Fahrzeug- und Batterieproduzenten sowie Zulieferer wurden aufgelegt. So wurden zum Beispiel durch das DOE (Departement of Energy) im Rahmen des „Advanced Technology Vehicle Manufacturing (ATVM) loan program“ Darlehen im Wert von ca. 8 Milliarden US-Dollar an Firmen vergeben. [28] Es erhielt beispielsweise Nissan ein Darlehen über 1,4 Milliarden US-Dollar um ein bestehendes Werk auf die Produktion von EV-Batterien umzurüsten. [133] Auch auf der Konsumentenseite wurden Steuernachlässe bei Anschaffung von EVs, sowie Steuerdarlehen für den Aufbau von Ladeinfrastruktur vergeben.

Daneben wurde auch in Forschung und Entwicklung investiert, wie zum Beispiel 120 Millionen US-Dollar in die Gründung des „Joint Center for Energy Storage Research (JCESR)“ [118], das sich um Batterieforschung kümmert. Ebenfalls 120 Millionen US-Dollar wurden in das „Critical Materials Institute (CMI)“ [148] investiert, das sich um die Erhöhung der Versorgungssicherheit kritischer Materialien (z.B. seltene Erden) kümmern soll. Auch in konkrete Forschungsprojekte wird Geld gesteckt, so werden bis 2015 sechs „applied battery research (ABR)“-Projekte direkt mit insgesamt 17,4 Millionen US-Dollar gefördert. [70]

3.2.2 Auf der Bundesstaatsebene

Unter den Bundesstaaten der USA hat vor allem ein Bundesstaat herausragende Bedeutung bei der Einführung von PEVs. Der Bundesstaat Kalifornien hat die einzigartige Befugnis unter „Section 209 of the Clean Air Act“ Fahrzeug-Emissions Grenzwerte einzuführen, die strenger sind als die durch die Bundesregierung der USA vorgegebenen Grenzwerte. Andere Bundesstaaten können die kalifornischen Standards zwar ebenfalls

übernehmen, davon abgesehen jedoch keine eigenen Standards erlassen. [58] Kalifornien ist auch der bevölkerungsreichste Bundesstaat der USA. So hat Kalifornien alleine mehr Einwohner als ganz Kanada oder Australien. Ein schlecht ausgebautes öffentliches Nahverkehrs-System macht Kalifornien gleichzeitig auch zum wichtigsten Automarkt in den USA. Das bedeutet, dass die Autoindustrie die in Kalifornien gesetzten Vorschriften nicht einfach ignorieren kann.

Kalifornien hatte historisch gesehen immer mit großen Luftverschmutzungsproblemen zu kämpfen. Vor allem in und um Los Angeles, der größten Stadt Kaliforniens und zweitgrößten Stadt der USA, entwickelte sich der Smog zu einem ernst zu nehmenden Problem, auf das auch die Politik reagieren musste. Das „California Air Resources Board (CARB)“ entwickelte daher unter anderem 1990 das sogenannte „Zero Emission Vehicle (ZEV)“-Programm. Nach diesem Programm sollten bereits 1998 2% der verkauften Fahrzeuge ZEVs, also Emissionsfreie Fahrzeuge wie etwa FCEVs oder BEVs sein. Im Jahr 2003 sollten demnach dann schon 10% der verkauften Fahrzeuge ZEVs sein. Jedoch wurde das Gesetz schon 1996 abgeschwächt, nach Druck durch die Autokonzerne und auch aus der Befürchtung das der technologische Entwicklungsstand bei ZEVs noch nicht weit genug ist. Nach weiteren Überarbeitungen in den Jahren 2001, 2003 und 2008 soll das Gesetz 2015 ein weiteres mal überarbeitet werden um Kaliforniens Klimaschutzziele mit aufzunehmen. (vgl. [132], [25])

Das ZEV Programm in seiner jetzigen Form sieht vor, das alle Hersteller „Credits“ für ihre verkauften Fahrzeugflotten vorweisen müssen. Diese Credits erhält man für den Verkauf von ZEVs, aber in geringerem Ausmaß auch für sehr verbrauchsarme gewöhnliche Autos oder Mischformen wie PHEVs. Diese Credits können zwischen den Unternehmen gehandelt werden, so können zum Beispiel Firmen wie Tesla ihre überzähligen Credits an Firmen verkaufen, die selber nicht genug Credits durch den Verkauf entsprechender Fahrzeuge aufbringen können. Das ganze System ähnelt also stark den „Cap-and-Trade“-Verfahren wie es zum Beispiel im EU-Emissionshandel zur Verwendung kommt. Einige Firmen bringen ZEVs in limitierten Stückzahlen auf den Markt um den Minimalanforderungen des ZEV zu genügen, so genannte „Compliance Cars“ (siehe Seite 18).

Seit Oktober 2013 haben sich mit Kalifornien noch 7 weitere Bundesstaaten zusammen geschlossen, die das ZEV Programm verpflichtend einführen. Die Gouverneure von Kalifornien, Oregon, Connecticut, Maryland, Massachusetts, New York, Rhode Island und Vermont haben sich das ambitionierte Ziel gesetzt 3,3 Millionen ZEVs bis 2025 auf ihre Straßen zu bringen. Das würde bedeuten das etwa 15% der bis 2025 verkauften

Fahrzeuge ZEVs sein müssen. Da die 8 erwähnten Bundesstaaten mehr als 23% des Fahrzeugmarktes der USA ausmachen, muss dieser Ankündigung einiges Gewicht bei gemessen werden. (vgl. [24])

3.3 Förderungen für PEVs in den USA

Die wichtigste Verkaufsförderung aus Konsumentensicht kommt in den USA von Bundesebene. Abhängig von der Batteriegröße (in kWh), sind PEVs im Rahmen des „Qualified Plug-In Electric Drive Motor Vehicle Tax Credit“-Programms mit 2.500 bis 7.500 US-Dollar von der Steuer absetzbar. Diese Förderung wird pro Hersteller auf insgesamt 200.000 verkaufte PEVs limitiert, danach läuft die Förderung für diesen Hersteller innerhalb eines Jahres aus.(vgl. [33])

Auf der Ebene der Bundesstaaten gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Förder- und Anreizprogrammen. Die höchsten Förderungen vergibt Colorado mit einem Steuernachlass von bis zu 6.000 US-Dollar. In Kalifornien, als wichtigsten PEV Einzelmarkt in den USA, werden PEVs im Rahmen des „Clean Vehicle Rebate Project“ gefördert. Dabei erhalten Käufer von BEVs 2.500 und von PHEVs 1.500 US-Dollar zurück erstattet. Käufer von FCEVs erhalten sogar 5.000 US-Dollar zurück. [59] Zusätzlich gibt es auch nicht monetäre Anreize. So werden etwa PEVs im Verkehr besser gestellt, und dürfen auch wenn sie alleine fahren in für Fahrgemeinschaften reservierten Fahrspuren fahren.

Da es den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, können hier natürlich nicht alle Förderungen vorgestellt werden. Abgesehen von den beiden hier vorgestellten Ebenen gibt es noch zahlreiche weitere Förderungen durch Städte, Kommunen und Energieversorger. Entsprechende Auflistungen und Zusammenstellungen sind jedoch im Internet zu finden. (siehe [32] und [135] für Bundesförderungen, und [34] oder [120] für Förderungen auf Bundesstaatsebene.)

3.4 Politische Ziele zu PEVs in Deutschland

Die deutsche Bundesregierung unter Bundeskanzlerin Angela Merkel stellte August 2009 ihren „Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung“ vor. Darin setzt sie sich das Ziel, dass bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. So soll Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität werden, und

die Führungsrolle der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie soll gesichert und ausgebaut werden. (vgl. [46])

Darauf aufsetzend wurde im Mai 2010 die „Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)“ als Beratungsgremium gegründet. Darin werden vorrangig durch Vertreter der Industrie, aber auch der Wissenschaft und anderer Stakeholder, im Rahmen von sieben Arbeitsgruppen konkrete Vorschläge für die Erreichung der Ziele des Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität erarbeitet. (vgl. [47])

Im Jahr 2011 wurde dann eine wesentliche Empfehlungen der NPE aufgegriffen, und das „Regierungsprogramm Elektromobilität“ vorgestellt. [48] Mit dem Förderprogramm „Schaufenster Elektromobilität“ hat die deutsche Bundesregierung mittlerweile 180 Millionen Euro bereit gestellt, um in regionalen Demonstrations- und Pilotvorhaben verschiedene Konzepte auf ihre Praxistauglichkeit überprüfen zu können. Weitere Fördermittel in Höhe von rund 250 Millionen Euro werden von 2009 bis Ende 2016 über das Förderprogramm „Erneuerbar Mobil“ für Forschung und Entwicklung ausgeschüttet. (vgl. [27])

3.5 Förderungen für PEVs in Deutschland

Trotz ehrgeiziger politischer Ziele für die Elektromobilität in Deutschland, fallen die Förderungen beim Kauf eines PEVs äußerst bescheiden aus. Bis auf eine Befreiung von der jährlichen Kfz-Steuer für 10 Jahre gibt es keine direkten Kaufanreize. [61] Gewerbliche Unternehmen können außerdem von der staatlichen KfW Bankengruppe (Kreditanstalt für Wiederaufbau) im Rahmen des „KfW-Umweltprogramm“ einen vergünstigten Kredit für den Kauf eines PEVs erhalten. [19] In Bearbeitung befindet sich derzeit ein Elektromobilitätsgesetz, mit dem weitere nicht finanzielle Anreize für PEVs stehen sollen. So sollen Privilegien wie unter anderem Gratis-Parkplätze, das Benutzen von Busspuren sowie Ausnahmen von Zufahrtsbeschränkungen ermöglicht werden. [154]

3.6 Der Automarkt in Deutschland

Den vom Weltverband der Automobilverbände OICA veröffentlichten Statistiken kann man entnehmen, das 2013 weltweit 62,78 Millionen PKWs neu verkauft beziehungsweise erstmalig zugelassen wurden. Davon entfielen 15,89 Millionen PKW auf die 28 Mitgliedsstaaten der EU. Die EU trägt damit einen Anteil von 18,93% zum PKW-Weltmarkt bei.

In Deutschland wurden 2013 2,95 Millionen PKW erstmalig zugelassen, dies entspricht 24,84% des EU- oder 4,7% des Weltmarktes. (vgl. [44])

Das deutsche Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) gibt die 2013 in Deutschland neu zugelassenen Elektro-PKW (entsprechend BEVs) mit 6.051 an. Im selben Zeitraum wurden in Deutschland 26.348 Hybrid-PKW neu zugelassen (hier wurden die PHEVs mit hinein gezählt). [108] Mit diesen Zahlen kommen im Jahr 2013 die Elektro-PKW auf 0,205% und die Hybrid-PKW auf 0,892% der deutschen Erstzulassungen. Hierbei ist zusätzlich noch zu bedenken, dass die Erstzulassungen nicht nur die neu verkauften Fahrzeuge beinhalten, sondern zum Beispiel auch Entwicklungsprototypen der verschiedenen Hersteller. Die Abbildung 8 auf Seite 25 stellt die im Text beschriebenen, sowie die Verkaufsdaten der vorhergehenden Jahre noch einmal zur Übersicht dar. Darin ersichtlich ist auch die erfreulich hohe jährlich Zuwachsrates von BEVs, von 104,7% vom Jahr 2012 zum Jahr 2013. Diese könnte jedoch insofern verfälscht sein, als dass einige deutsche Hersteller in kürze eigene BEVs angekündigt haben, und daher vermehrt Testfahrzeuge für Probe- und Entwicklungsfahrten zugelassen wurden. Sehr interessant ist auch der in Abbildung 9 auf Seite 26 gegebene Überblick über die Umsatzstärksten BEVs. Wie man sieht konnten einige BEVs wie der Renault Zoe, VW E-Up oder BMW i3 ihre guten Positionen allein durch Verkäufe im Jahr 2014 erreichen.

HEV und BEV Verkäufe in Deutschland

Eigene Auswertung nach Daten des KBA

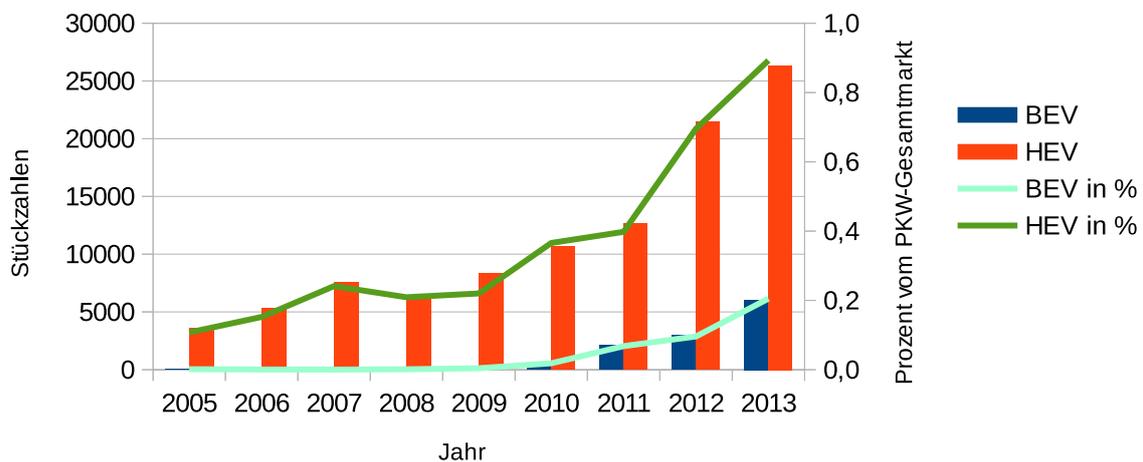


Abbildung 8: Verkaufszahlen von Elektro und Hybridfahrzeugen in Deutschland

Neuzulassungen PEV in Deutschland

von 2011 bis 2013 (mit in Summe mehr als 100 Fahrzeugen),
Daten von KBA.de (FZ14)

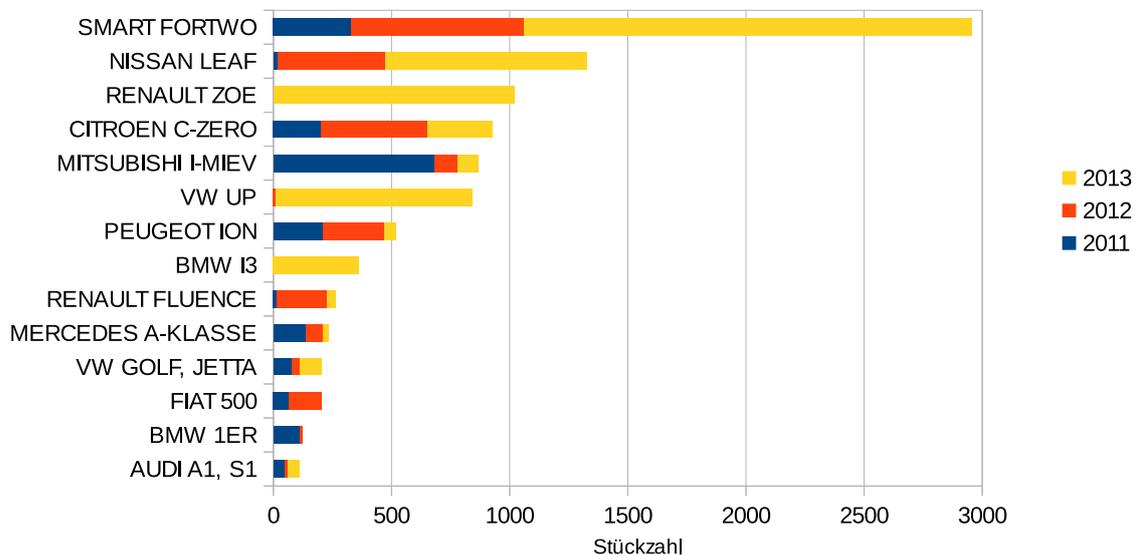


Abbildung 9: Verkaufszahlen der umsatzstärksten Elektrofahrzeuge in Deutschland der letzten 3 Jahre

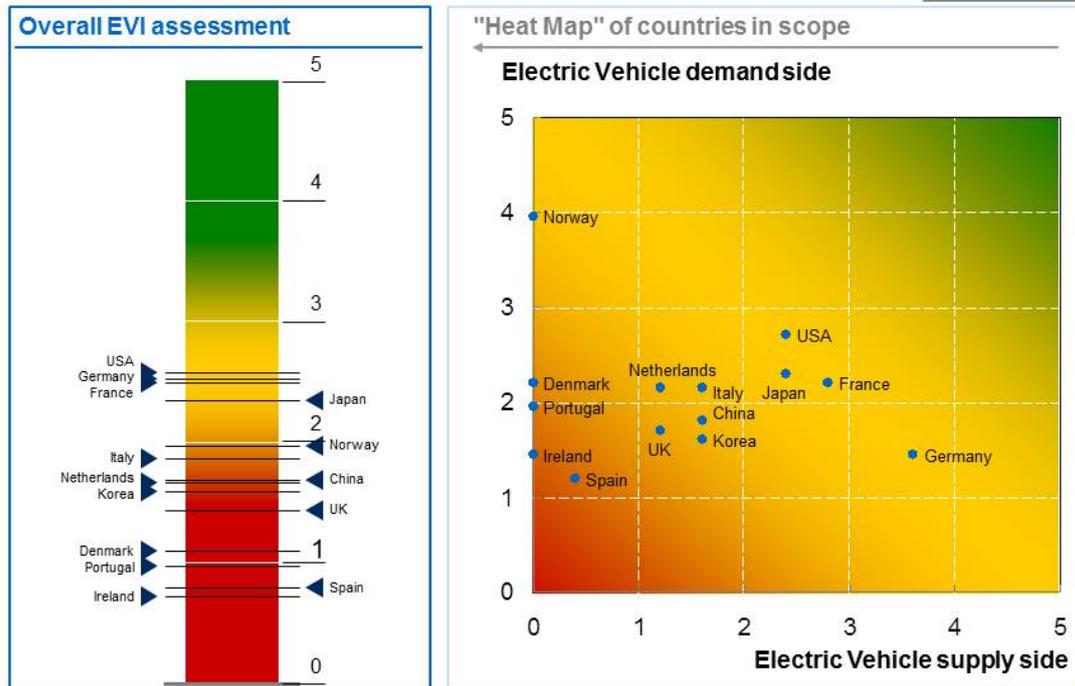
Trotz dieser zur Zeit nur sehr schwachen Nachfrage ist es interessant den PEV-Markt in Deutschland näher zu betrachten. Laut dem von McKinsey & Company erstellten „Electric Vehicle Index“ (EVI), der angeben soll wie weit die Märkte für Elektromobilität in einzelnen Ländern entwickelt sind, liegt Deutschland gleich hinter den USA an zweiter Stelle. (siehe Abbildung 10) Daran ist vor allem die starke Produktionsprognose von 440.000 Elektroautos bis 2019 beteiligt, die Deutschland zum weltgrößten Produzent für Elektrofahrzeuge machen würde.(vgl. [41])

4 Vorgehensweise Datenerhebung

Um Erfahrungskurven aufstellen zu können, und damit die Lernraten für die verschiedenen Fahrzeuge zu ermitteln, brauchen wir idealerweise Daten zur kumulierten Produktion sowie zu den jeweiligen Produktionskosten pro Fahrzeug. Leider sind wir in der Realität doch um einiges von diesem Idealfall entfernt.

The US continues to lead the Electric Vehicle Index slightly before Germany, France surpasses Japan and ranks number 3 now

STATUS JULY 2014



SOURCE: McKinsey

McKinsey & Company | 0

Abbildung 10: Ländervergleich im „Electric Vehicle Index“ (EVI) von McKinsey & Company [41]

4.1 Ersatzdaten für die Produktionskosten

Die wahren Produktionskosten eines Fahrzeugs sind ein Betriebsgeheimnis, da Mitbewerber aus diesen Informationen Rückschlüsse auf interne Produktionsabläufe und langfristige Strategien des Herstellers ziehen könnten. Eine große Anzahl von Firmenberatungsunternehmen verkauft Firmen das Know-How und Hilfe bei der Abschätzung dieser Kosten der Konkurrenz. Nicht nur in der Fahrzeugbranche, auch in anderen Industriezweigen sind diese Informationen viel wert. Solche Studien sind aber nur sehr selten für die Öffentlichkeit einsehbar. Wenn sie veröffentlicht werden, dann nur in stark gekürzter Form um Werbung für das Beratungsunternehmen zu machen, wie zum Beispiel wenn Schätzungen der Produktionskosten für ein neues iPhone in den Medien präsentiert werden.

