



# Elektromobilität

Informationen der ADAC Fahrzeugtechnik





## Inhalt

Einführung	3
Anforderungen der Verbraucher	3
Batterietechnik	3
Ladearten und Anschlüsse	4
Laden im privaten Bereich	7
Hausinstallation – Empfehlungen	7
Hausinstallation – Vorgaben und Anforderungen	8
Ladestationen für den privaten Bereich	9
Laden unterwegs	10
Elektroautos – Marktübersicht	10
Kosten und Förderung von Elektroautos	11
Umweltaspekte von Elektroautos	12
Sicherheit von Elektroautos	13
Unfall und „Erste Hilfe“	14
Panne und Reparatur	15
Fazit und Ausblick	15
Fachbegriffe	16
Literatur	16

## Einführung

Erdöl ist endlich. Alternativen müssen gefunden werden. Führt der Weg hin zur Steckdose? Sauber, leise und sparsam kann ein Elektroauto sein, aber nur wenn der Strom aus regenerativen Quellen kommt. Noch gilt es altbekannte Probleme zu lösen: Das hohe Fahrzeuggewicht, die teuren Batterien und eine geringe Reichweite bremsen die stadt- und kurzstreckentauglichen Stromeer immer noch aus. Doch die Entwicklung schreitet weiter, die Batterien werden leistungsfähiger, ein Netz von Schnellladepunkten entsteht. Fehlt nur noch der Kunde, der die Vorteile der E-Mobilität nutzt.



## Anforderungen der Verbraucher

Die Reichweite mit einer Batterieladung ist ein entscheidender Faktor für die Akzeptanz von Elektroautos. Dies zeigte die ADAC Umfrage „ADAC Elektromobilität 2015“: Nur 10% der Teilnehmer würden sich mit einer Mindestreichweite von 100 km zufrieden geben. 30% der befragten Autofahrer würde eine Mindestreichweite von 200 km, 50% von 300 km und 67% von 400 km akzeptieren. Nahezu volle Akzeptanz – bei 86% der Befragten

– hätten Fahrten von mindestens 500 km ohne lästige Ladepause.

Reine E-Fahrzeuge, wie z. B. der NISSAN Leaf (30 kWh-Batterie) erreichen nach dem ADAC EcoTest eine Reichweite von 155 km. Die Herstellerangabe von 250 km ist im realen Fahrbetrieb jedoch kaum zu erreichen. Insbesondere erschwerte Bedingungen, etwa niedrige Außentemperaturen, das Zuschalten von Stromverbrauchern wie Heizung/ Klimaanlage sowie Fahrten mit höheren Geschwindigkeiten (Autobahn) reduzieren die Reichweite von Elektroautos deutlich.

Auch die Ladedauer der Batterie ist ein wesentliches Kriterium für die Akzeptanz eines Elektroautos. Die genannte ADAC Umfrage zeigte auch, dass nur 9% der Befragten eine „Tankzeit“ von mehr als 6 Stunden akzeptieren würden. Für die Hälfte der Befragten wäre eine Ladedauer bis zu 2 Stunden akzeptabel. Nahezu volle Akzeptanz – bei 84% der Befragten – hätte eine Ladedauer von maximal 30 Minuten. Doch dieser Wunsch ist bei den heutigen Modellen – wenn überhaupt – nur über ein Schnellladesystem (400 V AC Drehstrom mit bis zu 43 kW oder bis 50 kW mittels DC Hochvoltgleichstromladung) zu realisieren. In der Regel beträgt die Zeit für eine Vollladung am Haushaltsstromnetz (230 V AC) mehrere Stunden (ca. 6-12 Stunden).

## Batterietechnik

Die wichtigsten Anforderungen an den

Energiespeicher für ein Fahrzeug sind hohe Energie- und Leistungsdichte sowie Sicherheit und Funktionsfähigkeit bei üblichen Einsatz- und Umgebungstemperaturen.