Da uns die wahren Produktionskosten nicht zur Verfügung stehen, müssen wir auf andere

Daten zurück greifen. Hier bieten sich vor allem die Verkaufspreise der Fahrzeuge an, also die UVP (Unverbindliche Preisempfehlung) oder MSRP (Manufacturer's Suggested Retail Price) des Herstellers. Diese sind öffentlich einsehbar, vor allem den aktuellen Preis eines Fahrzeugs heraus zu finden stellt kein Problem dar. Erheblich schwieriger wird es wenn man, wie für diese Arbeit geschehen, auch historische Preisänderungen sowie deren genaue Zeitpunkte herausfinden muss. Man findet zwar bald den Preis für ein bestimmtes Modelljahr, nicht aber den Monat in dem die Preisumstellung erfolgte. Dies wurde durch mühevoller Recherche für jedes einzelne Fahrzeug erreicht. Die so erhaltenen Verkaufspreise, sowie die jeweils verwendeten Quellen, sind den jeweiligen Tabellen im Anhang zu entnehmen. Eine nach Fahrzeugen sortierte Übersicht findet sich für die USA in Tabelle 1 auf Seite 28 und für Deutschland in Tabelle 2 auf Seite 29. Die in diesen Tabellen dargestellten Verkaufspreise sind im Fall von Deutschland noch die Brutto Preise. Für die mit den Preisen weiter angestellten Berechnungen wurde die Mehrwertsteuer, die in Deutschland 19% auf Kfz beträgt, abgezogen und mit Netto Preisen gerechnet. Für die USA konnte direkt mit dem MSRP weiter gerechnet werden, da dieser einem Nettopreis entspricht.

Tabelle 1: Übersichtstabelle für die ermittelten Verkaufspreise und deren Quellen in den USA

Hersteller:	Modell:	Datensatz in Tabelle:	Auf Seite:
BMW	i3	10	74
BMW	i8	11	75
Cadillac	ELR	11	75
Chevrolet	Spark EV	10	74
Chevrolet	Volt	8	73
Fiat	500E	10	74
Ford	Focus Electric	9	73
Ford	Fusion Energi	10	74
Ford	C-MAX Energi	10	74
Honda	Accord Plug In	11	75
Mercedes	B-Class Electric	11	75
Mitsubishi	i-MiEV	10	74
Nissan	Leaf	7	73
Porsche	Panamera S E-Hybrid	11	75
Tesla	Model S	9	73
Toyota	Prius PHV	9	73
VW	e-Golf	11	75

Tabelle 2: Übersichtstabelle für die ermittelten Verkaufspreise und deren Quellen in Deutschland

Hersteller:	Modell:	Datensatz in Tabelle:	Auf Seite:
Audi	A3 e-Tron	14	78
BMW	i3	14	78
BMW	i8	14	78
Chevrolet	Volt	13	77
Citröen	Berlingo Electrique	14	78
Citröen	C-Zero	12	76
Ford	Focus Electric	14	78
Kia	Soul EV	14	78
Mercedes	B-Class ED	14	78
Mercedes	S500 Plug-In	14	78
Mitsubishi	I-Miev	12	76
Mitsubishi	Outlander PHEV	14	78
Nissan	e-NV200	15	79
Nissan	Leaf	12	76
Opel	Ampera	12	76
Peugeot	iOn	12	76
Porsche	918	15	79
Porsche	Cayenne Plug-In	15	79
Porsche	Panamera S E.	13	77
Tesla	Model S	12	76
Toyota	Prius Plug-In	15	79
Volkswagen	E-Golf	15	79
Volkswagen	E-Up!	15	79
Volkswagen	Golf GTE	15	79
Volkswagen	XL1	15	79
Volvo	V60 Plug-In	12	76

An dieser Stelle soll auch angemerkt werden, dass PEVs die nur als Leasing-Angebot zu haben waren bei den Berechnungen außen vor gelassen wurden. Die notwendigen Informationen um von Leasing-Angeboten auf den realen Verkaufspreis zurück zu rechnen sind meist nicht vorhanden. Es lassen sich zwar oft Leasing-Raten zu den Fahrzeugen finden, jedoch fehlen meist essenzielle Angaben zum Preis von Kaufoptionen am Ende des Leasingvertrages oder der Höhe von Anzahlungen am Anfang des Leasingvertrags. Aus den selben Gründen müssen auch Fahrzeuge mit Akkumiete oder Leasing-Akku von den Betrachtungen in dieser Arbeit ausgeschlossen werden, insbesondere da bei dieser Konstellation der Verkaufspreis des Fahrzeugs selber nur mehr sehr begrenzt mit den eigentlichen Akkukosten zusammen hängt.

Bei der Arbeit mit Verkaufspreisen handelt man sich jedoch unweigerlich einige Fehlerquellen mit ein, auf die man bei der Auswertung und bei der Interpretation der Ergebnisse aufpassen muss.

Preispolitik der Hersteller Vor allem am Anfang des Lebenszyklus eines neuen Produktes, beziehungsweise wie in unserem Fall der PEVs sogar einer neuen Produktkategorie, ist jeder Hersteller darauf bedacht einen möglichst großen Marktanteil zu erobern. Hier wird schon explizit mit der Theorie der Erfahrungskurven argumentiert, da ein großer Marktanteil (und die dadurch höheren umgesetzten Stückzahlen) einen Kostenvorteil gegenüber der Konkurrenz in der Zukunft versprechen. Aus diesem Grund greifen die Hersteller in den frühen Phasen der Marktentwicklung mit ihrer Preispolitik direkt die Mitbewerber an. Es werden Verluste in Kauf genommen um die Verkaufszahlen zu erhöhen. Daher werden vor allem bei der Markteinführung die Verkaufspreise unter den wahren Produktionskosten liegen.

Gewinnmargen der Autohändler Im beworbenen Verkaufspreis des Herstellers ist schon die Gewinnmarge der Autohändler inkludiert. Diese ist von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich. Etwaige durch Feilschen mit dem Autoverkäufer erhaltene Preisnachlässe muss dieser von seiner Gewinnmarge wieder abziehen.

Herstellerrabatte und Promotion-Angebote Unabhängig von der Gewinnmarge der Autohändler kann der Hersteller selbst noch einmal Rabatte gewähren. Darunter fallen zum Beispiel Prämien beim Eintausch von Gebrauchtwagen, Nachlässe bei Sonderausstattungen, diverse Gutscheine und ähnliches. Dazu kommen noch zeitlich begrenzte Promotion-Angebote, die meist auch mit einer Werbekampagne des Herstellers zusammen fallen. All diese Rabatte und Aktionen müssen wir ausklammern,

da sie sich im Nachhinein nur äußerst schwierig bis unmöglich rekonstruieren lassen.

Unterschiedliche Ausstattungsvarianten Je nach zusätzlich bestellter Ausstattungsvariante kann ein Fahrzeug am Ende einen Verkaufspreis haben der signifikant über dem Basispreis liegt. Es ist jedoch an dieser Stelle anzumerken das viele aktuell erhältliche PEVs in der Basisausstattung schon sehr gut ausgestattet sind. Dies ergibt aus der Sicht des Herstellers auch durchaus Sinn, da bei den ohnehin kleinen Stückzahlen darauf geachtet werden muss, das diese möglichst einheitlich produziert werden können. Erhältliche Zusatzausstattungen beschränken sich daher oft auf „Luxus“ wie ein besseres Audiosystem oder Lederbezüge. Da diese Aufpreise nicht direkt mit dem Stand der Technik zusammen hängen wurde in dieser Arbeit immer der Basispreis für die Berechnungen heran gezogen. Bemerkenswerte Ausnahme hiervon ist der Nissan Leaf, hier wurde die Variante „SV“ für die Betrachtungen verwendet. Dies ist aus Gründen der Einheitlichkeit erfolgt, da die billigste „S“ Variante in der das Auto gekauft werden kann erst 2013 eingeführt wurde. Die bis dahin erhältliche Basisversion entspricht aber dem Ausstattungsniveau der Variante „SV“, und ein Umstieg auf die neue, billigere Basisversion in der Berechnung hätte einen Preisverfall von Brutto über 3.000 US-Dollar ausgemacht. Dieser Preisverfall spiegelt aber nicht wirklich die technische Weiterentwicklung des Fahrzeugs wider.

Destination & Handling Fee In den USA wird zum Fahrzeugpreis dazu eine so genannte „Destination & Handling Fee/Charge“ verlangt, die meist so um die 800 US-Dollar liegt. Mit dieser sollen die Transportkosten des Herstellers von der Fabrik bis zum Autohändler abgegolten werden. Da diese von den Herstellern vorgegeben wird und nicht weg verhandelt werden kann, wurde sie im Rahmen dieser Arbeit immer zum MSRP hinzu addiert. Oft wird diese in den Pressemitteilungen zu den Verkaufspreisen jedoch nicht aufgeführt, was die Recherche der Preise noch einmal zusätzlich verkompliziert.

Steuern und Abgaben Da in dieser Arbeit versucht wird die Kostenentwicklung auf Herstellerseite abzuschätzen, werden Steuern und Abgaben nicht in die Verkaufspreise eingerechnet. Der in den USA verwendete MSRP ist ohnehin ein Netto-Preis, abhängig vom Kaufort würden darauf noch Verkaufssteuern auf Bundesstaatsebene sowie teilweise eigene Gemeinde-, Stadt-, und Schulbezirkssteuern fällig werden.

4.1.1 Inflationsanpassung der erhobenen Daten

Um die erhobenen Verkaufspreise auch über längere Zeiträume vergleichbar zu halten, sowie um überlagerte Inflationseffekte bei der Preisentwicklung zu korrigieren, wurden die recherchierten nominalen Preise für die anschließenden Berechnungen in reale Preise umgerechnet.

Für die durchgeführte Inflationsanpassung wurde auf den von Eurostat veröffentlichten HVPI (Harmonisierter Verbraucherpreisindex) zurück gegriffen. Dieser wird sowohl für Deutschland als auch die USA publiziert und nach einheitlichen Regeln erstellt. Der HVPI wird zurzeit noch immer mit dem Basisjahr 2005 angegeben. In aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten zum Themengebiet Elektromobilität wird jedoch seit geraumer Zeit mit dem Basisjahr 2010 gearbeitet. Um eine bessere Vergleichbarkeit der vorliegenden Arbeit mit anderen wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema zu ermöglichen, wurden daher die von Eurostat veröffentlichten HVPI-Werte umbasiert auf das Basisjahr 2010.

Dazu wurden in den ursprünglichen HVPI-Datensätzen von Deutschland und den USA aus den monatlichen Indexzahlen jeweils der Jahresdurchschnitt für das Jahr 2010 gebildet. Dividiert man diese noch durch 100 erhält man die in Tabelle 3 dargestellten Verkettungsfaktoren.

Tabelle 3: HVPI - Errechnete Verkettungsfaktoren 2010

Verkettungsfaktor 2010	
Deutschland	1,0843
Vereinigte Staaten	1,1226

Für das umbasieren musste daraufhin nur noch der jeweilige HVPI-Wert durch den entsprechenden Verkettungsfaktor dividiert werden. Die so auf das Basisjahr 2010 umgerechneten HVPI-Werte können den Tabellen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

4.1.2 Bemerkenswerte Ausnahmen in der Datenerhebung der PEVs

Einige Fahrzeuge mussten gesondert behandelt werden bei der Erhebung der Ersatzdaten zu den Produktionskosten. Im folgenden Abschnitt soll kurz auf diese Besonderheiten eingegangen werden.

Tesla Model S Der Tesla Model S wird mit verschiedenen Akku-Kapazitäten angeboten, zur Einführung waren dies 40 kWh, 60 kWh und 85 kWh. Da sich während der Vorbestellungsphase schon herausgestellt hatte, dass die 40 kWh-Version nur von ca. 4% der Kunden nachgefragt wurde, entschied man sich diese einzustellen. Statt dessen wurden durch Software auf 40 kWh limitierte Versionen der 60 kWh-Variante an die Kunden ausgeliefert. (vgl. [161]) Da der Preis für den Akku sehr starke Auswirkungen auf den Endpreis des Fahrzeugs hat, kann dies nicht vernachlässigt werden. In den Statistiken zu den Verkäufen in den USA bzw. die Neuzulassungen in Deutschland werden diese Varianten jedoch nicht gesondert ausgewiesen. Aus diesem Grund musste eine angepasste Version berechnet werden, in der auf die verschiedenen Preise Rücksicht genommen wird. Dies konnte mittels Daten aus einer Umfrage bewerkstelligt werden, in der Tesla-Besitzer ihre jeweilige gewählte Akku-Kapazität auf einer Homepage veröffentlicht haben. [143] Mit Hilfe dieser Daten konnte dann jeweils ein gewichteter Mittelwert gebildet werden, dargestellt in Tabelle 6 auf Seite 72, der einen angepassten Ersatzpreis darstellt.

Nissan Leaf Hersteller Nissan führte in den USA mit dem Modelljahr 2013 eine vergünstigte Variante „S“ des Leaf mit weniger Serienausstattung ein. Auch in Deutschland wurde eine vergünstigte Version „Visia“ eingeführt. Da im Rahmen dieser Arbeit immer versucht wurde, die Fahrzeuge in ihrer (billigsten) Grundausstattung zu vergleichen, würde nach dieser Logik der Listenpreis nun mit den neuen Varianten stark fallen. Dies wäre jedoch ein falsches Preissignal, da die vorher betrachtete Variante weiter verfügbar bleibt und nicht um den selben Preis günstiger wird. Im Fall des Leaf wurde daher beschlossen, die Betrachtungen mit der ursprünglichen Version des Fahrzeugs weiter fort zu führen, in den USA die „SV“ und in Deutschland die „Acenta“ Version. Nur so ist gewährleistet, dass die beobachtete Preisentwicklung des Fahrzeugs durch Lerneffekte zustande kommt, und nicht etwa durch eine schlechtere Innenraumausstattung. (vgl. [93], [146])

Citröen C-Zero bzw. Peugeot iOn bzw. Mitsubishi i-MiEV Der Konzern „PSA Peugeot Citröen“ verkauft unter seinen beiden Marken in Europa den Peugeot iOn und den Citröen C-Zero. Diese Fahrzeuge sind technisch weitgehend identisch zum Mitsubishi i-MiEV. Da beide zum selben Preis verkauft werden, wurden C-Zero und iOn Verkäufe für die Berechnungen der kumulierten Verkäufe zusammen gezählt. Der i-MiEV wurde trotzdem weiter gesondert behandelt, da er weitgehend unabhängig von den anderen beiden Modellen seine eigene Preisentwicklung zeigt. Ab

Mitte 2012 verbaute PSA auch mit 14,5 kWh einen kleineren Akku als Mitsubishi mit 16 kWh.(vgl. [60])

4.2 Daten zur kumulierten Produktion

Verschiedene Organisationen veröffentlichen Datensätze zur weltweiten Fahrzeugproduktion, diese bieten aber nicht die für die erfolgten Berechnungen notwendige, genaue Auflösung bezüglich den verschiedenen PEV-Modellen. Auch die zeitliche Auflösung wäre zu grob, da diese Daten meist nur auf einzelne Jahre bezogen sind. Je nach vorhandener Datenlage wurden für die verschiedenen Länder daher unterschiedliche Ansätze zur Beschaffung der Daten verfolgt.

4.2.1 Verkaufsdaten in den USA

Für die Daten zur kumulierten Produktion wurde in den USA auf die Verkaufsdaten zurück gegriffen, da sich diese sehr gut monatlich aufschlüsseln lassen. Als Quelle für die Verkaufsdaten wurde auf die Homepage HybridCars.com und die dort veröffentlichten „Dashboards“ zurück gegriffen.(vgl. [40]) Diese werden monatlich von HybridCars.com und Baum & Associates, einer auf den Fahrzeugmarkt spezialisierten Marktforschungsfirma, heraus gegeben. Dabei werden vor allem die von den Herstellern selbst heraus gegebenen Verkaufszahlen ausgewertet. Die so veröffentlichten Daten wurden auch von anderen wissenschaftlichen Arbeiten als Quelle zitiert.(vgl. [197], [39], [85]) Auch die vom AFDC (Alternative Fuel Data Center des U.S Department of Energy) publizierten Statistiken basieren größtenteils darauf.([35], [36])

Bei der Auswertung dieser Daten wurde darauf geachtet etwaige Fehler in den Rohdaten zu erkennen und auszubessern. So wurden bei manchen Monaten die Verkaufszahlen eines Fahrzeugs angepasst, wenn diese nicht mit den CYTD (Current Year To Date) Werten zusammen passten. Da die CYTD Werte mit jedem neuen Monat aktualisiert und um die Verkäufe des aktuellen Monats ergänzt werden, wurde angenommen das etwaige Korrekturen vorhergehender Zahlen in diese einfließen. Wenn man einfach nur die jeweiligen Monatswerte addiert, kommt am Ende des Jahres öfters ein vom gemeldeten Jahresgesamtwert verschiedenes Ergebnis heraus. In den AFDC Daten wurde zum Beispiel so vorgegangen, die Abweichungen sind dabei aber meist relativ gering. Zusätzlich wurden

die Daten für diese Arbeit auch noch mit anderen Quellen verglichen um grobe Fehler besser ausschließen zu können. ([54], [199])

4.2.2 Neuzulassungen in Deutschland

Für die Daten zur kumulierten Produktion in Deutschland wurde auf die Neuzulassungen zurück gegriffen. Das deutsche „Kraftfahrzeug Bundesamt“ (KBA) veröffentlicht verschiedenste Statistiken zu Neuzulassungen in Deutschland, und dem Fahrzeugbestand im Allgemeinen. Am aussagekräftigsten für unsere Zwecke sind dabei die „Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Marken und Modellreihen (FZ10)“ da diese monatlich veröffentlicht werden. Leider werden in dieser Statistik aber PEVs nicht eindeutig identifizierbar ausgewiesen, so kann zum Beispiel keine Unterscheidung getroffen werden welche der in einem Monat zugelassenen Smart ForTwo jetzt Elektrofahrzeuge waren, und welche konventionelle ICEs sind. Als weitere Einschränkung kommt hinzu, das von jedem Hersteller nur die Modelle mit den meisten Neuzulassungen explizit angeführt werden. Der Rest wird zwar immer noch zum Hersteller zugerechnet, aber nur noch gesammelt als „Sonstige“ angeführt. PEVs von denen keine großen Mengen monatlich umgesetzt werden, jedoch auch einfach schwache Verkaufsmonate von etablierteren PEV-Modellen werden so leider unnachvollziehbar gemacht.

Genauer aufgeschlüsselt sind hier die „Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen (FZ14)“. Darin enthalten sind die "Neuzulassungen von Personenkraftwagen mit Elektroantrieb nach Marken, Modellreihen und Motorleistung“. Diese Statistik hat ebenfalls einen Punkt „Sonstige“, explizit ausgewiesen werden hier wiederum alle Modellreihen mit mindestens fünf neu zugelassenen Fahrzeugen. Dieser Grad an Genauigkeit würde sicherlich für die in dieser Arbeit betrachteten serienmäßig produzierten BEVs ausreichen, leider erscheint die Statistik FZ14 aber nur jährlich. Die geforderte monatliche Auflösung wird daher nicht erreicht. Weitere Probleme ergeben sich dadurch das PHEVs zu den HEVs gezählt wurden und dort erst seit 2013 erkennbar ausgewiesen werden. Da es vor 2012 keine eigenen Typengenehmigungen für PHEVs gegeben hat finden sich auch in der aktuellen Statistik für das Jahr 2013 noch teilweise Fehler. So wurden im Jahr 2013 insgesamt 335 Opel Ampera neu zugelassen, in der Statistik werden aber nur 86 davon als Plug-In ausgewiesen.

Eine weitere jährlich erscheinende Statistik des KBA nennt sich „Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Herstellern und Handelsnamen (FZ4)“.

Aus dieser können die Zulassungszahlen für einzelne Modelle relativ gezielt ausgelesen werden, Fahrzeuge die umtypisiert werden erhalten jedoch eine eigene Typennummer mit der sie in Folge unter „Sonstige“ geführt werden, wodurch es teilweise zu Diskrepanzen kommt wenn man die Datensätze aus FZ14 und FZ4 für ein bestimmtes Modell vergleicht.

Um also eine möglichst genaue Auswertung der vorhandenen Daten zu erreichen wurde vorrangig auf die vom KBA monatlich gemeldeten Datensätze zurück gegriffen. Diese sind jedoch für PEVs aufgrund der oben erwähnten Einschränkungen nur sehr unzureichend, und die Daten wurden um die von Jose Pontes auf seinem auf PEV-Verkäufe spezialisierten Blog „EV Sales Blog“ (vgl. [106]) gesammelten Monatswerte für Deutschland weiter ergänzt. Die so aggregierten Monatswerte wurden dann jeweils für abgeschlossene Jahre mit FZ14 und FZ4 auf grobe Diskrepanzen verglichen und kontrolliert.