Derzeit konzentrieren sich nahezu alle Fahrzeughersteller und Zulieferer auf die Lithium-Ionen Batterie, da diese nach heutigen Kenntnissen die Anforderungen am besten erfüllt und zudem ein hohes Weiterentwicklungspotenzial hat. Diese Batterien zeichnen sich durch hohe Zyklenfestigkeit (Ladung/Entladung) aus. Sie stellen die Standardausrüstung in elektrischen Kleingeräten, da bei denen erhöhte Anforderungen an das Leistungsgewicht gelegt werden (z. B. Mobiltelefone). In den letzten Jahren konnten Leistungsdichte, Energiedichte und Zyklenfestigkeit weiter verbessert werden. Kritisch zu betrachten ist jedoch deren Gefahrenpotenzial bei falscher oder unsachgemäßer Behandlung, z. B. Überladung, Kurzschluss, oder mechanische Beschädigung (Zelle kann Feuer fangen). Hinzu kommt, dass die Herstellung noch sehr teuer ist.

Weitere Batterietypen, z. B. Nickel-Metallhydrid, werden heute noch in vielen Hybridfahrzeugen verbaut. Die Blei-Säurebatterie fungiert bei fast allen Fahrzeugen als Starterbatterie – auch bei Elektrofahrzeugen, um das Hochvoltssystem einzuschalten. Als Antriebsbatterien sind sie aufgrund ihrer geringen Energiedichte praktisch nicht geeignet. Trotz ihrer relativ hohen Energiedichte von etwa 0,12 kWh/kg und einer möglichen Verbesserung auf

über 0,20 kWh/kg bei Lithium-Ionen Batterien, ist die Energiedichte von einem Kilogramm Dieselmotortreibstoff mit 11,9 kWh/kg etwa 100-fach höher, was aber durch den deutlich schlechteren Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors relativiert wird.

## Ladearten und Anschlüsse

In heutigen Elektroautos stehen in der Regel mehrere serienmäßige oder auch optionale Lademöglichkeiten zur Verfügung: Wechselstrom 1-phasig, Wechselstrom 3-phasig und Hochvolt-Gleichstrom.

- AC-Ladung (Wechselstrom, Mode 2 Ladekabel) mit einer Ladeleistung von 1,4 kW (1-phasig, 230 V/6 A) bis 3,0 kW (1-phasig, 230 V/13 A), in Ausnahmefällen auch noch 3,6 kW (1-phasig, 230 V/16 A).
- AC-Ladung (Wechselstrom, Mode 3 Ladekabel) mit einer Ladeleistung von 3,6 kW (1-phasig, 230 V/16 A), theoretisch bis 7,2 kW (1-phasig, 230 V/32 A, bei 1-phasiger Last nur 4,6 kW, 230 V/20 A erlaubt).
- AC-Ladung (Drehstrom Mode 3 Ladekabel 11 kW (3-phasig 400 V/16 A) bis 22 kW (3-phasig 400 V/32 A).
- AC-Ladung (Drehstrom Mode 3 Ladekabel an Ladesäule) 43 kW (3-phasig 400 V/63 A).
- DC-Ladung (Gleichstrom, Mode 4) mit einer Ladeleistung von derzeit bis zu 50 kW an Gleichstromladestationen nach dem CHAdeMO-Standard (Japan) oder dem CCS-Standard (Europa/ Deutschland), die untereinander nicht kompatibel sind.

Die fahrzeugseitigen Anschlussbuchsen sind Typ 1



oder Typ 2



und untereinander nicht kompatibel.

In Europa ist der Mennekes-Typ 2-Stecker bei der AC-Wechselstrom-Ladung Standard. Die meisten europäischen Großserienfahrzeuge haben eine entsprechende Steckdose fahrzeugseitig verbaut. Die meisten öffentlichen Wechselstrom-Ladestationen bieten diesen Stecker an. Damit ist Wechselstromladen theoretisch einphasig mit einer Leistung bis zu 7,2 kW und dreiphasig bis zu 43 kW möglich, sofern Stromanschluss, Ladestation und Fahrzeug dafür ausgelegt sind.