5 Ergebnis der Analyse für die USA

Bevor die jeweiligen Lernraten berechnet wurden, erfolgte eine genauere Betrachtung der Preisentwicklung von PEVs in den USA. Besonders Interessant waren dabei die in Abbildung 11 dargestellten Entwicklungen des in einem Jahr bezahlten durchschnittlichen Listenpreises.

Um diese Werte zu erhalten wurden monatlich die jeweiligen Listenpreise mit den jeweils verkauften Fahrzeugen multipliziert und für alle Fahrzeuge zusammen addiert. Dieser Wert wurde durch die Gesamtzahl der in diesem Monat verkauften Fahrzeuge dividiert. Die so erhaltenen Monatsdurchschnittspreise wurden dann noch einmal in einen Jahresdurchschnitt umgerechnet.

Bei einem Blick auf Abbildung 11 zeigt sich das wenn wir über alle PEVs rechnen (blaue Werte) der durchschnittliche bezahlte Listenpreis keinen eindeutigen Trend hat. Nach einem Minimum im Jahr 2011 steigt der durchschnittlich bezahlte Listenpreis bis ins Jahr 2013 wieder an, nur um dann wieder abzusinken. Bei genauer Betrachtung der Rohdaten konnte daraufhin festgestellt werden, das wir hier eigentlich zwei überlagerte Trends beobachten. Wenn man dieselben Berechnungen nicht mehr für alle PEVs gemeinsam macht, sondern in ein Luxus-Segment von Fahrzeugen mit über 50.000 US-Dollar Listenpreis (gelbe Werte) und ein „normales“ Segment mit PEVs unter 50.000 US-Dollar Listenpreis (rote Werte) aufteilt lassen sich diese klar erkennen.

Durchschnittlicher Listenpreis der verkauften PEVs in den USA

Eigene Ausarbeitung nach Daten von HybridCars.com,
Jahr 2014 bis inklusive Oktober ausgewertet

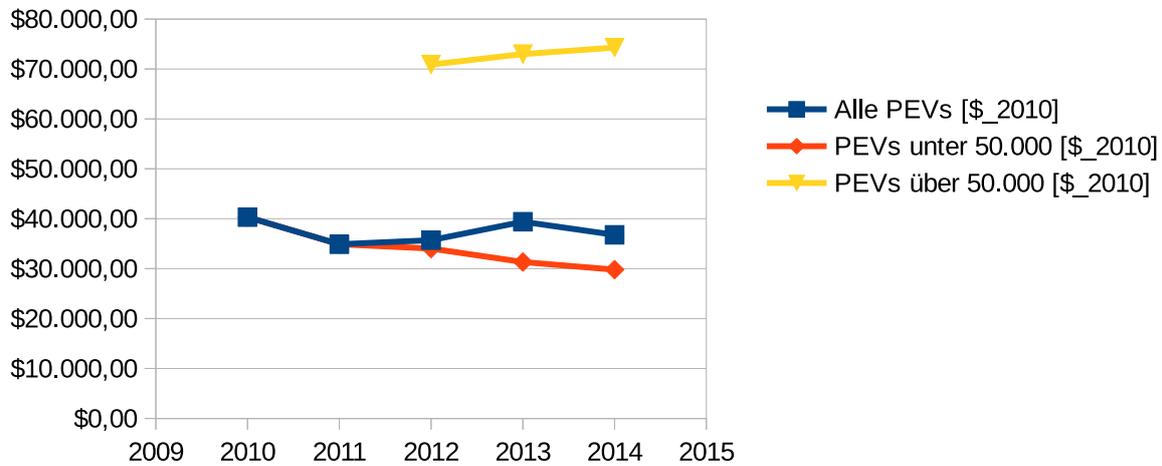


Abbildung 11: Durchschnittlicher bezahlter Listenpreis von PEVs in den USA

Die Luxus-PEVs tauchen erst 2012 mit dem Tesla Model S auf dem Markt auf. In den Jahren darauf kommen noch Porsche Panamera S E-Hybrid sowie Cadillac ELR hinzu, und erst seit wenigen Monaten ist auch der BMW i8 in dieses Segment hinzugestoßen. Die Kunden in diesem Segment sind Jahr für Jahr bereit höhere Preise zu zahlen, da beim Erwerb eines solchen PEVs wohl eher Prestige als rationelle Kostenvergleiche im Vordergrund stehen. So stieg der durchschnittlich bezahlte Listenpreis für Luxus-PEVs von 70.878,49 US-Dollar im Jahr 2012 auf 74.277,28 US-Dollar im Jahr 2014 an.

Die um diesen Effekt bereinigten Werte für die restlichen „normalen“ PEVs zeigen dagegen einen signifikanten Abwärtstrend. Wurden 2010 noch PEVs mit einem durchschnittlichen Listenpreis von 40.314,18 US-Dollar gekauft, fällt dieser Wert kontinuierlich bis zum Jahr 2014, in dem nur noch ein durchschnittlicher Listenpreis von 29.789,60 US-Dollar gezahlt wurde. Das ist ein Preisverfall von 10.524,58 US-Dollar über einem Zeitraum von nur 4 Jahren. Der Gesamtmarkt für nicht Luxus PEVs entwickelt sich also kontinuierlich in Richtung billigerer Fahrzeuge, und es wird interessant sein zu beobachten, ob die Einführung neuer Modelle im Jahr 2015 diesen Trend fortsetzen wird, oder ob sich der durchschnittlich bezahlte Listenpreis stabilisiert. Da das derzeitige umgesetzte Fahrzeugvolumen noch stark subventioniert wird, stehen die Hersteller jedoch unter Druck ihre Preise weiter zu senken. Das absehbare Ende der Subventionen bei 200.000 verkauften

PEVs pro Hersteller in den USA würde sonst zu einem starken Wettbewerbsnachteil für Hersteller führen die auf dem derzeitigen Preisniveau verharren.

5.1 Direkt berechnete Lernraten für die USA

Die nach der in Kapitel 2.2 beschriebenen Methode direkt berechneten Lernraten für die USA sind für die ausgewerteten PEVs in verschiedenen Tabellen dargestellt. In der Übersichtstabelle 16 auf Seite 80 sind diese alphabetisch nach Hersteller und Modell aufgelistet. Die dabei erhaltenen Lernraten für den Preisverlauf des kompletten Fahrzeugs sind in Abbildung 12 noch einmal zusammen gefasst.

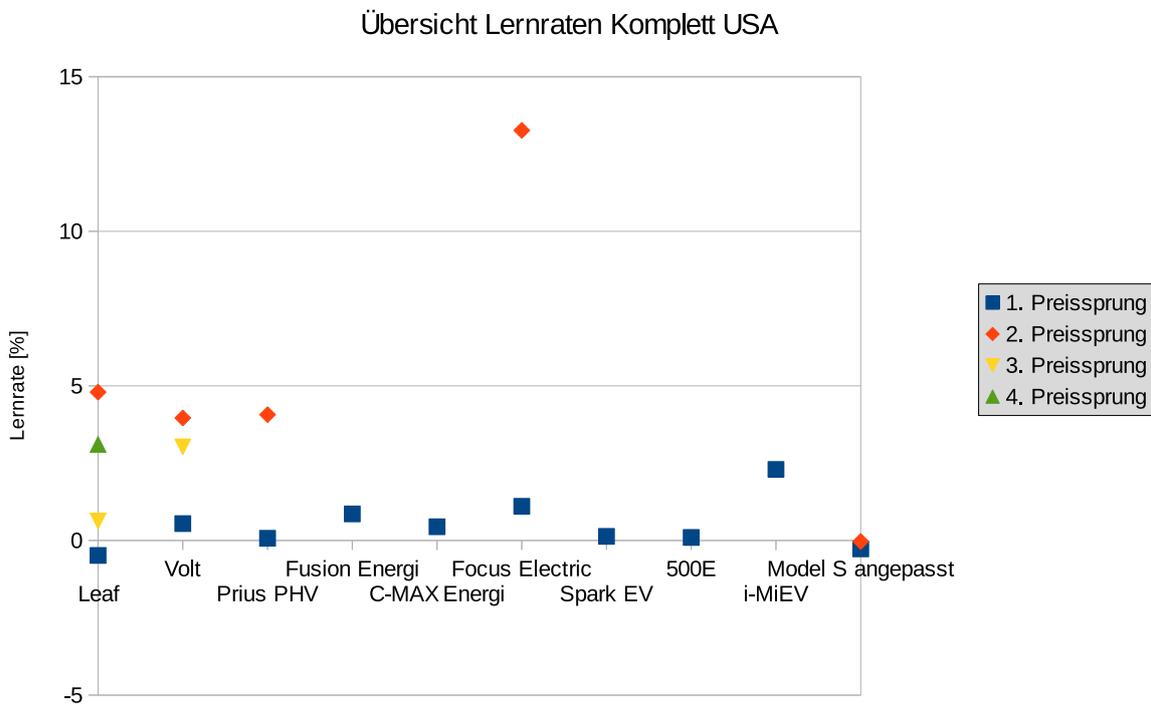


Abbildung 12: Übersicht über die direkt berechneten Lernraten in den USA

Wie man erkennen kann, sind von den 17 betrachteten PEVs nur 10 schon so lange am Markt, das sie bereits einen Preissprung gemacht haben. Davon haben nur 3 PEVs einen zweiten Preissprung gezeigt. Die Spitzenreiter, der Chevrolet Volt mit 3 Preissprüngen und der Nissan Leaf mit 4 Preissprüngen, sind seit 2010 auf dem Markt und damit auch die am längsten erhältlichen PEVs von den betrachteten Fahrzeugen.

Wenn man nach der in Kapitel 2.4 vorgestellten Methode folgend die Lernraten für den EV-Anteil und damit die Traktionsbatterie berechnet erhält man die in Abbildung 13 dargestellten Werte.

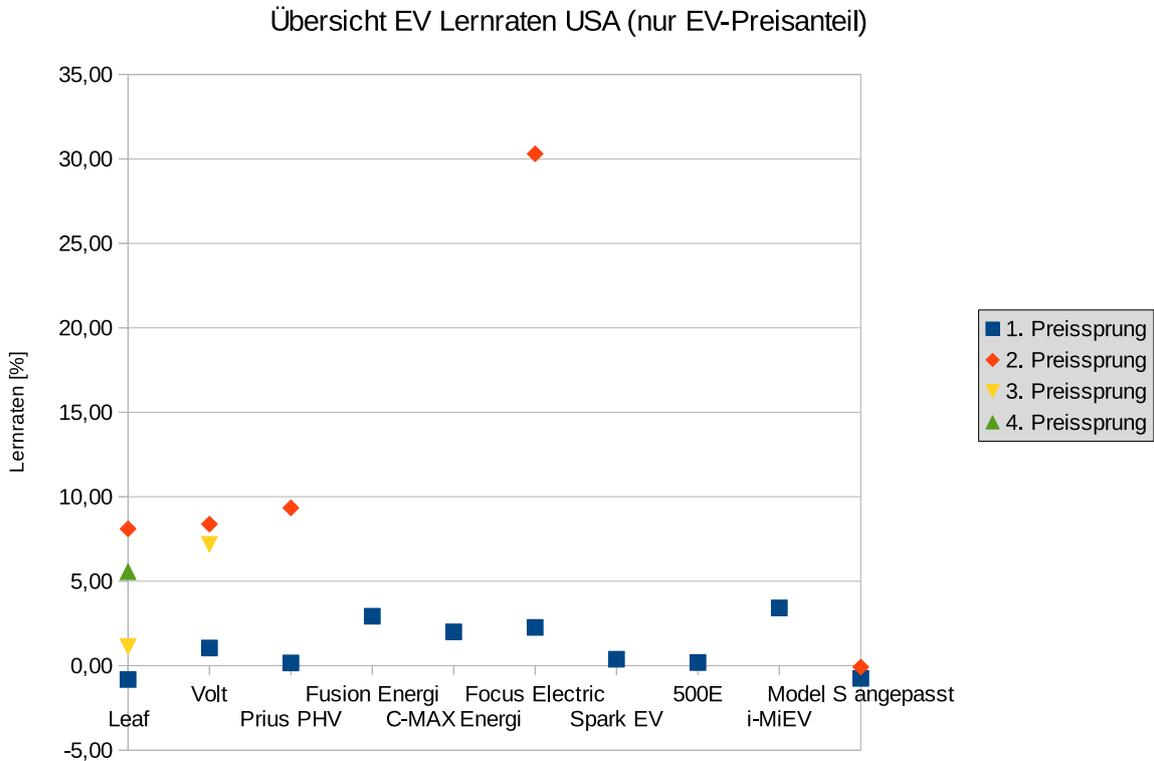


Abbildung 13: Übersicht über die direkt berechneten Lernraten für die EV-Preisanteile in den USA

5.2 Durch einfache Regressionsanalyse erhaltene Lernraten für die USA

Die nach der in Kapitel 2.3 beschriebenen Methode erhaltenen Werte sind auf 2 Tabellen aufgeteilt. In Tabelle 24 sind die durch einfache Regressionsanalyse erhaltenen Werte für die PEVs zusammengefasst. Die selben Werte sind zur Übersicht auch in Abbildung 15 dargestellt. Die für den EV-Anteil der PEVs berechneten Werte sind in Tabelle 25 und der dazu gehörigen Abbildung 14 zu finden.

Zu jedem berechneten Wert wird auch das zur Schätzung gehörende Bestimmtheitsmaß R^2 mit angegeben. Dabei fällt auf, dass einige Werte dabei mit einem $R^2 = 1$ aufwarten

können. Dies gibt jedoch keine perfekte Schätzung an, sondern tritt als Artefakt bei allen PEVs mit nur einem Preissprung auf. Da es hier nur 2 Datenpaare gibt geht die geschätzte Regressionskurve perfekt durch diese beiden und es wird keine Abweichung von der Schätzung festgestellt. Wenn man diese Werte mit den direkt berechneten Werten vergleicht, erkennt man das beide Methoden in diesen Fällen das selbe Ergebnis liefern.

Als zusätzliche Besonderheit wird noch der Nissan Leaf in zwei verschiedenen Varianten angeführt. In der ersten Variante wurde der Leaf schlicht nach den vorgestellten Methoden mit allen Datenpunkten geschätzt. Dies führt zu einem $R^2 = 0,234$, und auch bei einer optischen Kontrolle der so geschätzten Kurve erkennt man, das diese die beobachteten Datenpaare nur ungenügend erklärt. Grund dafür ist, das der erste Preissprung den Leaf empfindlich verteuert hat, um ca. 2.000\$₂₀₁₀. Bei diesem Preissprung wurden einige Zusatzausrüstungen mit in die Standardausstattung übernommen, wie etwa das “Cold Weather Package“ für kalte Klimazonen und ein Gleichstrom Schnellladeanschluss.(vgl. [158]) Dadurch kann aber nicht der komplette Preissprung erklärt werden, Nissan dürfte also auch beschlossen haben das der Einführungspreis des Leaf zu hoch subventioniert wurde. Als zweite Variante wurde daher das erste Datenpaar für die Berechnungen ignoriert. Die neue Schätzung kommt damit auf ein $R^2 = 0,93$, und auch die so erhaltene Kurve passt optisch viel besser zu den restlichen verwendeten Datenpaaren.

6 Ergebnis der Analyse für Deutschland

Auch für die Daten zu Deutschland wurde wieder nach den vorgestellten Methoden eine Ausarbeitung vorgenommen. Vor allem inklusive Ende 2014 wurden viele verschiedene PEV-Modelle in Deutschland verkauft, der PEV-Markt in Deutschland scheint also an Fahrt auf zu nehmen. Während also in den USA nur 17 verschiedene PEVs betrachtet wurden, sind es in Deutschland bereits 26 verschiedene PEVs.

Jedoch sind die umgesetzten Zahlen pro PEV im Vergleich zu den USA doch erheblich niedriger.

6.1 Direkt berechnete Lernraten für Deutschland

Auch für Deutschland wurden die nach der in Kapitel 2.2 beschriebenen Methode direkt berechneten Lernraten für die verschiedenen ausgewerteten PEVs in mehreren Tabellen

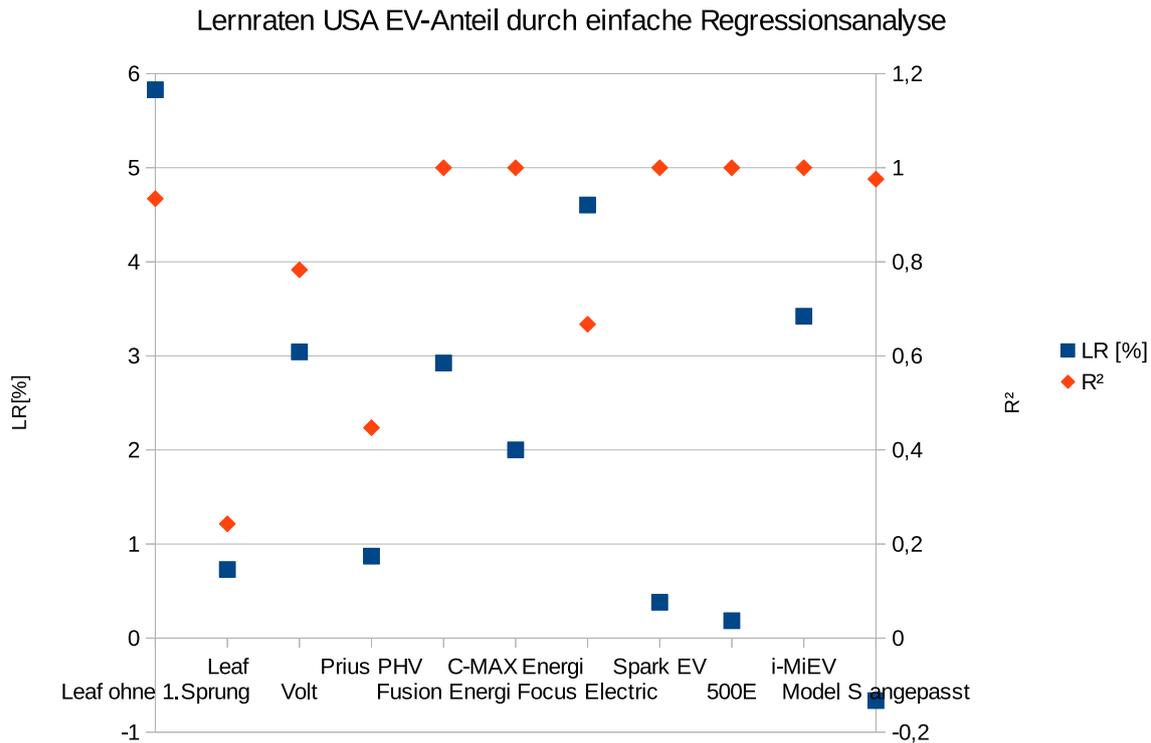


Abbildung 14: Übersicht über die durch einfache Regressionsanalyse erhaltenen Lernraten für die EV-Preisanteile der PEVs in den USA

zusammengefasst. In der Übersichtstabelle 30 auf Seite 93 sind diese alphabetisch nach Hersteller und Modell aufgelistet. Die dabei erhaltenen Lernraten für den Preisverlauf des kompletten Fahrzeugs sind in Abbildung 16 noch einmal dargestellt.

Wie man erkennen kann, sind von den insgesamt 26 in Deutschland betrachteten PEVs nur 8 schon so lange am Markt das sie bereits einen Preissprung hinter sich haben. Davon haben immerhin 6 PEVs auch schon einen zweiten Preissprung vollzogen.

Wenn man nach der in Kapitel 2.4 vorgestellten Methode wiederum die Lernraten für den EV-Anteil und damit die Traktionsbatterie des PEV berechnet, erhält man dabei die in Abbildung 17 dargestellten Werte.