In der erweiterten Stecker-Version (CCS bzw. Combo2) ist auch Gleichstrom-Schnellladen (DC) bis zu einer Leistung von derzeit 50 kW möglich.



Bei japanischen E-Mobilen ist fahrzeugseitig meist der Typ 1-Stecker verbaut. Dieser ermöglicht 1-phasiges Laden theoretisch bis zu 7,2 kW. Netzseitig erlaubt sind einphasig nur 4,6 kW. Typ 1-Stecker-Fahrzeuge können mit dem geeigneten Ladekabel auch an Typ 2-Ladestationen geladen werden. In vielen Fällen wird zusätzlich zum Typ 1-Stecker eine Schnelllademöglichkeit nach dem japanischen Standard CHAdeMO (DC-Ladung bis zu 50 kW) angeboten.





Die meisten Elektroautos können mit dem serienmäßigen oder optionalen Ladekabel auch an Haushalts-Steckdosen (Schuko) angeschlossen werden. Die Ladeleistung ist dabei meist auf 6, 10 oder 13 A begrenzt, was 1,4, 2,3 oder 3,0 kW entspricht. E-Mobile an der Schuko-Steckdose zu laden, ist aber nicht zu empfehlen und sollte nur als Notbehelf genutzt werden, da Schuko-Steckdosen meist nicht für mehrstündige Dauerlast ausgelegt sind.

### Laden im privaten Bereich

Das Laden von E-Mobilen im privaten Bereich ist in der Regel dadurch geprägt, dass die Ladung „über Nacht“ erfolgen kann und keine besonders kurze Ladezeit erforderlich ist. Die Infrastruktur für eine Schnellladung (Ladeleistung > 22 kW) ist somit nicht notwendig, was den Installationsaufwand begrenzt und auch für bestehende Gebäude überschaubar macht. Auch für das eventuelle Laden beim Arbeitgeber ist eine Schnellladung nicht unbedingt erforderlich, da hier ebenso die Standzeit für eine normale Ladung ausreicht.



### Hausinstallation – Empfehlungen

Für die private Nutzung von Elektroautos im Kurzstrecken- und Pendlerverkehr kann eine Ladedauer von ca. 6 Stunden (quasi „über Nacht“ oder „bei der Arbeit“) für eine Vollladung als sinnvolle Zielgröße für die Auslegung der Ladeinfrastruktur in der Hausinstallation angesehen werden. Bei Fahrzeugen mit dreiphasiger Lademöglichkeit reicht heute ein Anschlusswert von 16 A für eine Ladung mit 11 kW. Bei aktuellen Fahrzeugen mit nur einphasiger Lademöglichkeit sind deutlich höhere Ladeströme (20 A) erforderlich, um die Ladedauer auf 6 Stunden zu begrenzen.

Im Hinblick auf zukünftig größere Batteriekapazitäten sollte die Hausinstallation auf eine 11 oder 22 kW-Ladestation mit 400 V und 16 bzw. 32 A ausgelegt bzw. ertüchtigt werden.

Zur Minimierung von Leitungsverlusten beim Laden und um für zukünftige höhere Ladeleistungen gerüstet zu sein, sollte der Kabelquerschnitt für die Zuleitung größer dimensioniert werden.

Spannung [V]	Stromstärke [A]	Netz	max. Leistung [kW]	Leiterquerschnitt [mm <sup>2</sup> ]	
				empfohlen	mindestens
230	10	1-phasig	2,3	6	2,5
230	16	1-phasig	3,7	6	2,5
230	32	1-phasig	7,4	10	4
400	16	3-phasig	11	6	2,5
400	32	3-phasig	22	10	4

## Hausinstallation – Vorgaben und Anforderungen

Die Elektroinstallation beim Bau eines Hauses wird üblicherweise dem zum Zeitpunkt der Bauphase üblichen Bedarf angepasst. Aus diesem Grund sind vorhandene Installationen möglicherweise für häufiges Laden mit hohen Leistungen über längere Zeiträume nicht geeignet.



Zur Veranschaulichung: Bild links zeigt eine Standardausrüstung mit einer 230 V Steckdose und einem Verlängerungskabel mit 1,5 mm<sup>2</sup> Leiterquerschnitt. Das Thermographiebild (oben) zeigt nach 30 Minuten Laden eines E-Fahrzeuges mit 16 A die gefährliche Erwärmung des Kabels und Steckers.

Daher ist es erforderlich, vorhandene Installationen zum Anschluss von Elektrofahrzeugen von einer eingetragenen Elektrofachkraft hinsichtlich der DIN VDE 0100-722 überprüfen und gegebenenfalls dementsprechend ertüchtigen zu lassen. Die Norm beschreibt die speziellen Anforderungen für die Energieversorgung von Elektrofahrzeugen. Unter anderem wird dort für jeden Ladepunkt ein eigener Endstromkreis mit einer separaten Absiche-

rung und Fehlerstrom-Schutzeinrichtung gefordert. Sofern kein Lastmanagement vorhanden ist, ist ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 anzunehmen. Sollte keine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung auf Seiten der Ladeinfrastruktur installiert sein, muss diese nachgerüstet werden. Dabei ist zu beachten, dass sie für das Laden von Elektrofahrzeugen geeignet sein muss.

Die Ladeinfrastruktur für Elektromobilität gehört zu den Energieanlagen bzw. elektrischen Anlagen. Energieanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind, vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften, die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten (vgl. § 49 EnWG). Zum Betrieb gehören auch das Erweitern, Ändern und Instandhalten.

Nach DIN VDE 1000-10 dürfen nur Elektrofachkräfte mit Aufgaben rund um Bewertung, Planung, Errichtung, Erweiterung, Änderung und Instandhaltung von Ladeinfrastruktur betraut werden. Die für die Unfallversicherung maßgeblichen Festlegungen der DGUV Vorschrift 3 (ehemals BGV A 3) sehen verbindlich vor, dass die entsprechende Qualifikation für diese Arbeiten vorliegt. Darüber hinaus ist energierechtlich nach § 13 der Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) für das Errichten, Erweitern und Ändern sowie die Instandhaltung bestimmter Teile einer elektrischen Anlage die Eintragung des Installationsunternehmens in das

Installateur-Verzeichnis des Verteilnetzbetreibers erforderlich. Gewerberechtlich ist dafür die Eintragung des Firmeninhabers oder des Betriebsleiters in die Handwerksrolle erforderlich.

Gemäß der meisten in Deutschland gültigen Technischen Anschlussbedingungen (TAB) ist einphasiges Laden bis etwa 4,6 kVA zulässig, in Einzelfällen sind abweichende Festlegungen seitens der Verteilnetzbetreiber möglich. Bei höheren Ladeleistungen muss dreiphasiges AC-Laden oder DC-Laden verwendet werden. Für Ladeinfrastruktur mit Leistungen unter 12 kW besteht keine Anzeigepflicht gegenüber dem Netzbetreiber. Bei Ladestationen mit einer Leistung über 12 kW ist gemäß Technischer Anschlussbedingungen auch bei nachträglicher Errichtung ein ergänzender Inbetriebnahme-Antrag erforderlich. Außerdem besteht die Verpflichtung zur Einhaltung einer symmetrischen Belastung bei Leistungen größer als 4,6 kVA. Zusätzlich können für Ladestationen in Gewerbe- und Industriebereichen oder in Garagen ab 100 m<sup>2</sup> Nutzfläche gegebenenfalls weitere regionale Vorschriften gelten, wie beispielsweise Landesbauordnungen und die Hinweise zum Sachschutz aus der „Publikation der deutschen Versicherer zur Schadenverhütung – Ladestationen für Elektrostraßenfahrzeuge“ (VdS 3471). Dazu sollte eine Abstimmung mit dem Brandschutzamt, Bauamt und Versicherer erfolgen. (BDEW, DKE, ZVEH, ZVEI (Hrsg.) 2016: 12 ff.)