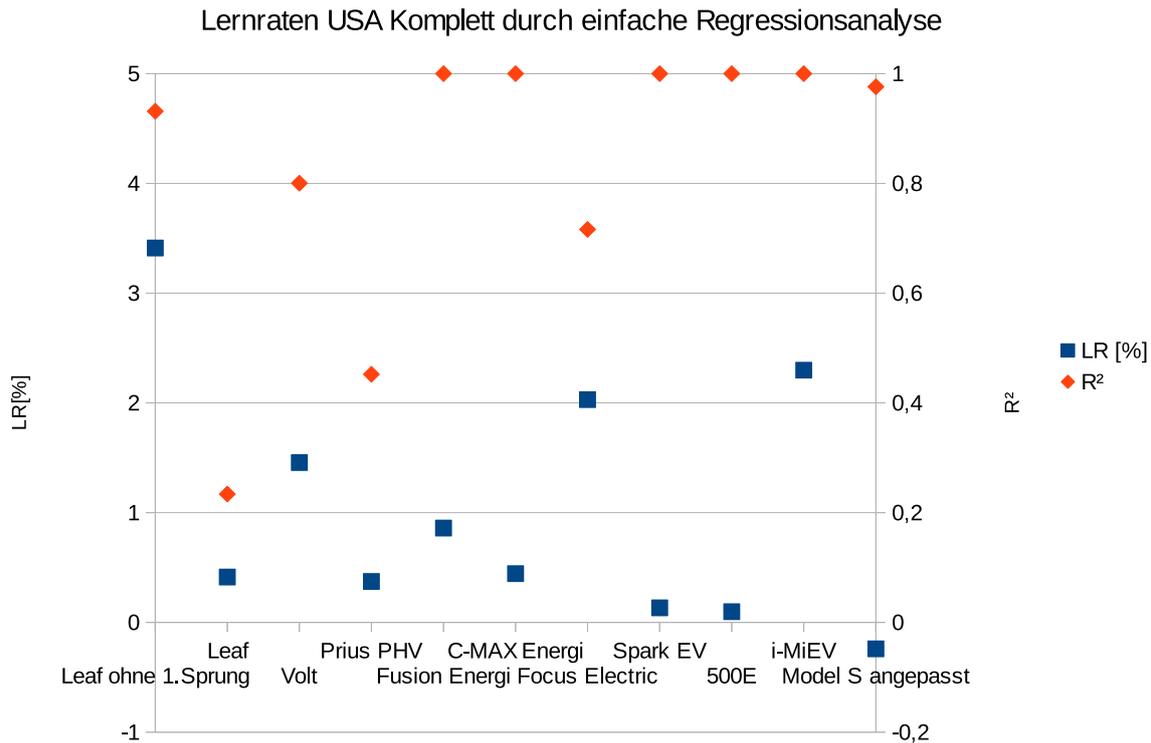


Abbildung 15: Übersicht über die durch einfache Regressionsanalyse erhaltenen Lernraten für die kompletten PEVs in den USA

6.2 Durch einfache Regressionsanalyse erhaltene Lernraten für Deutschland

Die nach der in Kapitel 2.3 beschriebenen Methode erhaltenen Werte sind wieder auf je eine Tabelle aufgeteilt. Dabei ist in Tabelle 40 die Zusammenfassung der durch einfache Regressionsanalyse erhaltenen Werte für die PEVs enthalten. Die in dieser Tabelle enthaltenen Werte für die Lernrate sind zur Übersicht auch in Abbildung 18 dargestellt. In Tabelle 41 und der dazugehörigen Abbildung 19 sind wiederum die für den EV-Anteil der PEVs berechneten Lernraten zu finden.

Zu jedem berechneten Wert wird auch das zur Schätzung gehörende Bestimmtheitsmaß R^2 mit angegeben. Dabei fällt wieder auf, dass der Porsche Panamera S E-Hybrid und der Chevrolet Volt jeweils mit einem $R^2 = 1$ aufwarten können. Dies gibt jedoch keine perfekte Schätzung an, sondern tritt als Artefakt bei allen PEVs mit nur einem Preissprung auf. Da es hier nur 2 Datenpaare gibt geht die geschätzte Regressionskurve perfekt durch diese beiden und es wird keine Abweichung von der Schätzung festgestellt. Wenn man diese

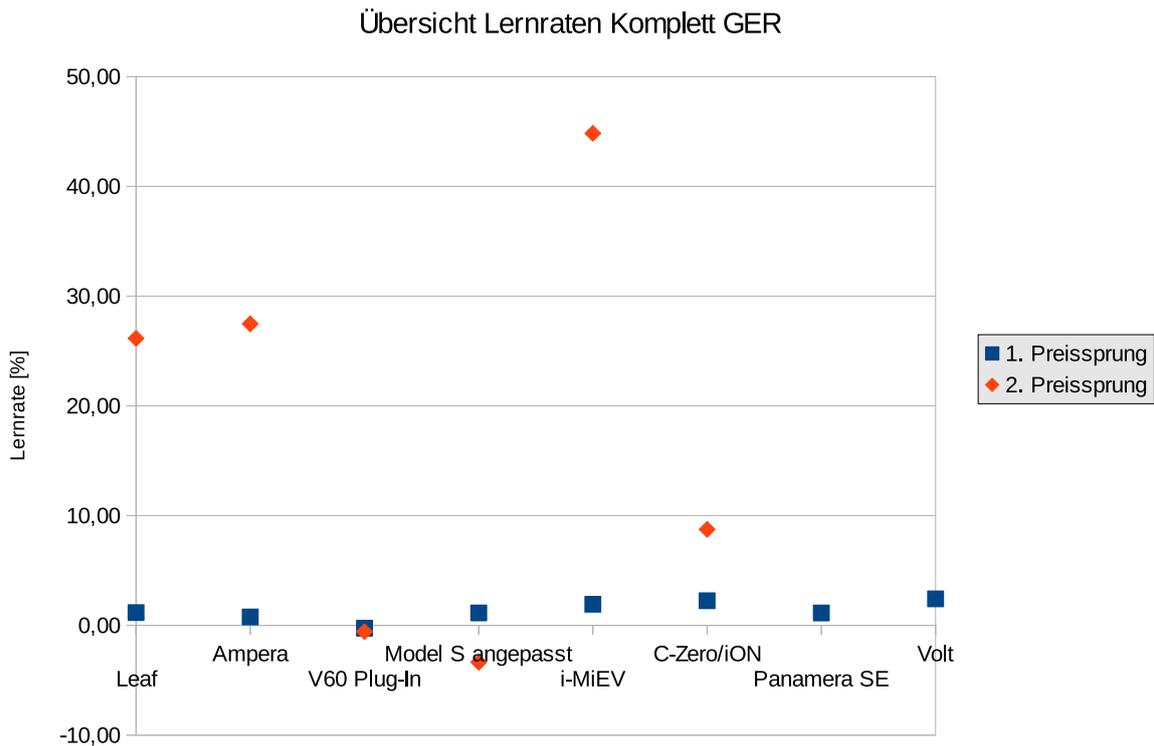


Abbildung 16: Übersicht über die direkt berechneten Lernraten in Deutschland

Werte mit den direkt berechneten Werten vergleicht, erkennt man das beide Methoden in diesen Fällen das selbe Ergebnis liefern.

7 Schlussfolgerungen

Durch die verwendete Methode hat sich bewährt um auf Schätzungen für Lernraten von PEVs in den betrachteten Ländern zu kommen. Es war möglich sowohl die Verkaufsstatistiken in den entsprechenden Ländern, als auch die Preisentwicklung individueller PEV-Fahrzeugmodelle über die vergangenen Jahre seit Einführung der ersten massenproduzierten PEVs zu rekonstruieren. Die so erhobenen Daten konnten mit verschiedenen Verfahren ausgewertet, und daraus Lernraten für die PEVs berechnet werden.

Als wichtigste Erkenntnis jedoch hat sich gezeigt das diese Lernraten noch unrealistisch gering ausfallen. Dies wird darauf zurück geführt das sich der PEV-Markt anscheinend noch in seiner Einführungsphase befindet. Die Preise für PEVs spiegeln daher wohl noch zu einem sehr hohen Grad die Markteintrittsstrategien der Hersteller, und weniger einen

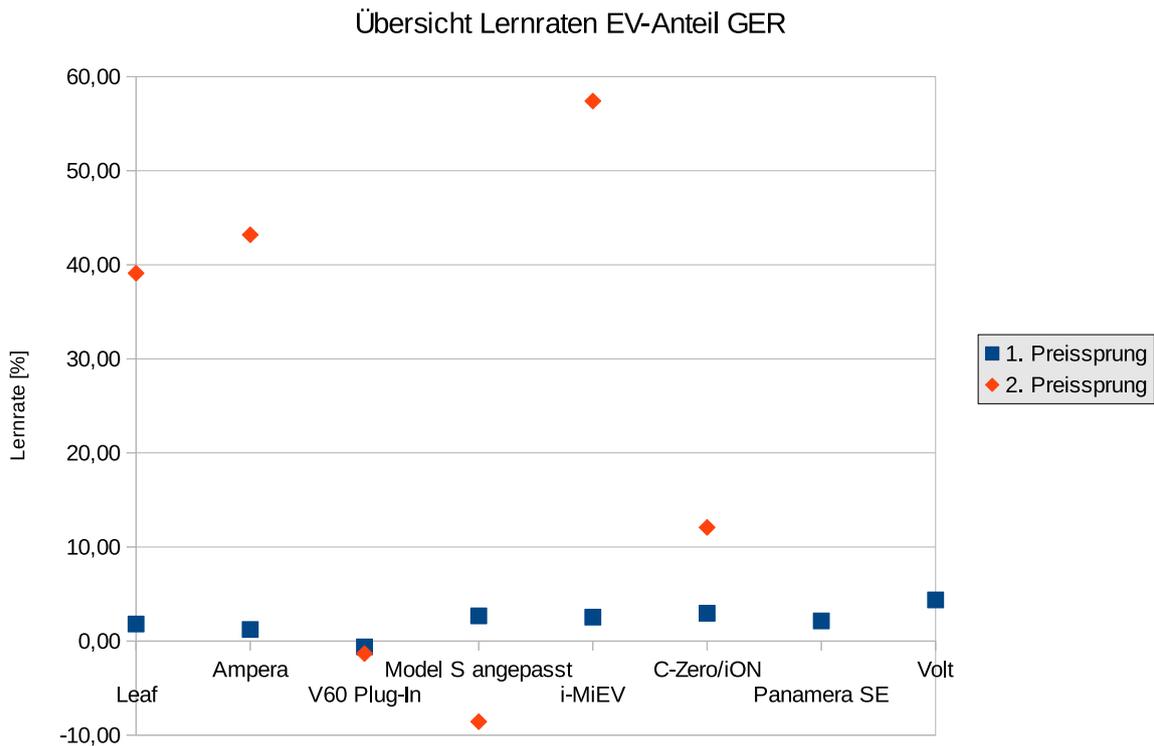


Abbildung 17: Übersicht über die direkt berechneten Lernraten für die EV-Preisanteile in Deutschland

sich rein an Produktionskosten orientierenden Wettbewerbspreis wider. In den nächsten Jahren bereiten zahlreiche neue PEV-Fahrzeugmodelle ihren Markteintritt vor. Während dessen nutzen marktführenden Produkte, wie Nissan Leaf und Chevrolet Volt in den USA, durch Weiterentwicklungen ihre Kostensenkungspotentiale weiter aus. Es bleibt also interessant wie sich der PEV-Markt weiter entwickelt.

Es kann daher die Schlussfolgerung aus dieser Arbeit gezogen werden, das eine Wiederholung der in dieser Arbeit durchgeführten Betrachtungen in einigen Jahren interessante Ergebnisse verspricht. Wenn der PEV-Markt von seiner Einführungsphase in die Wachstumsphase übergeht, spielen Wettbewerbsfaktoren eine wichtigere Rolle, und die Analyse der Preisentwicklung erlaubt uns somit genauere Rückschlüsse auf die Produktionskosten als zurzeit.

Offen bleibt eine tiefer gehende Interpretation der Daten. So könnte man die Daten beispielsweise einer komplexeren Regressionsanalyse unterwerfen, und die Kostenfaktoren nach Batteriekapazität, Motorleistung, Zeitpunkt der Markteinführung und ähnlichem

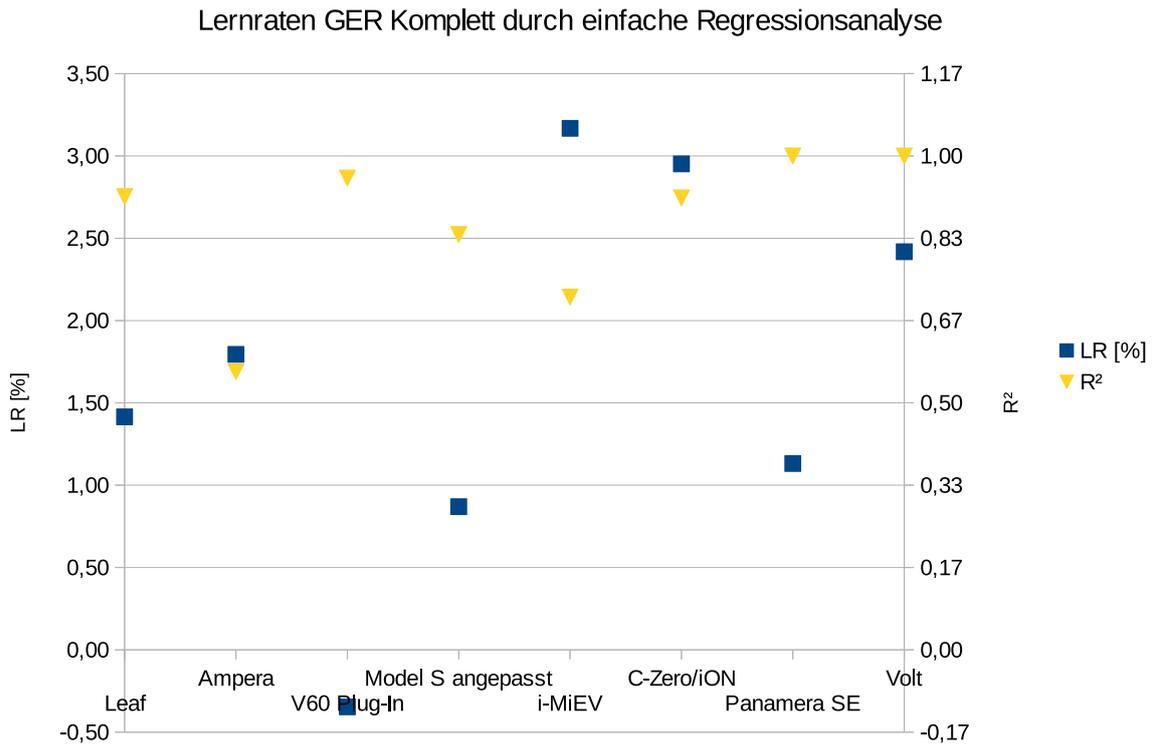


Abbildung 18: Übersicht über die durch einfache Regressionsanalyse erhaltenen Lernraten für die kompletten PEVs, in Deutschland

analysieren. Hier gilt jedoch der oben dargebrachte Vorbehalt, das die Aussagekraft der Daten derzeit noch beschränkt scheint. Ein abwarten bis sich der Markt weiter entwickelt hat und zusätzliche Daten vorliegen scheint auch in diesem Fall weiter angebracht. Die jetzigen Daten erlauben aber auch jetzt schon genauere Analysen zur Marktentwicklung in den betrachteten Ländern. Besonders die hohe zeitliche Auflösung nach Monaten kann helfen sonst etwa in Quartalsbetrachtungen verborgene Zusammenhänge aufzuspüren.

Die vorliegende Arbeit, und die in ihr zusammengetragenen Datensätze, kann daher hoffentlich zukünftigen Forschungsansätzen als Basis dienen, und Ausgangspunkt für die Gewinnung zusätzlicher Erkenntnisse sein.

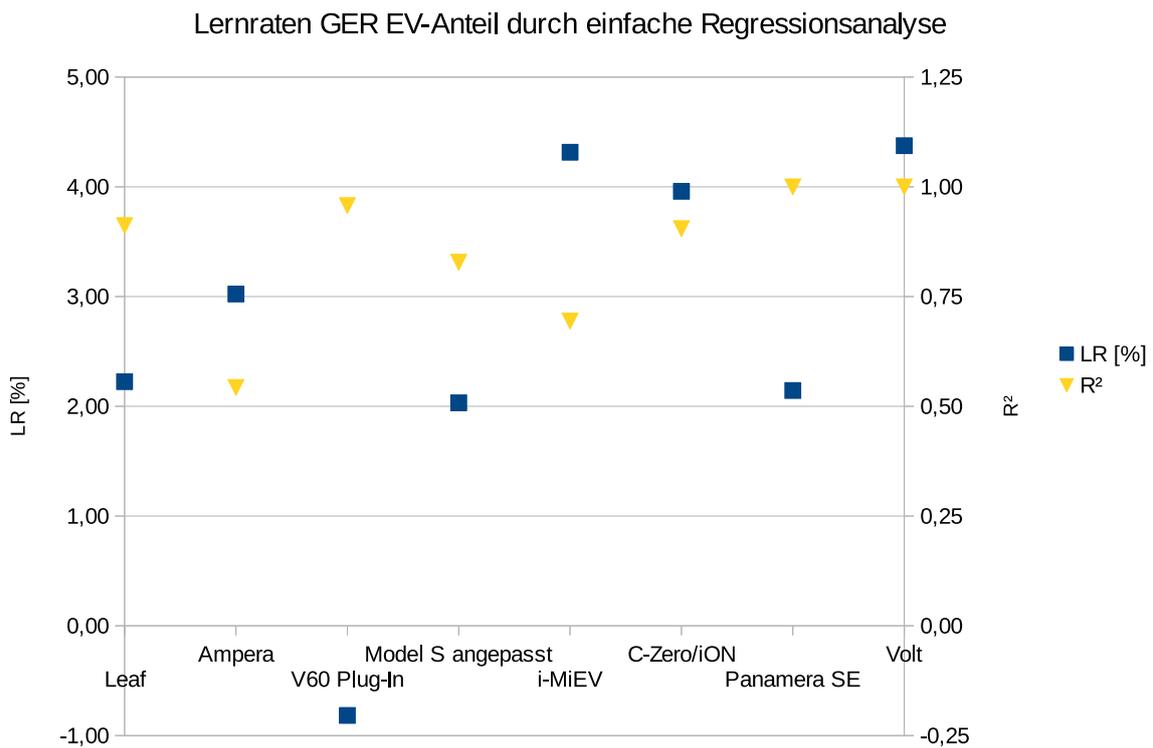


Abbildung 19: Übersicht über die durch einfache Regressionsanalyse erhaltenen Lernraten für die EV-Preisanteile der PEVs, in Deutschland

8 Verwendete Abkürzungen

AFDC	Alternative Fuel Data Center des U.S Departement of Energy
BEV	Battery Electric Vehicle
CYTD	Current Year To Date
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle
HVPI	Harmonisierter Verbraucherpreisindex
ICE	Internal Combustion Engine Vehicle
IEA	Internationale Energie Agentur
KBA	Deutsches Kraftfahrzeug Bundesamt
MSRP	Manufacturer's Suggested Retail Price
OICA	(Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles) Weltverband der Automobilverbände
PEV	Plug-In Electric Vehicle
PHEV	Plug-In Hybrid Electric Vehicle
UVP	Unverbindliche Preisempfehlung

9 Literatur

- [1] Alexander Bloch - Auto-motor-und-sport.de. Der Voll- und der Halb-Elektriker. <http://www.auto-motor-und-sport.de/vergleichstest/tesla-model-s-und-porsche-panamera-s-e-hybrid-der-voll-und-der-halb-elektriker-7897433.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [2] Alexander Lidl - Autozeitung.de. Der Power-Hybrid. <http://www.autozeitung.de/auto-einzeltest/volvo-v60-plug-in-hybrid-d6-awd-bilder-und-technische-daten-gn00230>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [3] Angelo Young - Ibtimes.com. Volkswagen E-Golf Release Date: VW Announces US Price For Its Electric Car Due Out In November. <http://www.ibtimes.com/volkswagen-e-golf-release-date-vw-announces-us-price-its-electric-car-due-out-november-1668654>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [4] Antony Ingram - Greencarreports.com. 2013 Ford Fusion Energi Pricing: Higher Than Chevy Volt After Incentives. http://www.greencarreports.com/news/1080647_2013-ford-fusion-energi-pricing-higher-than-chevy-volt-after-incentives. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [5] Antony Ingram - Greencarreports.com. 2014 BMW i3 Finally Priced in U.S: \$42,275 Pre-Incentives. http://www.greencarreports.com/news/1085696_2014-bmw-i3-finally-priced-in-u-s-42275-pre-incentives. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [6] Antony Ingram - Greencarreports.com. 2014 Ford Focus Electric Gets \$4,000 Price Cut To Boost Sales. http://www.greencarreports.com/news/1085485_2014-ford-focus-electric-gets-4000-price-cut-to-boost-sales. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [7] Antony Ingram - Greencarreports.com. 2014 Honda Accord Plug-In Hybrid Priced Sub-\$41K, 115 MPGe. http://www.greencarreports.com/news/1080780_2014-honda-accord-plug-in-hybrid-priced-sub-41k-115-mpge. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [8] Antony Ingram - Greencarreports.com. 2014 Mitsubishi i-MiEV: \$6,130 Price Cut, More Standard Features. http://www.greencarreports.com/news/1088876_

- 2014-mitsubishi-i-miev-6130-price-cut-more-standard-features. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [9] Antony Ingram - Greencarreports.com. 2014 Porsche Panamera Plug-In Hybrid To Join Renewed Lineup. http://www.greencarreports.com/news/1083373_2014-porsche-panamera-plug-in-hybrid-to-join-renewed-lineup. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [10] Antony Ingram - Greencarreports.com. BMW i8 Plug-In Hybrid Sports Car: Full Pricing And Options Announced. http://www.greencarreports.com/news/1093095_bmw-i8-plug-in-hybrid-sports-car-full-pricing-and-options-announced. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [11] NADA National Automobile Dealers Association. NADA Market Beat - December 2013. http://www.nada.org/NR/rdonlyres/AAD0D79A-7C46-489F-B738-81F2E914BDD9/0/NADA_Market_Beat_2013_12.pdf, 2013. zuletzt aufgerufen am: 08.10.2014.
- [12] Auto-news.de. Still mit Stil. http://www.auto-news.de/test/einzeltest/anzeige_Mercedes-S-500-Plug-in-Hybrid-im-Test-Preis,-Fahrleistungen,-technische-Daten_id_35822. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [13] Autobild.de. Das kostet der BMW i8. <http://www.autobild.de/artikel/bmw-i8-preis-5064684.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [14] Autohaus.de. Nissan senkt Leaf-Preise. <http://www.autohaus.de/elektroauto-nissan-senkt-leaf-preise-1194348.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [15] Autohaus.de. VW liefert ersten XL1 aus. <http://www.autohaus.de/nachrichten/ein-liter-auto-vw-liefert-ersten-xl1-aus-1366597.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [16] Autonews.com. 2014 Nissan Leaf to get \$180 price hike. [http://www.autonews.com/article/20140108/OEM05/140109876/2014-nissan-leaf-to-get-\\$180-price-hike](http://www.autonews.com/article/20140108/OEM05/140109876/2014-nissan-leaf-to-get-$180-price-hike). zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [17] Autozeitung.de. Kastenwagen mit E-Antrieb. <http://www.autozeitung.de/auto-neuheiten/citroen-berlingo-electric-elektroauto-preise-marktstart-2014-deutschland>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [18] Autozeitung.de. Produktion wird ausgebaut. <http://www.autozeitung.de/auto-news/tesla-model-s-preis-marktstart-deutschland-2013-elektroauto-europa-gn-401876>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [19] KfW Bankengruppe. KfW-Umweltprogramm. <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Umweltprogramm-%28240-241%29/#6>. zuletzt aufgerufen am: 24.10.2014.
- [20] Bengt Halvorson - Greencarreports.com. 2012 Toyota Prius Plug-In, 2012 Prius V: Pricing, New Details. http://www.greencarreports.com/news/1066272_2012-toyota-prius-plug-in-2012-prius-v-pricing-new-details. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [21] Bengt Halvorson - Greencarreports.com. TITLE. AfterPriceCut, WillMoreChoose2014FocusElectricOverC-MaxEnergi? zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [22] Bimmerpost.com. Destination Charge up to \$950? <http://f80.bimmerpost.com/forums/showthread.php?t=1004157>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [23] Bmwusanews.com. BMW i3 Pricing Announced. <http://www.bmwusanews.com/newsrelease.do;jsessionid=236E87B13347CDC3F84983658E4BDA4F?&id=1749>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [24] California Air Resources Board. News Release: Governors Announce Bold Initiative to Put 3.3 Million Zero-Emission Vehicles on the Road by 2025. <http://www.arb.ca.gov/newsrel/newsrelease.php?id=520>. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.
- [25] California Air Resources Board. Zero Emission Vehicle (ZEV) Program. <http://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevprog.htm>. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.
- [26] Brad Berman - Hybridcars.com. Reservations for Nissan Leaf Begins, With a Few Glitches. <http://www.hybridcars.com/reservations-nissan-leaf-begins-few-glitches-27787/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [27] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Erneuerbar mobil. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/erneuerbar_mobil_2014_broschuere_bf.pdf, 2014. zuletzt aufgerufen am: 24.10.2014.

- [28] Timothy Cama. Transition to electric cars meets roadblocks. <http://thehill.com/policy/energy-environment/208824-transition-to-electric-cars-meets-roadblocks>. zuletzt aufgerufen am: 22.10.2014.
- [29] Car-buying-strategies.com. 2012 Leaf Prices MSRP, Invoice Price, Dealer Cost. <http://www.car-buying-strategies.com/Nissan/2012-leaf-prices.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [30] Cars.com. 2014 Ford C-Max Energi. <http://www.cars.com/ford/c-max-energi/2014/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [31] Cars.com. 2014 Ford Focus Electric Price Report. <https://www.truecar.com/prices-new/ford/focus-electric-pricing/2014/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [32] Alternative Fuels Data Center. Federal Laws and Incentives. http://www.afdc.energy.gov/laws/fed_summary. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.
- [33] Alternative Fuels Data Center. Qualified Plug-In Electric Drive Motor Vehicle Tax Credit. <http://www.afdc.energy.gov/laws/409>. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.
- [34] Alternative Fuels Data Center. State Laws and Incentives. <http://www.afdc.energy.gov/laws/state>. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.
- [35] Alternative Fuels Data Center. U.S. HEV Sales by Model. <http://www.afdc.energy.gov/data/10301>. zuletzt aufgerufen am: 09.10.2014.
- [36] Alternative Fuels Data Center. U.S. PEV Sales by Model. <http://www.afdc.energy.gov/data/10567>. zuletzt aufgerufen am: 09.10.2014.
- [37] Christian Bangemann - Auto-motor-und-sport.de. Wie sparsam ist das E-Auto wirklich? <http://www.auto-motor-und-sport.de/fahrberichte/chevrolet-volt-im-fahrbericht-wie-sparsam-ist-das-e-auto-wirklich-3555740.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [38] Clemens Gleich - Heise.de. Nissan Leaf: Das soll er kosten. <http://www.heise.de/autos/artikel/Nissan-Leaf-Das-soll-er-kosten-1387516.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [49] Diana T. Kurylko - Autonews.com. BMW to boost i3, i8 availability in U.S. <http://www.autonews.com/article/20141002/OEM05/141009926/bmw-to-boost-i3-i8-availability-in-u-s>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [50] Drew Johnson - Leftlanenews.com. Exclusive: Ford to lower Focus Electric MSRP by \$6,000. <http://www.leftlanenews.com/exclusive-ford-to-lower-focus-electric-msrp-by-6000.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [51] Eric Loveday - Insideevs.com. 2015 Chevy Spark EV Now On Sale In California And Oregon. <http://insideevs.com/2015-chevy-spark-ev-now-sale-california-oregon/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [52] Eric Loveday - Insideevs.com. Tesla Slashes 7,000 Euros Off Model S Price in Germany And Throughout Regions Of Europe. <http://insideevs.com/tesla-slashes-7000-euros-model-s-price-germany/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [53] Eric Weiner - Automobilemag.com. 2014 Mitsubishi i-MiEV Price Drops \$6,130, Adds More Equipment. <http://www.automobilemag.com/features/news/2014-mitsubishi-i-miev-price-drops-6130-adds-more-equipment-257913/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [54] Inside EVs. Monthly Plug-In Sales Scorecard. <http://insideevs.com/monthly-plug-in-sales-scorecard/>. zuletzt aufgerufen am: 07.11.2014.
- [55] Fiat500usa.com. Fiat 500e \$199 Lease Deal. <http://www.fiat500usa.com/2014/09/fiat-500e-199-lease-deal.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [56] Florian Pillau - Heise.de. Günstiger als gedacht: BMW i3 kostet ab 34.950 Euro. <http://www.heise.de/autos/artikel/Guenstiger-als-gedacht-BMW-i3-kostet-ab-34-950-Euro-1921026.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [57] Florian Pillau - Heise.de. Namensänderung. <http://www.heise.de/autos/artikel/Namensaenderung-2154625.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [58] C2ES Center for Climate and Energy Solutions. U.S. Climate Policy Maps - ZEV Program. <http://www.c2es.org/us-states-regions/policy-maps/zev-program>. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.
- [59] Center for Sustainable Energy. Clean Vehicle Rebate Project. <https://energycenter.org/clean-vehicle-rebate-project>. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.

- [60] Forum Goingelectric.de. Unterschiede zwischen C-Zero, i-MieV und iOn. <http://www.goingelectric.de/forum/c-zero-i-miev-ion/unterschiede-zwischen-c-zero-i-miev-und-ion-t6221.html>. zuletzt aufgerufen am: 05.01.2014.
- [61] Martin Franz. Bundestag: Elektroautos künftig zehn Jahre lang steuerfrei. <http://www.heise.de/autos/artikel/Bundestag-Elektroautos-kuenftig-zehn-Jahre-lang-steuerfrei-1737239.html>. zuletzt aufgerufen am: 24.10.2014.
- [62] Franz W. Rother und Martin Seiwert - Wiwo.de. Ökomobil XL1 kostet 111.000 Euro. <http://www.wiwo.de/unternehmen/auto/vw-oekomobil-xl1-kostet-111-000-euro/8718064.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [63] George Blankenship - Teslamotors.com. 2013 Model S Price Increase. <http://www.teslamotors.com/blog/2013-model-s-price-increase>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [64] Gernot Goppelt - Heise.de. Chevrolet macht Schwester Opel das Leben schwer. <http://www.heise.de/autos/artikel/Chevrolet-macht-Schwester-Opel-das-Leben-schwer-1659316.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [65] Gernot Goppelt - Heise.de. Nissan senkt den Preis für das Elektroauto Leaf. <http://www.heise.de/autos/artikel/Nissan-senkt-den-Preis-fuer-das-Elektroauto-Leaf-1789981.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [66] Gm.com. Chevrolet lowers price of Volt electric car in Europe. <http://media.gm.com/media/intl/en/chevrolet/news.detail.html/content/Pages/news/intl/en/2013/chevrolet/09-18-chevrolet-lowers-price-of-volt.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [67] Gm.com. Chevrolet Volt to go on sale for ?41,950. http://media.gm.com/media/us/en/gm/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2011/Mar/0304_VoltPricing.html. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [68] Goingelectric.de. Ford Focus Electric. <http://www.goingelectric.de/elektroautos/ford-focus-electric/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [69] Goingelectric.de. Volkswagen e-Golf. <http://www.goingelectric.de/elektroautos/volkswagen-e-golf/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [70] greencarcongress.com. 6 DOE-funded applied battery research projects targeting Li-ion cells with >200 Wh/kg for PHEVs and EVs. <http://www.greencarcongress.com/2014/06/20140619-abr.html>. zuletzt aufgerufen am: 22.10.2014.
- [71] Greencarcongress.com. Chevrolet Volt MSRP Starts at \$41,000, \$33,500 Net of Full Federal Credit; 3-year Lease Program with Option to Buy. <http://www.greencarcongress.com/2010/07/chevrolet-volt-msrp-starts-at-41000-33500-net-of-full-federal-credit-3year-lease-program-with-option.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [72] Greenmotorsblog.de. Tesla Model S ? Preise für Deutschland stehen fest. <http://www.greenmotorsblog.de/elektroautos/tesla-model-s-%E2%80%93-preise-fur-deutschland-stehen-fest/11708/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [73] Boston Consulting Group. *Perspectives on experience*. Boston Consulting Group, 1970.
- [74] Grueneautos.com. Neuer Volvo V60 Plug-in-Hybrid wird 56.900 Euro kosten. <http://www.grueneautos.com/2012/04/neuer-volvo-v60-plug-in-hybrid-wird-56-900-euro-kosten/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [75] Grueneautos.de. Citroën Elektroautos C-Zero und Berlingo Electric werden günstiger. <http://www.grueneautos.com/2014/12/citroen-elektroautos-c-zero-und-berlingo-electric-werden-guenstiger/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [76] Gunnar Beer - Ace-online.de. Stadtflüsterer. <http://www.ace-online.de/ace-lenkrad/test-und-technik/stadtfluesterer-1041.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [77] Hans-Christian Dirscherl - Pcwelt.de. Neuer Nissan Leaf verspricht mehr Reichweite und Kofferraumvolumen. http://www.pcwelt.de/news/Neuer_Nissan_Leaf_verspricht_mehr_Reichweite_und_Kofferraumvolumen-Elektro-Auto-7842024.html. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [78] Heise.de. Blattwerk. <http://www.heise.de/autos/artikel/Blattwerk-1846967.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [79] Heise.de. Citroën C-Zero: Fahreindrücke von dem E-Auto. <http://www.heise.de/autos/artikel/Citroen-C-Zero-Fahreindruecke-von-dem-E-Auto-1148504.html?artikelseite=2>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [80] Heise.de. Der Mitsubishi i-MiEV wird preisgünstiger. <http://www.heise.de/autos/artikel/Der-Mitsubishi-i-MiEV-wird-preisguenstiger-1586040.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [81] Heise.de. Opel Ampera: Probefahrt wenige Monate vor dem Marktstart. <http://www.heise.de/autos/artikel/Opel-Ampera-Probefahrt-wenige-Monate-vor-dem-Marktstart-1276307.html?artikelseite=3>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [82] Heise.de. Teurer Sparer: Mitsubishi i-MiEV in der Praxis. <http://www.heise.de/autos/artikel/Teurer-Sparer-Mitsubishi-i-MiEV-in-der-Praxis-1153002.html?artikelseite=3>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [83] Helmut Bauer - Mitsubishi-motors.de. Mitsubishi senkt die Preise für seinen Elektro-Cityflitzer. <http://presse.mitsubishi-motors.de/press.php?id=201403241>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [84] Bruce D. Henderson. The Experience Curve - Reviewed (Part III). https://www.bcgperspectives.com/content/Classics/corporate_finance_corporate_strategy_portfolio_management_experience_curve_reviewed_why_does_it_work/, 1974. zuletzt aufgerufen am: 30.09.2014.
- [85] EVI Electric Vehicle Initiative. Global EV Outlook. http://www.iea.org/publications/globalevoutlook_2013.pdf, 2013. zuletzt aufgerufen am: 05.09.2014.
- [86] Insideevs.com. Tesla Bumps Pricing On Model S For 2013. <http://insideevs.com/tesla-bumps-pricing-on-model-s-for-2013/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [87] Insideevs.com. Tesla Increases Price of Model S 60 kWh and 85 kWh; P85 Version Gets Price Reduction. <http://insideevs.com/tesla-increases-price-of-model-s-60-kwh-and-85-kwh-p85-version-gets-price-reduction/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [88] Nelson Ireson. 2015 Porsche Cayenne Gets Plug-In Hybrid, New Twin-Turbo V-6, More: Live Photos. http://www.motorauthority.com/news/1093461_2015-porsche-cayenne-plug-in-hybrid-new-twin-turbo-v-6-more. zuletzt aufgerufen am: 20.10.2014.
- [89] Jay Cole - Insideevs.com. Breaking: Ford Fusion Energi Gets A \$4,000 Price Reduction To \$34,700. <http://insideevs.com/ford-fusion-energi-gets-a-4000-price-reduction-to-34700/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [90] Jeff Cobb - Hybridcars.com. 2014 Nissan Leaf Overview. <http://www.hybridcars.com/2014-nissan-leaf-overview/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [91] Jeff Cobb - Hybridcars.com. Tesla Announces Model S Options and Prices. <http://www.hybridcars.com/tesla-announces-model-s-options-and-prices-34232/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [92] Jeff Cobb - Hybridcars.com. Tesla Quietly Increases Pricing, Again. <http://www.hybridcars.com/tesla-quietly-increases-pricing-again/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [93] John Voelcker. 2013 Nissan Leaf Prices To Start At \$28,800 For Electric Car. http://www.greencarreports.com/news/1081651_2013-nissan-leaf-prices-to-start-at-28800-for-electric-car. zuletzt aufgerufen am: 11.06.2014.
- [94] John Voelcker - Greencarreports.com. 2012 Chevy Volt Price Cut To \$39,995, Options, Colors Expanded. http://www.greencarreports.com/news/1061383_2012-chevy-volt-price-cut-to-39995-options-colors-expanded. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [95] John Voelcker - Greencarreports.com. 2012 Ford Focus Electric: First Drive. http://www.greencarreports.com/news/1075517_2012-ford-focus-electric-first-drive-review/page-2. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [96] John Voelcker - Greencarreports.com. 2012 Mitsubishi 'i' Electric Car Gets Pre-Sale Price Boost. http://www.greencarreports.com/news/1065964_2012-mitsubishi-i-electric-car-gets-pre-sale-price-boost. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [97] John Voelcker - Greencarreports.com. 2013 Fiat 500e Electric Car: First Drive. http://www.greencarreports.com/news/1083528_2013-fiat-500e-electric-car-first-drive/page-3. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [98] John Voelcker - Greencarreports.com. 2013 Ford C-Max Energi Plug-In Hybrid: First Drive. http://www.greencarreports.com/news/1080512_2013-ford-c-max-energi-plug-in-hybrid-first-drive/page-3. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [99] John Voelcker - Greencarreports.com. 2013 Nissan Leaf Prices To Start At \$28,800 For Electric Car. http://www.greencarreports.com/news/1081651_2013-nissan-leaf-prices-to-start-at-28800-for-electric-car. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [100] John Voelcker - Greencarreports.com. 2014 Chevrolet Volt Price Cut By \$5,000, To \$34,995. http://www.greencarreports.com/news/1086039_2014-chevrolet-volt-price-cut-by-5000-to-34995. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [101] John Voelcker - Greencarreports.com. 2015 Chevrolet Volt: Bigger Battery, But 38-Mile Electric Range Remains. http://www.greencarreports.com/news/1093294_2015-chevrolet-volt-bigger-battery-but-range-remains-38-miles. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [102] John Voelcker - Greencarreports.com. 2015 Volkswagen e-Golf Price To Start At \$36,265, Top Trim Level Only. http://www.greencarreports.com/news/1094048_2015-volkswagen-e-golf-price-to-start-at-36265-top-trim-level-only. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [103] John Voelcker - Greencarreports.com. Chevy Volt Price Announced. http://www.greencarreports.com/news/1047582_chevy-volt-price-announced. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [104] Jonas Eling - Autozeitung.de. Sparsam - aber nur im Verbrauch. <http://www.autozeitung.de/auto-news/bmw-i8-preis-iaa-2013-sportwagen-plug-in-hybrid-carbon-gn-300401>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [105] Jonathan Blum - Autobild.de. Das kostet der nachgeschärfte Cayenne. <http://www.autobild.de/artikel/porsche-cayenne-facelift-2014-preise-5223323.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [106] Jose Pontes - EV-Salesblog.com. Germany November 2014. <http://www.ev-sales.blogspot.co.at/2014/12/germany-november-2014.html>. zuletzt aufgerufen am: 05.01.2014.
- [107] Kirby Garlitos - Topspeed.com. 2014 Fiat 500e. <http://www.topspeed.com/cars/ fiat/2014-fiat-500e-ar138057.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [108] Deutsches Kraftfahrt-Bundesamt. Neuzulassungen von Pkw in den Jahren 2005 bis 2013 nach ausgewählten Kraftstoffarten (Teil 2). http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Umwelt/n_umwelt_z_teil_2.html?nn=652326. zuletzt aufgerufen am: 25.10.2014.
- [109] Larry E. Hall - Hybridcars.com. 2012 Nissan Leaf. <http://www.hybridcars.com/nissan-leaf/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [110] Luke Ottaway - Torquenews.com. 2015 Chevrolet Volt unexpectedly gets increase in battery capacity, range. <http://www.torquenews.com/2250/2015-chevrolet-volt-unexpectedly-gets-increase-battery-capacity-range>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [111] R.M Mackay and S.D Probert. Likely market-penetrations of renewable-energy technologies. *Applied Energy*, 59(1):1 – 38, 1998.
- [112] Markus Jordan - Mercedes-benz-passion.com. Die Mercedes-Benz B-Klasse Electric Drive kostet 39.151 Euro ! <http://blog.mercedes-benz-passion.com/2014/11/die-b-klasse-electric-drive-kostet-39-151-euro/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [113] Martin Franz - Heise.de. Opel senkt den Preis für den Ampera. <http://www.heise.de/autos/artikel/Opel-senkt-den-Preis-fuer-den-Ampera-1952795.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [114] Thomas Mayer, Danny Kreyenberg, Jörg Wind, and Frank Braun. Feasibility study of 2020 target costs for PEM fuel cells and lithium-ion batteries: A two-factor experience curve approach . *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(19):14463 – 14474, 2012. HYFUSEN Special Issue for the 4th National - 3rd Latin American Conference on Hydrogen and Sustainable Energy Sources (HYFUSEN), 6-9 June 2011, Mar Del Plata, Argentina.