## Ladestationen für den privaten Bereich

Das Angebot an geeigneten Ladestationen ist vielfältig. Häufig bieten die Fahrzeughersteller selbst über Kooperationspartner und auch die regionalen Energieversorgungsunternehmen Ladestationen an, zum Teil sogar mit Installation. Dabei ist aber zu empfehlen, eine Ladestation auszuwählen, die sowohl einphasig als auch dreiphasig laden kann und damit universell einsetzbar ist. Alternativ sollte dieses Gewerk auch bei örtlichen Elektroinstallationsbetrieben angefragt werden. Zu empfehlen ist aber immer, alles aus einer Hand zu beziehen, damit alle relevanten Anforderungen und Vorgaben eingehalten werden.

Idealerweise sollte eine Ladestation im privaten Bereich als Wallbox ausgeführt werden und mindestens folgende Features enthalten:

- 11/22 kW-Ladeleistung (400 V, 16/32 A)
- 1-phasige und 3-phasige Lademöglichkeit
- Ladesteckdose Typ 2, 3-phasig (kein festes Ladekabel)
- Schlüsselschalter für eine Zugangsbeschränkung (falls für Dritte zugänglich)

Die erforderlichen Schutzeinrichtungen gegen Überlast (LS-Schalter) und Fehlerstrom (FI-Schalter) brauchen nicht in die Ladestation integriert sein, sondern können auch in der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) installiert werden, zumal sonst eine zusätzliche Absicherung der Zuleitung erforderlich wäre. Dort kann auch einfach ein Energiezähler zur

Erfassung des Brutto-Stromverbrauchs eingebaut werden.

Optionale Features, welche wirtschaftlich sinnvoll sein und den Bedienkomfort erhöhen könnten, wären:

- konfigurierbare Ladeströme
- ferngesteuertes Laden
- zeitgesteuertes Laden
- netzgesteuertes Laden
- Energie-Management
- Fernzugriff via App

### **Laden unterwegs**

Aufgrund der vergleichsweise geringen Reichweiten und langen „Tankzeiten“ sollten längere Fahrten vorab geplant werden, insbesondere in unbekanntem und ländlichen Regionen. Hierbei helfen verschiedenste Informationsquellen, welche sich teilweise wiederholen, aber auch ergänzen können.

Der ADAC bietet in seinem Maps-Routenplaner unter <https://maps.adac.de/> die Möglichkeit, Ladestationen auf seiner Route zu suchen und einzubinden. Auch weitere Anbieter helfen bei der Suche nach Ladestationen, beispielsweise GoingElectric: <http://www.goingelectric.de/stromtankstellen/> oder verschiedenste Smartphone-Apps.

Wenn man eine Ladestation gefunden hat, ist die erste Hürde für eine baldige Weiterfahrt genommen. Dann stellt sich aber die Frage, wie bekomme ich Strom und was kostet mich das?

Der Strom-Tankstellen-Markt ist sehr heterogen und die Versorgung noch lange nicht flächendeckend. Insofern tummeln sich hier neben wenigen großen Betreibern viele kleine mit unterschiedlichen Zugangs- und Zahlungsbedingungen. Um dem Verbraucher Zugang und Zahlung zu vereinfachen, gibt es inzwischen „Roaming“-Angebote. Dabei schließen Dienstleister Rahmenverträge mit möglichst vielen Ladensäulenbetreibern ab und bieten dem Nutzer einen einheitlichen Zugang und eine einheitliche Abrechnung, allerdings zumeist keine einheitlichen Preise für den „getankten“ Strom. Beispiele dafür sind [https://newmotion.com/de\\_DE](https://newmotion.com/de_DE) oder <https://www.plugsurfing.com/de/>.