- [115] Mbusa.com. Your B-Class Electric Drive | \$42,375. <http://www.mbusa.com/mercedes/vehicles/build/class-B/model-BED#tab=tab-summary>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [116] Mein-elektroauto.com. Update: Elektroauto Citroen Berlingo Electric kommt für 20.700 Euro in den Handel. <http://www.mein-elektroauto.com/2014/03/elektroauto-citroen-berlingo-electric-kommt-fuer-20-700-euro-in-den-handel/13281/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [117] Mercedes-benz.de. TITLE. http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/b-class/w246/configurator/configurator_w246.html?tp_ccci=/dsc_de/globalsessionid/DSC_de3E326367683D7C64FF6C6906555D5200/dsc_locale/de_DE/appId/DSC_de/siteLocale/de_DE/P3501ViewBean.jam1%3bjsessionid=00003Ge_1N8jch7VPRXgynGcvl6:186thsulf. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [118] U.S. Departement of Energy Michael Hess. Building a Better Battery for Vehicles and the Grid. <http://energy.gov/articles/building-better-battery-vehicles-and-grid>. zuletzt aufgerufen am: 22.10.2014.
- [119] Motor-talk.de. C-Zero und Berlingo Electric werden günstiger. <http://www.motor-talk.de/news/c-zero-und-berlingo-electric-werden-guenstiger-t5142192.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [120] Tesla Motors. Electric Vehicle Incentives around the world. <http://www.teslamotors.com/incentives/US/California>. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.
- [121] Motorzeitung.de. Porsche Cayenne: Nächste Saison mit Plug-in-Hybrid. <http://motorzeitung.de/news.php?newsid=236455>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [122] Mybmwi3.com. USA Destination & Handling increase. <http://www.mybmwi3.com/forum/viewtopic.php?f=3&t=1228>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [123] N-tv.de. Porsche Panamera S E-Hybrid wird billiger. <http://www.n-tv.de/auto/Porsche-Panamera-S-E-Hybrid-wird-billiger-article13308346.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [124] N-tv.de. Teurer Diesel für die Steckdose. <http://www.n-tv.de/auto/Teurer-Diesel-fuer-die-Steckdose-article10221291.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [125] Nelsin Ireson - Greencarreports.com. 2014 Porsche Panamera S E-Hybrid: First Drive. http://www.greencarreports.com/news/1085346_2014-porsche-panamera-s-e-hybrid-first-drive. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [126] Nik Bristow - Autoblog.com. 2011 Nissan Leaf US pricing officially announced: as low as \$25,280. <http://www.autoblog.com/2010/03/30/2011-nissan-leaf-us-pricing-officially-announced-as-low-as-25/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [127] Nikki Gordon-Bloomfield - Greencarreports.com. 2013 Toyota Prius, Prius V, Prius Plug-in Hybrid Pricing Announced. http://www.greencarreports.com/news/1079852_2013-toyota-prius-prius-v-prius-plug-in-hybrid-pricing-announced. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [128] Nikki Gordon-Bloomfield - Transporteolved.com. 2015 Nissan LEAF Priced From \$29,010 Before Incentives, Gets Minor Tweaks. <https://transportevolved.com/2014/07/08/2015-nissan-leaf-priced-29010-incentives-gets-minor-tweaks/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [129] Nissan.de. PREISE UND TECHNISCHE DATEN. <http://www.nissan.de/DE/de/vehicle/electric-vehicles/e-nv200/prices-and-equipment/prices-and-specifications.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [130] Nissannews.com. 2015 Nissan LEAF Press Kit. <http://nissannews.com/en-US/nissan/usa/presskits/us-2015-nissan-leaf-press-kit#pricing>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [131] Nissannews.com. Nissan Brings New, U.S.-Assembled 2013 LEAF to Market with Major Price Reduction. <http://nissannews.com/en-US/nissan/usa/releases/nissan-brings-new-u-s-assembled-2013-leaf-to-market-with-major-price-reduction>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [132] Union of Concerned Scientists. History of California's Zero Emission Vehicle (ZEV) Program. http://www.ucsusa.org/clean_vehicles/smart-transportation-solutions/advanced-vehicle-technologies/electric-cars/californias-zero-emission-1.html. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.

- [133] U.S. Department of Energy. About the ATVM Loan Program. <http://energy.gov/lpo/services/atvm-loan-program>. zuletzt aufgerufen am: 22.10.2014.
- [134] U.S. Department of Energy. One Million Electric Vehicles By 2015 - February 2011 Status Report. http://energy.gov/sites/prod/files/edg/news/documents/1_Million_Electric_Vehicle_Report_Final.pdf, 2011. zuletzt aufgerufen am: 22.10.2014.
- [135] U.S. EPA Office of Transportation & Air Quality. Tax Incentives Information Center. <http://www.fueleconomy.gov/feg/taxcenter.shtml>. zuletzt aufgerufen am: 23.10.2014.
- [136] Patrick Freiwah - Autozeitung.de. Offroader für die Steckdose. <http://www.autozeitung.de/auto-neuheiten/mitsubishi-outlander-phev-plug-in-hybrid-preise-marktstart-2014>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [137] Pete Brisette - Hybridcars.com. Nissan Announces Pricing For 2013 Leaf. <http://www.hybridcars.com/nissan-announces-pricing-for-2013-leaf/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [138] Peter Gareffa - Edmunds.com. 2014 Mercedes B-Class Electric Drive Starts at \$42,375. <http://www.edmunds.com/car-news/2014-mercedes-b-class-electric-drive-starts-at-42375.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [139] Peter R. Fischer - Autobild.de. So fährt der Elektro-Soul. <http://www.autobild.de/artikel/kia-soul-ev-fahrbericht-und-preis-4561813.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [140] Philippe Crowe - Hybridcars.com. \$28,980 For 2014 Nissan Leaf. <http://www.hybridcars.com/28980-for-2014-nissan-leaf/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [141] Philippe Crowe - Hybridcars.com. Tesla's Model S Price Raised For 2013. <http://www.hybridcars.com/teslas-model-s-price-raised-2013-64186/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [142] Pittsburghchevycars.com. 2015 Chevrolet Volt Goes Further. <http://pittsburghchevycars.com/592/2015-chevrolet-volt-goes-2/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [143] Pluginamerica.com. Tesla Model S Battery Pack Report. <http://www.pluginamerica.org/surveys/batteries/model-s/battery-packs.php>. zuletzt aufgerufen am: 11.06.2014.
- [144] Porsche.com. Der neue Cayenne S E-Hybrid. <http://www.porsche.com/germany/models/cayenne/cayenne-s-e-hybrid/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [145] Porsche.com. Panamera S E-Hybrid - Die Kraft der Gegensätze. <http://www.porsche.com/germany/models/panamera/panamera-s-e-hybrid/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [146] Rainer Ruthe. Neuauflage des Nissan Leaf: Mit Lernerfolg. <http://www.tagesspiegel.de/mobil/neuauflage-des-nissan-leaf-mit-lernerfolg/8186258.html>. zuletzt aufgerufen am: 11.06.2014.
- [147] Ayesha Rascoe. U.S. backs off goal of one million electric cars by 2015. <http://www.reuters.com/article/2013/01/31/us-autos-greencars-chu-idUSBRE90U1B020130131>. zuletzt aufgerufen am: 22.10.2014.
- [148] Rebecca Matulka - U.S. Department of Energy. Increasing Access to Materials Critical to the Clean Energy Economy. <http://energy.gov/articles/increasing-access-materials-critical-clean-energy-economy>. zuletzt aufgerufen am: 22.10.2014.
- [149] Robert Duffer - Chicagotribune.com. TITLE. <http://www.chicagotribune.com/classified/automotive/fuelefficient/chi-2014-ford-cmax-energi-plugin-hybrid-review-story.html#page=2>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [150] Roland Löwisch - Spiegel.de. Nissan e-NV200: Der Leaferwagen. <http://www.spiegel.de/auto/fahrkultur/nissan-e-nv200-kastenwagen-und-van-mit-elektromotor-im-test-a-976360.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [151] Sam McEachern - Gmauthority.com. GM Cuts Price Of Chevrolet Volt In Germany. <http://gmauthority.com/blog/2013/09/gm-cuts-price-of-chevrolet-volt-in-germany/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [152] Schwacke.de. Schwacke Car Index: Personenwagen. http://www.schwacke.de/SP/PERSONENWAGEN/MITSUBISHI/I-MIEV/LIMOUSINE-5-TUEREN-%28AB_12-2010%29.html*status=open&9&5. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [153] Christoph M. Schwarzer. Elektroauto: Toyota stellt Auto mit Brennstoffzelle vor. <http://www.zeit.de/mobilitaet/2013-11/toyota-brennstoffzelle-serienversion>. zuletzt aufgerufen am: 15.09.2014.
- [154] Kerstin Schwenn. Regierung will Elektroautos auf die Busspur lassen. <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/elektromobilitaetsgesetz-privilegien-fuer-elektroautos-13079699.html>. zuletzt aufgerufen am: 24.10.2014.
- [155] Sebastian Blanco - Autoblog.com. Ford C-Max Energi plug-in hybrid priced at \$29,995 after tax credit. <http://green.autoblog.com/2012/07/24/ford-c-max-energi-plug-in-hybrid-priced-at-33-745-or-29-995-a/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [156] Sebastian Blanco - Autoblog.com. Ford Focus Electric gets \$6,000 price drop, now starts at \$29,995. <http://green.autoblog.com/2014/10/20/ford-focus-electric-ev-6k-price-drop-29995/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [157] Sebastian Blanco - Autoblog.com. Opel Ampera gets \$10,000 price cut, still pricier than Chevy Volt. <http://green.autoblog.com/2013/09/09/opel-ampera-gets-10000-price-cut-still-pricier-than-chevy-volt/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [158] Sebastian Blanco - Autoblog.com. Plug-In 2011: Details on Nissan's 2012 Leaf price increase. <http://www.autoblog.com/2011/07/20/plug-in-2011-details-on-nissans-2012-leaf-price-increase/>. zuletzt aufgerufen am: 05.01.2015.
- [159] Sebastian Voigt - Wattgehtab.de. Chevrolet gibt Preis für den Volt in Deutschland bekannt. <http://www.wattgehtab.com/elektroautos/chevrolet-gibt-preis-fur-den-volt-in-deutschland-bekannt-2959>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [160] Zachary Shahan. Honda Fit EV & Fiat 500e Are 100% Compliance Cars. <http://evobsession.com/honda-fit-ev-fiat-500e-are-100-compliance-cars/>. zuletzt aufgerufen am: 21.10.2014.
- [161] Shawn Knight - Techspot.com. Tesla cancels 40 kWh battery option for Model S ahead of production. <http://www.techspot.com/news/52110-tesla-cancels-40-kwh-battery-option-for-model-s-ahead-of-production.html>. zuletzt aufgerufen am: 05.01.2015.

- [162] Shawn Knight - Techspot.com. Tesla cancels 40 kWh battery option for Model S ahead of production. <http://www.techspot.com/news/52110-tesla-cancels-40-kwh-battery-option-for-model-s-ahead-of-production.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [163] Stefan Anker - Welt.de. Der Volvo V60 Plug-in-Hybrid rechnet sich nie. <http://www.welt.de/motor/article122169833/Der-Volvo-V60-Plug-in-Hybrid-rechnet-sich-nie.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [164] Stefan Anker - Welt.de. Wie läuft der Alltag mit einem Plug-in-Hybrid? <http://www.welt.de/motor/article130855962/Wie-laeuft-der-Alltag-mit-einem-Plug-in-Hybrid.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [165] Stefan Grundhoff - T-online.de. Der grüne Aushänge-Stern. http://www.t-online.de/auto/alternative-antriebe/id_71116588/mercedes-benz-s500-plug-in-hybrid-der-gruene-aushaenge-stern.html. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [166] Stefan Novitski - Autobild.de. Das kostet der Ford Focus Electric. <http://www.autobild.de/artikel/ford-focus-electric-preise-und-technische-daten-4256882.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [167] Stefan Reichel - Auto-service.de. Bestseller als Plug-in-Hybrid: Das kostet der neue VW Golf GTE. <http://www.auto-service.de/neuwagen/neue-modelle/40130-bestseller-plug-in-hybrid-kostet-vw-golf-gte.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [168] Stephan Bähnisch - Autobild.de. Das kostet der A3 e-tron. <http://www.autobild.de/artikel/audi-a3-e-tron-preis-5238787.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [169] Stephen Edelstein - Greencarreports.com. 2014 Cadillac ELR Priced At \$75,995, In Showrooms By January. http://www.greencarreports.com/news/1087645_2014-cadillac-elr-priced-at-75995-in-showrooms-by-january. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [170] Stephen Edelstein - Greencarreports.com. 2014 Toyota Prius Plug-In Hybrid Price Cut By \$2,000 To \$4,600. http://www.greencarreports.com/news/1087583_2014-toyota-prius-plug-in-hybrid-price-cut-by-2000-to-4600. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [171] Teslamotors.com. Designstudio Model S. http://my.teslamotors.com/de_DE/models/design. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [172] Teslamotors.com. Tesla Model S Sales Exceed Target. <http://ir.teslamotors.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=752533>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [173] Thetorquereport.com. Nissan Upgrades the 2012 Nissan Leaf and Jacks up the Price. http://www.thetorquereport.com/2011/07/nissan_upgrades_the_2012_nissa.html. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [174] Thomas Geiger - Autobild.de. Neuer E-Golf auf i3-Jagd. <http://www.autobild.de/artikel/vw-golf-gte-fahrbericht-und-preis-5287238.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [175] Tom Grünweg - Spiegel.de. Autogramm Porsche 918: Achtung, Starkstrom! <http://www.spiegel.de/auto/fahrberichte/porsche-918-das-staerkste-schnellste-teuerste-auto-aus-deutschland-a-935866.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [176] Tom Grünweg - Spiegel.de. Autogramm Porsche Panamera S E-Hybrid: Sag zum Abgas leise Servus. <http://www.spiegel.de/auto/fahrberichte/fahrbericht-porsche-panamera-s-e-hybrid-a-906321.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [177] Tom Grünweg - Spiegel.de. Autogramm VW E-Up: Ab geht der E. <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/vw-e-up-ein-volkswagen-mit-elektroantrieb-fuer-knapp-27-000-euro-a-922421.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [178] Toyota.com. Toyota Announces Pricing for All-New 2012 Prius v and Prius Plug-in Hybrid Vehicles. http://pressroom.toyota.com/releases/toyota+announces+pricing+2012+prius+v+prius+plugin+hybrid+vehicles.htm?view_id=36210. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [179] Toyota.de. Preisliste. <http://www.toyota.de/automobile/prius-plugin/prices.json>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [180] Truecar.com. 2014 BMW i3 Price Report . <https://www.truecar.com/prices-new/bmw/i3-pricing/2014/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [181] Truecar.com. 2014 Cadillac ELR Price Report . <https://www.truecar.com/prices-new/cadillac/elr-pricing/2014/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [182] Truecar.com. 2014 Chevrolet Spark EV Price Report. <https://www.truecar.com/prices-new/chevrolet/spark-ev-pricing/2014/86F83887/?trimOptionIds=12-C-U,6-C-U,14-C-U,13-C-U,4-C-U,8-C-U,5-C-U,2-C-U,15-C-U&exteriorColorId=965055&interiorColorId=965064&incentiveIds=&trimId=258853&zipcode=90030>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [183] Truecar.com. 2014 Ford C-Max Energi Price Report. <https://www.truecar.com/prices-new/ford/c-max-energi-pricing/2014/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [184] Truecar.com. 2014 Mitsubishi i-MiEV Price Report. <https://www.truecar.com/prices-new/mitsubishi/i-miev-pricing/2014/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [185] Truecar.com. 2015 Chevrolet Spark EV Price Report . <https://www.truecar.com/prices-new/chevrolet/spark-ev-pricing/2015/929FE97F/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [186] Truecar.com. 2015 FIAT 500e Price Report. <https://www.truecar.com/prices-new/fiat/500e-pricing/2015/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [187] TZ.de. Das teuerstes Auto: Der Porsche 918 Spyder. <http://www.tz.de/auto/porsche-918-spyder-preis-auto-modell-zr-1169556.html>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [188] Usnews.com. 2011 Nissan Leaf Prices. http://usnews.rankingsandreviews.com/cars-trucks/Nissan_Leaf/2011/prices/. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [189] Usnews.com. 2014 Ford C-Max Energi Prices. http://usnews.rankingsandreviews.com/cars-trucks/Ford_C-Max-Energi/2014/prices/. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [190] Usnews.com. 2014 Honda Accord Plug-in Review. http://usnews.rankingsandreviews.com/cars-trucks/Honda_Accord-Plug-in/. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

- [191] Larry P. Vellequette. Chrysler future products: Only one minivan, no Jeep Compass. <http://autoweek.com/article/car-news/chrysler-future-products-only-one-minivan-no-jeep-compass>. zuletzt aufgerufen am: 21.10.2014.
- [192] Viknesh Vijayenthiran - Greencarreports.com. 2014 Chevrolet Spark EV Electric Car Priced At \$27,495. http://www.greencarreports.com/news/1084341_2014-chevrolet-spark-ev-electric-car-priced-at-27495. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [193] John Voelcker. 2015 Ford Focus Electric Price Cut To \$29,995, A \$6K Drop: Report. http://www.greencarreports.com/news/1095024_2015-ford-focus-electric-price-cut-to-29995-a-6k-drop-report. zuletzt aufgerufen am: 21.10.2014.
- [194] Volkswagenag.com. Das e-Auto. Der neue e-Golf ist ab sofort bestellbar. http://www.volkswagenag.com/content/vwcorp/info_center/de/news/2014/02/e-golf.html. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [195] Volvocars.com. Neuer Volvo V60 Plug-in-Hybrid kommt zum Preis von 56.900 Euro auf den Markt. http://www.volvocars.com/de/top/about/news_events/pages/press.aspx?itemid=289. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [196] VW.com. VOLKSWAGEN ANNOUNCES PRICING OF 2015 E-GOLF. <http://media.vw.com/release/822/>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.
- [197] Martin Weiss, Martin K. Patel, Martin Junginger, Adolfo Perujo, Pierre Bonnel, and Geert van Grootveld. On the electrification of road transport - learning rates and price forecasts for hybrid-electric and battery-electric vehicles. *Energy Policy*, 48(0):374 – 393, 2012. Special Section: Frontiers of Sustainability.
- [198] T.P. Wright. Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of the Aeronautical Sciences (Institute of the Aeronautical Sciences)*, 3(4):122–128, 1936.
- [199] Zachary Shahan - EVObsession.com. Nissan LEAF, Chevy Volt, & BMW i3 Dominate Plug-in Car Sales in October. <http://evobsession.com/nissan-leaf-chevy-volt-bmw-i3-dominate-plug-car-sales-october/>. zuletzt aufgerufen am: 07.11.2014.
- [200] Zeit.de. Elektroautos als Ladenhüter. <http://www.zeit.de/auto/2012-03/elektroauto-absatz>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

[201] Zeit.de. Hybridtechnik mit Volvo-Eleganz hat ihren Preis. <http://www.zeit.de/mobilitaet/2013-12/autotest-volvo-hybridfahrzeug/seite-2>. zuletzt aufgerufen am: 13.01.2014.

10 ANHANG

Tabelle 4: HVPI - Umbasierte Indexzahlen (2010 = 100) für Deutschland und die USA, Teil 1

Monat	Deutschland	Vereinigte Staaten
2010M01	98,95	99,16
2010M02	99,32	99,21
2010M03	99,88	99,78
2010M04	99,78	100,03
2010M05	99,88	100,13
2010M06	99,88	99,97
2010M07	100,15	100,00
2010M08	100,25	100,17
2010M09	100,06	100,23
2010M10	100,15	100,37
2010M11	100,25	100,37
2010M12	101,44	100,58
2011M01	100,89	101,18
2011M02	101,54	101,80
2011M03	102,18	103,09
2011M04	102,46	103,95
2011M05	102,27	104,57
2011M06	102,27	104,37
2011M07	102,74	104,42
2011M08	102,74	104,72
2011M09	102,92	104,90
2011M10	103,01	104,53
2011M11	103,01	104,36
2011M12	103,75	103,95

Tabelle 5: HVPI - Umbasierte Indexzahlen (2010 = 100) für Deutschland und die USA, Teil 2 (hervorgehobene Einträge sind geschätzt)

Monat	Deutschland	Vereinigte Staaten
2012M01	103,20	104,48
2012M02	104,12	105,06
2012M03	104,58	106,02
2012M04	104,67	106,37
2012M05	104,49	106,18
2012M06	104,30	105,95
2012M07	104,67	105,86
2012M08	105,04	106,46
2012M09	105,04	106,99
2012M10	105,13	106,87
2012M11	104,95	106,16
2012M12	105,87	105,74
2013M01	105,13	106,08
2013M02	105,96	107,14
2013M03	106,42	107,46
2013M04	105,87	107,27
2013M05	106,15	107,46
2013M06	106,24	107,73
2013M07	106,70	107,73
2013M08	106,70	107,80
2013M09	106,70	107,89
2013M10	106,42	107,45
2013M11	106,61	107,07
2013M12	107,16	106,97
2014M01	106,42	107,42
2014M02	106,98	107,89
2014M03	107,35	108,72
2014M04	107,07	109,14
2014M05	106,79	109,58
2014M06	107,25	109,78
2014M07	107,53	109,65
2014M08	107,53	109,32
2014M09	107,53	109,34
2014M10	107,16	109,35
2014M11	107,20	109,35
2014M12	107,20	109,35

Tabelle 6: Anpassung der Daten für Tesla Model S (nominelle Listenpreise), Eigene Auswertung nach Daten von pluginamerica.com

Auswertung:	Absolut	Prozent		Absolut	Prozent
Gesamtzahl:	258	100,000	Gesamtzahl:	258	100,000
40 kWh	4	1,550	60 kWh	51	19,767
60 kWh	47	18,217	85 kWh	207	80,233
85 kWh	207	80,233	Durchschnitt:	80,058	kWh
Durchschnitt:	79,748	kWh			
Preis angepasst:					
USA					
	12/2011	Anteilsmäßig	01/2013	Anteilsmäßig	08/2013
MSRP 40 kWh	\$57.400,00	\$889,92	\$59.900,00	\$928,68	Eingestellt
MSRP 60 kWh	\$67.400,00	\$12.278,29	\$69.900,00	\$12.733,72	\$71.070,00
MSRP 85 kWh	\$77.400,00	\$62.100,00	\$79.900,00	\$64.105,81	\$81.070,00
85 kWh Performance	\$92.400,00	\$94.900,00	\$94.900,00	\$91.070,00	\$91.070,00
		\$75.268,22		\$77.768,22	\$79.093,26
Preis angepasst:					
DEUTSCHLAND					
	09/2013	Anteilsmäßig	04/2014	Anteilsmäßig	12/2014
UVP 60 kWh	€ 72.000,00	€ 14.232,56	€ 65.300,00	€ 12.908,14	€ 67.900,00
UVP 85 kWh	€ 82.450,00	€ 66.151,74	€ 74.900,00	€ 60.094,19	€ 77.300,00
		€ 80.384,30		€ 73.002,33	€ 75.441,86

Tabelle 7: Ermittelte Preise mit Quellenangabe für Nissan Leaf in den USA

Nissan Leaf	04/2010	07/2011	01/2013	01/2014	08/2014
MSRP [\$] S			29.650,00	29.830,00	29.860,00
MSRP [\$] SV	32.780,00	36.050,00	32.670,00	32.850,00	32.950,00
MSRP [\$] SL	33.720,00	38.100,00	35.690,00	35.870,00	35.970,00
Quelle:	[126], [26]	[173], [109]	[137], [131]	[140], [90]	[130], [128]
	[188]	[29]	[99]	[16]	

Tabelle 8: Ermittelte Preise mit Quellenangabe für Chevrolet Volt in den USA

Chevrolet Volt	07/2010	06/2011	08/2013	07/2014
MSRP [\$]	41.000,00	39.995,00	34.995,00	34.995,00
Quelle:	[71], [103]	[94]	[100]	[101], [110], [142]

Tabelle 9: Ermittelte Preise mit Quellenangabe für Tesla Model S, Toyota Prius PHV und Ford Focus Electric in den USA

Tesla Model S	12/2011	01/2013	08/2013
MSRP [\$] 40 kWh	57.400,00	59.900,00	discontinued
MSRP [\$] 60 kWh	67.400,00	69.900,00	71.070,00
MSRP [\$] 85 kWh	77.400,00	79.900,00	81.070,00
MSRP [\$] 85 kWh Performance	92.400,00	94.900,00	91.070,00
Quelle:	[91]	[141], [87]	[92], [162]
		[86], [63]	[172]
Toyota Prius PHV	10/2011	09/2012	09/2013
MSRP [\$]	32.760,00	32.760,00	30.800,00
Quelle:	[20], [178]	[127]	[170]
Ford Focus Electric	04/2012	07/2013	11/2014
MSRP [\$]	39.995,00	35.995,00	29.995,00
Quelle:	[95], [21]	[6], [89]	[31], [156], [50]

Tabelle 10: Ermittelte Preise mit Quellenangabe für BMW i3, Chevrolet Spark EV, Fiat 500E, Ford C-MAX Energi, Ford Fusion Energi und Mitsubishi i-MiEV in den USA

BMW i3	07/2013	07/2014
MSRP [\$]	42.275,00	42.300,00
Quelle:	[5], [23]	[22], [122], [180]
Chevrolet Spark EV	05/2013	06/2014
MSRP [\$]	27.495,00	27.645,00
Quelle:	[192], [182]	[185], [51]
Fiat 500E	04/2013	09/2014
MSRP [\$]	32.500,00	32.650,00
Quelle:	[97], [107]	[186], [55]
Ford C-MAX Energi	11/2012	08/2014
MSRP [\$]	33.745,00	32.460,00
Quelle:	[98], [155]	[30], [183], [189], [149]
Ford Fusion Energi	11/2012	01/2014
MSRP [\$]	39.495,00	35.525,00
Quelle:	[4]	[89]
Mitsubishi i-MiEV	10/2011	12/2013
MSRP [\$]	29.845,00	23.845,00
Quelle:	[96]	[8], [53], [184]

Tabelle 11: Ermittelte Preise mit Quellenangabe für BMW i8, Cadillac ELR, Honda Accord Plug In, Mercedes B-Class Electric, Porsche Panamera S E-Hybrid und VW e-Golf in den USA

BMW i8	08/2014
MSRP [\$]	136.650,00
Quelle:	[10], [49]
Cadillac ELR	10/2013
MSRP [\$]	75.995,00
Quelle:	[169], [181]
Honda Accord Plug In	11/2012
MSRP [\$]	40.570,00
Quelle:	[7], [190]
Mercedes B-Class Electric	04/2014
MSRP [\$]	42.375,00
Quelle:	[138], [115]
Porsche Panamera S E-Hybrid	07/2013
MSRP [\$]	99.975,00
Quelle:	[125], [9]
VW e-Golf	08/2014
MSRP [\$]	36.265,00
Quelle:	[196], [3], [102]

Tabelle 12: Ermittelte Preise mit Quellenangabe für Nissan Leaf (Version Acenta), Opel Ampera, Volvo V60 Plug-In, Tesla Model S, Mitsubishi i-MiEV und PSA C-Zero/iON in Deutschland

Nissan Leaf	04/2012	01/2013	04/2013
UVP [€]	36.990,00	33.990,00	32.690,00
Quelle:	[38]	[14], [65]	[77], [78]
Opel Ampera	06/2011	08/2012	09/2013
UVP [€]	48.200,00	45.900,00	38.300,00
Quelle:	[81]	[64]	[113], [157]
Volvo V60 Plug-In	04/2012	07/2013	11/2013
UVP [€]	56.900,00	58.710,00	59.410,00
Quelle:	[195], [74]	[124], [2]	[163], [201]
Tesla Model S	09/2013	04/2014	12/2014
UVP [€] 60 kWh	72.000,00	65.300,00	67.900,00
UVP [€] 85 kWh	82.450,00	74.900,00	77.300,00
Quelle:	[18], [72]	[52]	[171]
Mitsubishi i-MiEV	02/2011	05/2012	03/2014
MSRP [€]	34.093,00	29.300,00	23.790,00
Quelle:	[82]	[152], [80]	[57], [83]
PSA C-Zero/iON	05/2011	03/2012	12/2014
MSRP [€]	35.165,00	29.400,00	25.883,00
Quelle:	[79]	[200]	[119], [75]

Tabelle 13: Ermittelte Preise mit Quellenangabe für Porsche Panamera S E-Hybrid und Chevrolet Volt in Deutschland

Porsche Panamera S E-Hybrid	10/2013	07/2014
MSRP [€]	110.409,00	104.221,00
Quelle:	[176], [1]	[145], [123]
Chevrolet Volt	10/2012	09/2013
MSRP [€]	41.950,00	38.000,00
Quelle:	[159], [37], [67]	[66], [151]

Tabelle 14: Ermittelte Preise mit Quellenangabe für Audi A3 e-Tron, BMW i3, BMW i8, Citroën Berlingo Electric, Ford Focus Electric, Kia Soul EV, Mercedes B-Klasse ED, Mercedes S500 Plug-In und Mitsubishi Outlander PHEV in Deutschland

Audi A3 e-Tron	08/2014
MSRP [€]	37.900,00
Quelle:	[168]
BMW i3	07/2013
MSRP [€]	34.950,00
Quelle:	[56]
BMW i8	04/2014
MSRP [€]	126.000,00
Quelle:	[13], [104]
Citroën Berlingo Electric	09/2014
MSRP [€]	32.130,00
Quelle:	[17], [116]
Ford Focus Electric	09/2013
MSRP [€]	39.990,00
Quelle:	[68], [166]
Kia Soul EV	08/2014
MSRP [€]	30.790,00
Quelle:	[139]
Mercedes B-Klasse ED	07/2014
MSRP [€]	39.151,00
Quelle:	[112], [117]
Mercedes S500 Plug-In	08/2014
MSRP [€]	108.945,00
Quelle:	[12], [165], [43]
Mitsubishi Outlander PHEV	02/2014
MSRP [€]	39.990,00
Quelle:	[136], [164]

Tabelle 15: Ermittelte Preise mit Quellenangabe für Nissan e-NV200, Porsche 918, Porsche Cayenne Plug-In, Toyota Prius Plug-In, VW E-Golf, VW E-Up!, VW Golf GTE und VW XL1 in Deutschland

Nissan e-NV200	07/2014
MSRP [€]	29.819,00
Quelle:	[129], [150]
Porsche 918	09/2014
MSRP [€]	768.026,00
Quelle:	[187], [175]
Porsche Cayenne Plug-In	08/2014
MSRP [€]	82.087,00
Quelle:	[105], [121], [144]
Toyota Prius Plug-In	01/2013
MSRP [€]	36.600,00
Quelle:	[179], [76]
VW E-Golf	05/2014
MSRP [€]	34.900,00
Quelle:	[194], [69]
VW E-Up!	11/2013
MSRP [€]	26.900,00
Quelle:	[177]
VW Golf GTE	08/2014
MSRP [€]	36.900,00
Quelle:	[174], [167]
VW XL1	08/2014
MSRP [€]	111.000,00
Quelle:	[62], [15]

Tabelle 16: Übersichtstabelle für die ermittelten Datenpaare und Lernraten in den USA

Hersteller:	Modell:	Datensatz in Tabelle:	Auf Seite:
BMW	i3	20	84
BMW	i8	22	86
Cadillac	ELR	21	85
Chevrolet	Spark EV	19	83
Chevrolet	Volt	17	81
Fiat	500E	20	84
Ford	Focus Electric	18	82
Ford	Fusion Energi	20	84
Ford	C-MAX Energi	19	83
Honda	Accord Plug In	21	85
Mercedes	B-Class Electric	21	85
Mitsubishi	i-MiEV	19	83
Nissan	Leaf	17	81
Porsche	Panamera S E-Hybrid	22	86
Tesla	Model S angepasst	23	87
Toyota	Prius PHV	18	82
VW	e-Golf	22	86

Tabelle 17: USA: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Nissan Leaf und Chevrolet Volt

		12/2010	07/2011	01/2013	01/2014	08/2014
Nissan Leaf						
	MSRP [\$ 2010]	\$32.591,53	\$34.524,85	\$30.796,55	\$30.581,05	\$30.141,74
	kumulierte Verkäufe	1	3894	19512	42122	57877
	Progress Ratio:		1,00484	0,95204	0,99369	0,96893
	Lernrate [%]		-0,48	4,80	0,63	3,11
Motorleistung [kW]	80	MSRP [\$ 2010/kW]	\$431,56	\$384,96	\$382,26	\$376,77
		EV-Anteil [\$ 2010/kW]	\$261,28	\$214,68	\$211,98	\$206,49
		EV Progress Ratio:	1,00817	0,91897	0,98869	0,94435
		EV Lernrate [%]	-0,82	8,10	1,13	5,56
Batteriekapazität [kWh]	24	MSRP [\$ 2010/kWh]	\$1.438,54	\$1.283,19	\$1.274,21	\$1.255,91
Chevrolet Volt						
	MSRP [\$ 2010]	07/2010	06/2011	08/2013	07/2014	
	kumulierte Verkäufe	\$40.764,27	\$38.319,30	\$32.462,14	\$31.916,22	
	Progress Ratio:	1	2510	43101	63167	
	Lernrate [%]		0,99454	0,96037	0,96971	
Motorleistung [kW]	111	MSRP [\$ 2010/kW]	0,55	3,96	3,03	
		EV-Anteil [\$ 2010/kW]	\$345,22	\$292,45	\$287,53	
		EV Progress Ratio:	\$174,94	\$122,17	\$117,25	
		EV Lernrate [%]	0,98955	0,91620	0,92820	
Batteriekapazität [kWh]	16	MSRP [\$ 2010/kWh]	1,04	8,38	7,18	
			\$2.394,96	\$2.028,88	\$1.994,76	

Tabelle 18: USA: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Toyota Prius PHV und Ford Focus Electric

Toyota Prius PHV			03/2012	09/2012	09/2013
	MSRP [\$ 2010]		\$30.899,55	\$30.619,14	\$28.547,17
	kumulierte Verkäufe		1	6082	19572
	Progress Ratio:			0,99928	0,95930
	Lernrate [%]			0,07	4,07
Motorleistung [kW]	100	MSRP [\$ 2010/kW]	\$309,00	\$306,19	\$285,47
		EV-Anteil [\$ 2010/kW]	\$138,72	\$135,91	\$115,19
		EV Progress Ratio:		0,99838	0,90656
		EV Lernrate [%]		0,16	9,34
Batteriekapazität [kWh]	4,4	MSRP [\$ 2010/kWh]	\$7.022,63	\$6.958,90	\$6.487,99
Ford Focus Electric			04/2012	07/2013	11/2014
	MSRP [\$ 2010]		\$37.600,47	\$33.411,85	\$27.430,27
	kumulierte Verkäufe		1	1585	4143
	Progress Ratio:			0,98895	0,86736
	Lernrate [%]			1,10	13,26
Motorleistung [kW]	107	MSRP [\$ 2010/kW]	\$351,41	\$312,26	\$256,36
		EV-Anteil [\$ 2010/kW]	\$181,13	\$141,98	\$86,08
		EV Progress Ratio:		0,97735	0,69697
		EV Lernrate [%]		2,26	30,30
Batteriekapazität [kWh]	23	MSRP [\$ 2010/kWh]	\$1.634,80	\$1.452,69	\$1.192,62

Tabelle 19: USA: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Ford C-MAX Energi, Chevrolet Spark EV und Mitsubishi i-MiEV

Ford C-MAX Energi			11/2012	08/2014
		MSRP [\$ _2010]	\$31.576,58	\$29.693,50
		kumulierte Verkäufe	1	14287
		Progress Ratio:		0,99556
		Lernrate [%]		0,44
Motorleistung [kW]	140	MSRP [\$ _2010/kW]	\$225,55	\$212,10
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$55,27	\$41,82
		EV Progress Ratio:		0,98000
		EV Lernrate [%]		2,00
Batteriekapazität [kWh]	7,6	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$4.154,81	\$3.907,04
Chevrolet Spark EV			06/2013	06/2014
		MSRP [\$ _2010]	\$25.521,84	\$25.182,17
		kumulierte Verkäufe	1	1090
		Progress Ratio:		0,99867
		Lernrate [%]		0,13
Motorleistung [kW]	97	MSRP [\$ _2010/kW]	\$263,11	\$259,61
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$92,83	\$89,33
		EV Progress Ratio:		0,99620
		EV Lernrate [%]		0,38
Batteriekapazität [kWh]	21,3	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$1.198,21	\$1.182,26
Mitsubishi i-MiEV			11/2011	12/2013
		MSRP [\$ _2010]	\$28.599,44	\$22.290,45
		kumulierte Verkäufe	1	1686
		Progress Ratio:		0,97702
		Lernrate [%]		2,30
Motorleistung [kW]	49	MSRP [\$ _2010/kW]	\$583,66	\$454,91
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$413,38	\$284,63
		EV Progress Ratio:		0,96578
		EV Lernrate [%]		3,42
Batteriekapazität [kWh]	16	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$1.787,47	\$1.393,15

Tabelle 20: USA: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für BMW i3, Fiat 500E und Ford Fusion Energi

BMW i3			05/2014	07/2014
		MSRP [\$ _2010]	\$38.580,82	\$38.578,55
		kumulierte Verkäufe	1	694
		Progress Ratio:		0,99999
		Lernrate [%]		0,00
Motorleistung [kW]	125	MSRP [\$ _2010/kW]	\$308,65	\$308,63
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$138,37	\$138,35
		EV Progress Ratio:		0,99999
		EV Lernrate [%]		0,00
Batteriekapazität [kWh]	19	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$2.030,57	\$2.030,45
Fiat 500E			07/2013	09/2014
		MSRP [\$ _2010]	\$30.167,66	\$29.860,01
		kumulierte Verkäufe	1	1416
		Progress Ratio:		0,99902
		Lernrate [%]		0,10
Motorleistung [kW]	83	MSRP [\$ _2010/kW]	\$363,47	\$359,76
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$193,19	\$189,48
		EV Progress Ratio:		0,99815
		EV Lernrate [%]		0,18
Batteriekapazität [kWh]	24	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$1.256,99	\$1.244,17
Ford Fusion Energi			02/2013	01/2014
		MSRP [\$ _2010]	\$36.861,84	\$33.071,28
		kumulierte Verkäufe	1	6089
		Progress Ratio:		0,99141
		Lernrate [%]		0,86
Motorleistung [kW]	145	MSRP [\$ _2010/kW]	\$254,22	\$228,08
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$83,94	\$57,80
		EV Progress Ratio:		0,97076
		EV Lernrate [%]		2,92
Batteriekapazität [kWh]	7,6	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$4.850,24	\$4.351,48

Tabelle 21: USA: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Honda Accord Plug In, Cadillac ELR und Mercedes B-Klasse Electric Drive

Honda Accord Plug In			01/2013
		MSRP [\$ _2010]	\$38.243,53
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	146	MSRP [\$ _2010/kW]	\$261,94
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$91,66
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	6,7	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$5.707,99
Cadillac ELR			12/2013
		MSRP [\$ _2010]	\$71.040,57
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	162	MSRP [\$ _2010/kW]	\$438,52
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$268,24
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	16,5	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$4.305,49
Mercedes B-Klasse Electric Drive			07/2014
		MSRP [\$ _2010]	\$38.646,95
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	132	MSRP [\$ _2010/kW]	\$292,78
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$122,50
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	28	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$1.380,25

Tabelle 22: USA: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für BMW i8, VW e-Golf und Porsche Panamera S E-Hybrid

BMW i8			08/2014
		MSRP [\$ _2010]	\$125.003,61
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	266	MSRP [\$ _2010/kW]	\$469,94
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$299,66
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	5,2	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$24.039,16
VW e-Golf			10/2014
		MSRP [\$ _2010]	\$33.164,15
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	85	MSRP [\$ _2010/kW]	\$390,17
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$219,89
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	24,2	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$1.370,42
Porsche Panamera S E-Hybrid			07/2013
		MSRP [\$ _2010]	\$93.046,57
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	310	MSRP [\$ _2010/kW]	\$300,15
		EV-Anteil [\$ _2010/kW]	\$129,87
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	9,4	MSRP [\$ _2010/kWh]	\$9.898,57

Tabelle 23: USA: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Tesla Model S