Beim jedem Laden gilt es, vorher genau zu prüfen, was der konkrete Ladesäulenbetreiber an Ladeleistung anbietet und was mein Elektroauto aufnehmen kann. Beispielsweise kann eine nach Minuten abgerechnete 3-phasige 22 kW-Ladung günstiger sein als wenn diese nach Energiemenge (kWh) abgerechnet würde. Umgekehrt kann eine nach Energiemenge (kWh) abgerechnete 1-phasige 2,3 kW-Ladung günstiger sein als wenn diese nach Minuten abgerechnet würde. Zu beachten ist auch, dass das Laden unterwegs meist „etwas“ teurer ist, als an der heimischen Wallbox.

### **Elektroautos – Marktübersicht**

Inzwischen sind Elektroautos Großserienmodelle, die in Punkto Alltagstaug-

lichkeit, Sicherheit und Platzangebot konventionellen Fahrzeugen nur noch in Reichweite und Kosten nachstehen. Für die meisten Fahrten reicht die heute verfügbare Reichweite bereits aus. Sollten dennoch größere Reichweiten benötigt werden, bieten die Hersteller auch E-Fahrzeuge mit Range Extender (REX) oder Plug-In Hybrid (PHEV) Fahrzeuge an. Eine Übersicht aktuell auf dem Markt verfügbarer Autos mit elektrifiziertem Antrieb ist im Anhang ab Seite 18 dargestellt.

### **Kosten und Förderung von Elektroautos**

Eine verlässliche Kostenprognose für die Zukunft zu stellen, gestaltet sich schwierig. Noch existieren nicht ausreichend verlässliche Zahlen gerade im Hinblick auf die Batterietechnik, von der die Kosten neuer Fahrzeuge sowie die Prognose des voraussichtlichen Restwertes und des Wertverlustes abhängen.

Zum Vergleich hat der ADAC aus dem Angebot von VW dem Stromer e-up! das entsprechende Benzin- und Erdgasmodell gegenübergestellt. Ergebnis: Mit der Erdgasvariante fährt man derzeit mit monatlich 380 Euro am günstigsten, gefolgt vom Benziner, der monatlich gut 16 Euro mehr kostet. Die Kosten für den e-up!<sup>1</sup> liegen bei 573 Euro und somit 193 Euro höher. Für die Energiekosten wurden die Verbrauchsangaben

<sup>1</sup> Modellverkauf bis 2016

des Herstellers bei einem durchschnittlichen Strompreis von 28 Cent pro Kilowattstunde zugrunde gelegt. Für alle drei Fahrzeuge wird ein Neukauf des Fahrzeuges mit identischer Haltedauer sowie gleicher Jahreslaufleistung angenommen. Die Gesamtkosten beinhalten neben dem Wertverlust als größtem Posten die Energiekosten sowie die Ausgaben für Werkstatt, Reifen, Versicherung und Kfz-Steuer (für Elektroautos in den ersten zehn Jahren entfällt).

Durch die hohen Anschaffungskosten bleibt die Elektromobilität derzeit einer kaufkräftigen, umweltbewussten Elite vorbehalten. Elektroautos müssen daher noch deutlich billiger werden, um wirtschaftlich konkurrenzfähig zu sein. Einen Kostenvergleich (Stand Januar 2017) finden Sie auf [www.adac.de/e-mobil](http://www.adac.de/e-mobil).

Um die Verbreitung von Elektroautos voranzubringen, wurde das Regierungsprogramm Elektromobilität gestartet. Für den Endverbraucher relevant sind dabei neben der Kfz-Steuerbefreiung und der Kaufprämie für Elektroautos auch die Förderung des Aufbaus von Ladeinfrastruktur.

Kfz-Steuerbefreiung: Pkws mit Elektromotor sind bei Erstzulassung zwischen 18. Mai 2011 und 31. Dezember 2020 ab dem Tag der erstmaligen Zulassung für die Dauer von zehn Jahren von der Kfz-Steuer befreit. Nach Ablauf der Befreiung werden sie wie leichte Nutzfahr-

zeuge nach ihrem verkehrsrechtlich zulässigen Gesamtgewicht besteuert, wobei sich die Steuer um die Hälfte ermäßigt. Unterhalb 2.000 kg zul. Gesamtgewicht lautet der Steuersatz pro angefangene 200 kg dann auf 5,63 Euro.

Kaufprämie: „Förderfähig ist der Erwerb (Kauf oder Leasing) eines neuen, erstmals zugelassenen, elektrisch betriebenen Fahrzeuges gemäß § 2 des Elektromobilitätsgesetzes, im Einzelnen ein

- reines Batterieelektrofahrzeug,
- von außen aufladbares Hybridelektrofahrzeug (Plug-In Hybrid) oder
- Brennstoffzellenfahrzeug

der Klassen M1 und N1 beziehungsweise N2 soweit diese mit einer Fahrerlaubnis der Klasse B im Inland geführt werden dürfen. Ebenso förderfähig sind Fahrzeuge, gleich welchen Antriebs, die keine oder weniger als 50 g CO<sub>2</sub>-Emissionen pro km vorweisen.

Das Fahrzeugmodell muss sich auf der Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge befinden, welche unter Publikationen verfügbar ist.

Der Bundesanteil am Umweltbonus beträgt für ein reines Batterieelektrofahrzeug beziehungsweise ein Brennstoffzellenfahrzeug (keine lokale CO<sub>2</sub>-Emission) 2.000 Euro und für ein von außen aufladbares Hybridelektrofahrzeug (weniger als 50 g CO<sub>2</sub>-Emission pro km) 1.500 Euro. Die Förderung wird nur dann gewährt, wenn der Automobilhersteller dem Käufer

mindestens den gleichen Anteil vom Netto-Listenpreis des Basismodells (BAFA Listenpreis) als Nachlass gewährt. Der Netto-Listenpreis des Basismodells darf 60.000 Euro netto nicht überschreiten.“ (Quelle und weitere Informationen: [http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html))

Ladeinfrastruktur: Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) stellt über seine Förderrichtlinie „Aufbau einer Ladeinfrastruktur (LIS)“ von 2017 bis 2020 insgesamt 300 Millionen Euro für den Aufbau eines flächendeckenden Netzes von Schnelllade- und Normalladestationen bereit. Insgesamt sollen mindestens 15.000 Ladesäulen errichtet werden. Die Antragsfrist für den ersten Förderaufruf endete am 28. April 2017. Weitere Förderaufrufe sollen folgen. (Quelle und weitere Informationen: <https://www.now-gmbh.de/de/ladeinfrastruktur> und [www.adac.de/e-mobil](http://www.adac.de/e-mobil))

## Umweltaspekte von Elektroautos

Der Energieverbrauch eines Elektrofahrzeuges ist maßgeblich durch den Aufwand an Fahrerenergie (je nach Fahrzeuggröße, Einsatzbedingungen, Fahrstil und Belastung) und durch die Klimatisierung bestimmt. Ebenfalls wird dieser beeinflusst durch die Wirkungsgrade der Ladeinheit (Umwandlungsverluste), der Batterie (Ladeverluste) und der Leistungselektronik mit Elektromotor (Umwandlungsverluste). Im direkten Vergleich mit einem

Fahrzeug mit Verbrennungsmotor ist der Wirkungsgrad eines Elektrofahrzeuges deutlich höher, was sich bei Betrachtung der gesamten Wirkungskgradkette (Well-to-Wheel) aber wieder relativiert.

Elektrofahrzeuge haben den Vorteil ihrer lokalen Emissionsfreiheit. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Emissionen des Elektroautos zum Kraftwerk verlagert werden. Die vergleichsweise hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Stromerzeugung führen dazu, dass Elektrofahrzeuge beim heutigen Strom-Mix in Deutschland (CO<sub>2</sub>-Wert: ca. 579 g/kWh, Quelle UBA von 2013) den CO<sub>2</sub>-Ausstoß nicht verringern. Bei der Nutzung regenerativer Quellen zur Stromerzeugung wie z. B. Windkraft (CO<sub>2</sub>-Wert von ca. 20 g/kWh) wäre der CO<sub>2</sub>-Ausstoß dagegen annähernd vernachlässigbar.