Tesla Model S angepasst		07/2012	01/2013	08/2013
	MSRP [\$ 2010]	\$71.101,25	\$73.308,63	\$73.368,66
	kumulierte Verkäufe	1	2400	14600
	Progress Ratio:		1,00273	1,00031
	Lernrate [%]		-0,27	-0,03
Motorleistung [kW]	270	\$263,34	\$271,51	\$271,74
	EV-Anteil [\$ 2010/kW]	\$93,06	\$101,23	\$101,46
	EV Progress Ratio:		1,00753	1,00084
	EV Lernrate [%]		-0,75	-0,08
Batteriekapazität [kWh]	80,0581395349	\$888,12	\$915,69	\$916,44

Tabelle 24: Durch einfache Regressionsanalyse erhaltene Lernraten für komplette PEVs in den USA

	b	a [\$ ₂₀₁₀]	R^2	PR	LR	LR [%]
Leaf ohne 1.Sprung	-0,05008	51763,60543	0,93153	0,96588	0,03412	3,41
Leaf	-0,00597	33227,76303	0,23389	0,99587	0,00413	0,41
Volt	-0,02116	41703,95873	0,80046	0,98544	0,01456	1,46
Prius PHV	-0,00540	31023,63767	0,45212	0,99627	0,00373	0,37
Fusion Energi	-0,01245	36861,83582	1	0,99141	0,00859	0,86
C-MAX Energi	-0,00643	31576,57598	1	0,99556	0,00444	0,44
Focus Electric	-0,02959	37991,05345	0,71614	0,97970	0,02030	2,03
Spark EV	-0,00192	25521,84234	1	0,99867	0,00133	0,13
500E	-0,00141	30167,66234	1	0,99902	0,00098	0,10
i-MiEV	-0,03354	28599,44149	1	0,97702	0,02298	2,30
Model S angepasst	0,00347	71141,50410	0,97609	1,00241	-0,00241	-0,24

Tabelle 25: Durch einfache Regressionsanalyse erhaltene Lernraten für den EV-Anteil der PEVs in den USA

	b	a [$\$_{2010}/kW$]	R^2	PR	LR	LR [%]
Leaf ohne 1.Sprung	-0,08665	526,71354	0,93414	0,94171	0,05829	5,83
Leaf	-0,01055	245,15594	0,24292	0,99271	0,00729	0,73
Volt	-0,04458	207,19516	0,78305	0,96957	0,03043	3,04
Prius PHV	-0,01262	140,03532	0,44711	0,99129	0,00871	0,87
Fusion Energi	-0,04282	83,93956	1	0,97076	0,02924	2,92
C-MAX Energi	-0,02915	55,26697	1	0,98000	0,02000	2,00
Focus Electric	-0,06799	186,01493	0,66732	0,95396	0,04604	4,60
Spark EV	-0,00550	92,83178	1	0,99620	0,00380	0,38
500E	-0,00267	193,18581	1	0,99815	0,00185	0,18
i-MiEV	-0,05023	413,38207	1	0,96578	0,03422	3,42
Model S angepasst	0,00955	93,20365	0,97591	1,00664	-0,00664	-0,66

Tabelle 26: Verkaufszahlen für PEVs in den USA, Jahr 2010, nach Daten von HybridCars.com

	Jahr 2010	Gesamt:
Chevrolet	Volt	326
Nissan	Leaf	19

Tabelle 28: Verkaufszahlen für PEVs in den USA nach Monaten, Jahr 2013, nach Daten von HybridCars.com

	Jahr 2013	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Gesamt:
Cadillac	ELR												6	6
Chevrolet	Spark						27	103	102	78	87	66	76	539
Chevrolet	Volt	1140	1626	1478	1306	1607	2698	1788	3351	1766	2022	1920	2392	23094
Daimler	Smart forTwo EV	1	1			60	53	58	182	137	111	153	167	923
Fiat	500E							35	50	160	50	60	50	405
Ford	Focus Electric	81	158	180	147	157	177	150	175	110	115	130	158	1738
Ford	Fusion Energi		119	295	364	416	390	407	600	750	1087	870	791	6089
Ford	C-MAX Energi	338	334	494	411	450	455	433	621	758	1092	941	827	7154
Honda	Accord Plug In	2	17	26	55	58	42	54	44	51	71	68	38	526
Honda	Fit EV	8	15	23	22	15	208	63	66	35	40	23	51	569
Mitsubishi	i-MiEV	257	337	31	127	91	39	46	30	20	28	12	11	1029
Nissan	LEAF	650	653	2236	1937	2138	2225	1864	2420	1953	2002	2003	2529	22610
Porsche	Panamera S EH										35	4	47	86
Tesla	Model S	1300	1500	1950	2100	2000	1800	1550	950	1100	1300	1400	1700	18650
Toyota	Prius PHV	874	693	786	599	678	584	817	1791	1152	2095	1100	919	12088
Toyota	RAV 4 EV	25	52	133	70	84	44	109	231	167	91	62	28	1096

Tabelle 29: Verkaufszahlen für PEVs in den USA nach Monaten, Jahr 2014, nach Daten von HybridCars.com

	Jahr 2014	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Gesamt:
BMW	i3					336	358	363	1025	1022	1159			4263
BMW	i8								9	58	204			271
Cadillac	ELR	41	58	81	61	52	97	188	196	111	152			1037
Chevrolet	Spark	93	71	108	97	182	85	128	80	51	58			953
Chevrolet	Volt	918	1210	1478	1548	1684	1777	2020	2511	1394	1439			15979
Daimler	Smart forTwo EV	97	122	186	203	206	278	298	208	182	150			1930
Fiat	500E	35	40	166	152	167	166	119	166	137	140			1288
Ford	Focus Electric	100	129	177	116	177	197	198	264	176	186			1720
Ford	Fusion Energi	533	779	899	743	1342	1939	1226	1222	640	686			10009
Ford	C-MAX Energi	471	552	610	525	782	988	831	1050	677	644			7130
Honda	Accord Plug In	27	24	18	37	46	28	41	46	42	34			343
Honda	Fit EV	30	33	37	50	33	38	42	55	29	23			370
Mercedes	B-Class Electric							41	51	65	98			255
Mitsubishi	i-MiEV	1	3	24	12	35	22	17	20	15	17			166
Nissan	LEAF	1252	1425	2507	2088	3117	2347	3019	3186	2881	2589			24411
Porsche	Panamera S EH	141	57	56	63	53	111	63	68	82	97			791
Tesla	Model S	1300	1400	1300	1400	1400	1400	1200	1200	1300	1300			13200
Toyota	Prius PHV	803	1041	1452	1741	2692	1571	1371	818	353	479			12321
Toyota	RAV 4 EV	63	101	73	69	149	91	68	228	125	97			1064
VW	e-Golf										1			1

Tabelle 30: Übersichtstabelle für die ermittelten Datenpaare und Lernraten in Deutschland

Hersteller:	Modell:	Datensatz in Tabelle:	Auf Seite:
Audi	A3 e-Tron	35	98
BMW	i3	33	96
BMW	i8	35	98
Chevrolet	Volt	33	96
Citröen	Berlingo Electrique	39	102
Citröen	C-Zero	32	95
Ford	Focus Electric	37	100
Kia	Soul EV	38	101
Mercedes	B-Class ED	36	99
Mercedes	S500 Plug-In	37	100
Mitsubishi	I-MiEV	32	95
Mitsubishi	Outlander PHEV	34	97
Nissan	e-NV200	37	100
Nissan	Leaf	31	94
Opel	Ampera	31	94
Peugeot	iOn	32	95
Porsche	918	38	101
Porsche	Cayenne Plug-In	36	99
Porsche	Panamera S E.	33	96
Tesla	Model S	32	95
Toyota	Prius Plug-In	36	99
Volkswagen	E-Golf	34	97
Volkswagen	E-Up!	34	97
Volkswagen	Golf GTE	35	98
Volkswagen	XL1	38	101
Volvo	V60 Plug-In	31	94

Tabelle 31: GER: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Nissan Leaf, Opel Ampera und Volvo V60 Plug-In

Nissan Leaf			01/2012	01/2013	04/2013
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	30121,05	27168,28	25947,1
		kumulierte Verkäufe	1	451	501
		Progress Ratio:		0,99	0,74
		Lernrate [%]		1,16	26,15
Motorleistung [kW]	80	UVP Netto [€ ₂₀₁₀ /kW]	376,51	339,6	324,34
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	247,51	210,6	195,34
		EV Progress Ratio:		0,98	0,61
		EV Lernrate [%]		1,81	39,11
Batteriekapazität [kWh]	24	UVP Netto [€ ₂₀₁₀ /kWh]	1255,04	1132,01	1081,13
Opel Ampera			06/2011	08/2012	09/2013
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	39603,3	36720,18	30163,47
		kumulierte Verkäufe	1	870	1330
		Progress Ratio:		0,99	0,73
		Lernrate [%]		0,77	27,47
Motorleistung [kW]	111	UVP Netto [€ ₂₀₁₀ /kW]	356,79	330,81	271,74
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	227,79	201,81	142,74
		EV Progress Ratio:		0,99	0,57
		EV Lernrate [%]		1,23	43,19
Batteriekapazität [kWh]	16	UVP Netto [€ ₂₀₁₀ /kWh]	2475,21	2295,01	1885,22
Volvo V60 Plug-In			04/2012	07/2013	11/2013
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	45680,65	46237,52	46829,29
		kumulierte Verkäufe	1	25	118
		Progress Ratio:		1	1,01
		Lernrate [%]		-0,26	-0,57
Motorleistung [kW]	206	UVP Netto [€ ₂₀₁₀ /kW]	221,75	224,45	227,33
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	92,75	95,45	98,33
		EV Progress Ratio:		1,01	1,01
		EV Lernrate [%]		-0,62	-1,33
Batteriekapazität [kWh]	11,2	UVP Netto [€ ₂₀₁₀ /kWh]	4078,63	4128,35	4181,19

Tabelle 32: GER: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Tesla Model S, Mitsubishi i-MiEV und PSA C-Zero/iON

Tesla Model S angepasst			09/2013	04/2014	12/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	63307,29	57295,47	59159,18
		kumulierte Verkäufe	1	429	840
		Progress Ratio:		0,99	1,03
		Lernrate [%]		1,13	-3,36
Motorleistung [kW]	310	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	234,47	212,21	219,11
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	105,47	83,21	90,11
		EV Progress Ratio:		0,97	1,09
		EV Lernrate [%]		2,68	-8,57
Batteriekapazität [kWh]	80,06	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	790,77	715,67	738,95
Mitsubishi i-MiEV			02/2011	05/2012	03/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	28215,89	23564,25	18623,33
		kumulierte Verkäufe	1	618	813
		Progress Ratio:		0,98	0,55
		Lernrate [%]		1,92	44,83
Motorleistung [kW]	49	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	575,83	480,9	380,07
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	446,83	351,9	251,07
		EV Progress Ratio:		0,97	0,43
		EV Lernrate [%]		2,54	57,4
Batteriekapazität [kWh]	16	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	1763,49	1472,77	1163,96
PSA C-Zero/iON			05/2011	03/2012	12/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	28893,15	23623,82	20296,65
		kumulierte Verkäufe	1	465	1468
		Progress Ratio:		0,98	0,91
		Lernrate [%]		2,25	8,75
Motorleistung [kW]	49	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	589,66	482,12	414,22
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	460,66	353,12	285,22
		EV Progress Ratio:		0,97	0,88
		EV Lernrate [%]		2,96	12,08
Batteriekapazität [kWh]	14,5	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	1992,63	1629,23	1399,77

Tabelle 33: GER: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Porsche Panamera S E-Hybrid, Chevrolet Volt und BMW i3

Porsche Panamera S E-Hybrid			10/2013	07/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	87179,53	81446,52
		kumulierte Verkäufe	1	63
		Progress Ratio:		0,99
		Lernrate [%]		1,13
Motorleistung [kW]	310	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	281,22	262,73
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	152,22	133,73
		EV Progress Ratio:		0,98
		EV Lernrate [%]		2,14
Batteriekapazität [kWh]	9,4	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	9274,42	8664,52
Chevrolet Volt			10/2012	09/2013
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	33530,73	29927,2
		kumulierte Verkäufe	1	25
		Progress Ratio:		0,98
		Lernrate [%]		2,42
Motorleistung [kW]	111	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	302,08	269,61
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	173,08	140,61
		EV Progress Ratio:		0,96
		EV Lernrate [%]		4,37
Batteriekapazität [kWh]	16	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	2095,67	1870,45
BMW i3			07/2013	
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	27525,15	
		kumulierte Verkäufe	1	
		Progress Ratio:		
		Lernrate [%]		
Motorleistung [kW]	125	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	220,2	
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	91,2	
		EV Progress Ratio:		
		EV Lernrate [%]		
Batteriekapazität [kWh]	19	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	1448,69	

Tabelle 34: GER: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für VW E-Up!, Mitsubishi Outlander PHEV und VW e-Golf

VW E-Up!			11/2013
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	21203,63
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	60	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	353,39
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	224,39
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	18,7	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	1133,88
Mitsubishi Outlander PHEV			02/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	31412,99
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	149	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	210,83
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	81,83
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	12	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	2617,75
VW E-Golf			05/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	27462,03
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	85	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	323,08
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	194,08
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	24,2	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	1134,79

Tabelle 35: GER: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für VW Golf GTE, Audi A3 e-Tron und BMW i8

VW Golf GTE			08/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	28836,57
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	150	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	192,24
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	63,24
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	8,8	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	3276,88
Audi A3 e-Tron			08/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	29618,05
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	150	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	197,45
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	68,45
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	8,8	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	3365,69
BMW i8			04/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	98890,41
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	266	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	371,77
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	242,77
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	5,2	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	19017,39

Tabelle 36: GER: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Toyota Prius Plug-In, Mercedes B-Klasse ED und Porsche Cayenne Plug-In

Toyota Prius Plug-In			01/2013
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	29254,46
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	100	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	292,54
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	163,54
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	4,4	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	6648,74
Mercedes B-Klasse ED			07/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	30595,68
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	132	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	231,79
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	102,79
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	28	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	1092,7
Porsche Cayenne Plug-In			08/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	64149,26
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	306	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	209,64
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	80,64
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	10,9	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	5885,25

Tabelle 37: GER: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Mercedes S500 Plug-In, Ford Focus Electric und Nissan e-NV200

Mercedes S500 Plug-In			08/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	85138,23
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	325	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	261,96
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	132,96
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	8,7	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	9786
Ford Focus Electric			09/2013
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	31494,44
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	107	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	294,34
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	165,34
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	23	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	1369,32
Nissan e-NV200			07/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	23302,92
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	80	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	291,29
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	162,29
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	24	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	970,96

Tabelle 38: GER: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Porsche 918, Kia Soul EV und VW XL1

Porsche 918			09/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	600196,17
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	652	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	920,55
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	791,55
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	5,1	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	117685,52
Kia Soul EV			08/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	24061,74
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	81,4	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	295,6
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	166,6
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	27	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	891,18
VW XL1			08/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	86744,17
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	35	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	2478,4
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	2349,4
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	5,5	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	15771,67

Tabelle 39: GER: Ermittelte Datenpaare und Lernraten für Citroën Berlingo Electricue

Citroën Berlingo Electricue			09/2014
		UVP Netto [€ ₂₀₁₀]	25108,92
		kumulierte Verkäufe	1
		Progress Ratio:	
		Lernrate [%]	
Motorleistung [kW]	84	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kW]	287,84
		EV-Anteil [€ ₂₀₁₀ /kW]	158,84
		EV Progress Ratio:	
		EV Lernrate [%]	
Batteriekapazität [kWh]	22,5	MSRP [€ ₂₀₁₀ /kWh]	1074,62

Tabelle 40: Durch einfache Regressionsanalyse erhaltene Lernraten für komplette PEVs in Deutschland

	b	a [€ ₂₀₁₀]	R^2	PR	LR	LR [%]
Leaf	-0,02056	30132,30994	0,91768	0,98585	0,01415	1,41
Ampera	-0,02613	39827,39267	0,56287	0,98205	0,01795	1,79
V60 Plug-In	0,00499	45636,51102	0,95530	1,00346	-0,00346	-0,35
Model S angepasst	-0,01260	63172,87015	0,84091	0,99131	0,00869	0,87
i-MiEV	-0,04644	28347,39808	0,71429	0,96833	0,03167	3,17
C-Zero/iON	-0,04323	29146,72042	0,91513	0,97048	0,02952	2,95
Panamera SE	-0,01642	87179,52828	1,00000	0,98868	0,01132	1,13
Volt	-0,03532	33530,72633	1,00000	0,97581	0,02419	2,42

Tabelle 41: Durch einfache Regressionsanalyse erhaltene Lernraten für den EV-Anteil der PEVs in Deutschland

	b	a [€ ₂₀₁₀ /kW]	R^2	PR	LR	LR [%]
Leaf	-0,03245	247,66478	0,91181	0,97776	0,02224	2,22
Ampera	-0,04429	230,06567	0,54299	0,96977	0,03023	3,02
V60 Plug-In	0,01174	92,54491	0,95728	1,00817	-0,00817	-0,82
Model S angepasst	-0,02961	104,92124	0,82829	0,97968	0,02032	2,03
i-MiEV	-0,06364	449,83334	0,69410	0,95685	0,04315	4,32
C-Zero/iON	-0,05828	466,47007	0,90487	0,96041	0,03959	3,96
Panamera SE	-0,03126	152,22428	1,00000	0,97856	0,02144	2,14
Volt	-0,06453	173,07862	1,00000	0,95625	0,04375	4,37

Tabelle 43: Verkaufszahlen für PEVs in Deutschland nach Monaten, Jahr 2013, nach Daten von KBA.de und EVSalesblog.com

	Jahr: 2013												Gesamt:
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Gesamt:
BMW							23	77	51	197	121	90	559
Chevrolet									7	2	4		13
Citroën	6	253	1	2	5	5					4		276
Ford									7		8	5	20
Mitsubishi	5	4	6	24	12	15	8	7	3	4	1		89
Nissan	24	5	21	191	11	37	230	147	55	40	44	50	855
Opel	44	26	11	19	37	86	18	20	24	16	17	17	335
Peugeot	9	9	6	3			0	2		8			37
Porsche										4	4	4	12
Renault		6	7	13		3	0	4	3	0	5	4	45
Renault	37	29		106	133	117	100	80	49	54	25	25	755
Renault			15	28	116	228	154	110	57	125	114	72	1019
Smart				30	30	135	100	100	142	311	298	300	1446
Tesla									42	37	61	50	190
Toyota	34	34	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	418
Volkswagen											75	75	150
Volvo					5	20	20	20	20	33	20	20	158

Tabelle 44: Verkaufszahlen für PEVs in Deutschland nach Monaten, Jahr 2014 (Teil 1 von 2), nach Daten von KBA.de und EVSalesblog.com

	Jahr: 2014												Gesamt:
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Audi								227	23	5	157		412
BMW	229	179	230	274	255	211	211	151	131	133	126		2130
BMW				7	25	23	54	51	64	75	62		361
Chevrolet		11											11
Citroën									1				1
Citroën		6	3			5	7	3	2	1	1		28
Ford	5	5	2			4	1			2			19
Kia								12			1		13
Mercedes							8	2	17	17	63		107
Mercedes								8	9	26	18		61
Mitsubishi		10		11	21	14	15	8	15	12	8		114
Mitsubishi		13	4	118	295	77	147	99	91	89	51		984
Nissan							1	5	3	11	8		28
Nissan	71	24	131	46	28	80	85	31	176	74	38		784
Opel	15	9	3	6	5	8	25	11	7	1	11		101
Peugeot		5	1				8	13	1	1	1		30

Tabelle 45: Verkaufszahlen für PEVs in Deutschland nach Monaten, Jahr 2014 (Teil 2 von 2), nach Daten von KBA.de und EVSalesblog.com

	Jahr: 2014												Gesamt:
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Porsche									24	4			28
Porsche								3	5	30	40		78
Porsche		10	8	10	10	13	8	34	5	24	18		140
Renault								1			2		3
Renault	16	16		1									33
Renault	25	25	35	67	67	60	83	80	60	33	20		555
Renault	48	62	95	80	106	122	42	108	78	178	146		1065
Smart		190	108	103	104	140	137	55	186	263	133		1419
Tesla	30	66	143	48	57	102	26	48	56	17	57		650
Toyota		15	19	19	18	10	10	9	12	8	10		130
Volkswagen					150	81	57	71	63	79	50		551
Volkswagen	0	210	119	248	157	150	100	70	60	120	59		1293
Volkswagen								76	13	16	62		167
Volkswagen								1	3	1	1		6
Volvo		2	7				8						17
Volvo	32	30	54	33	50	44	29	27	21	33	14		367