Ein wesentlicher Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr ist daher nur möglich, wenn der Strom aus regenerativen Quellen stammt. Die vorhandenen verfügbaren regenerativen Stromquellen für die E-Mobilität zu verwenden hätte einen Verdrängungseffekt und würde den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Haushalte und der Industrie ansteigen lassen.

Dass die Energieverbräuche im realen Fahrbetrieb die Herstellerangaben überschreiten, zeigt der ADAC Autotest am Beispiel des VW e-up!<sup>2</sup>. Im Gegensatz zum Herstellerwert von 11,7 kWh pro 100 km liegt der durchschnittliche

Energieverbrauch im ADAC EcoTest bei 13,8 kWh pro 100 km.

Vom ADAC ermittelte Verbräuche finden Sie auf [www.adac.de/ecotest](http://www.adac.de/ecotest).

Legt man den Strom-Mix in Deutschland mit einem CO<sub>2</sub>-Wert von ca. 579 g/kWh zu Grunde, ergibt sich für den VW e-up!<sup>2</sup> ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von ca. 80 g/km.

Bei Strom aus Steinkohle (CO<sub>2</sub>-Wert von ca. 890 g/kWh) wären dies dagegen ca. 123 g/km, bei der Nutzung von Windkraft für die Stromerzeugung (CO<sub>2</sub>-Wert von ca. 20 g/kWh) nur noch knapp 3 g/km. Steinkohle wird deshalb in die Bilanz aufgenommen, da Steinkohlekraftwerke zur Grundlaststrom-Erzeugung eingesetzt werden, d. h. zur Abdeckung der Dauerlast rund um die Uhr. Diese wird steigen, je mehr E-Fahrzeuge geladen werden müssen.

### **Sicherheit von Elektroautos**

Was für konventionelle Kraftfahrzeuge gilt, gilt auch für Elektroautos: Ihr Betrieb beinhaltet immanente Risiken, die aber beherrschbar sind.

Während bei konventionellen Kraftfahrzeugen Otto- oder Dieselmotoren, seltener auch Erd- oder Flüssiggas, die Energiequelle sind, ist es bei Elektroautos die Antriebsbatterie. Diese ist ein Hochvolt-Gleichstrom-Speicher mit einer hohen elektrochemischen Energiedichte, dessen Sicherheit maßgeblich von

<sup>2)</sup> <sup>3)</sup> Modellverkauf bis 2016

seinem thermischen und elektrischen Schutz abhängt.

Die elektrischen Komponenten serienmäßig hergestellter Elektroautos sind eigensicher ausgelegt. Im normalen bestimmungsgemäßen Betrieb können diese Elektroautos als sicher angesehen werden.

### **Unfall und „Erste Hilfe“**

Kritisch kann es werden, sobald diese Schutzmechanismen eventuell beeinträchtigt werden, etwa durch die mechanische Verformung der Antriebsbatterie infolge eines schweren Unfalles. Dann könnten einzelne Zellen durch innere Schäden überhitzen und die Antriebsbatterie dann thermisch „durchgehen“. Das wäre der sogenannte „Thermal Runaway“, die Antriebsbatterie brennt dann und ist nur schwierig löschbar.

Dieses Risiko ist aber vergleichsweise gering, da aktuelle Elektroautos bei einem Unfall genauso sicher sind wie herkömmliche Autos und das Hochvoltssystem in der Regel nach einem Unfall mit Auslösung des Airbag abgeschaltet wird.



„Das Elektrofahrzeug Renault ZOE zeigt sich beim Crashtest als sicher und problemlos.“ Die Ergebnisse der von Euro NCAP durchgeführten Crashtests finden Sie auf [www.adac.de/crashtest](http://www.adac.de/crashtest).

„Erste Hilfe“ ist in der Regel also ohne eine erhöhte Eigengefährdung möglich. Allerdings besteht eine besondere Gefahr, falls Hochvoltkomponenten durch einen Unfall beschädigt wurden und elektrisch leitende Teile offenliegen. Dann sollten Rettungskräfte zur Hilfe gerufen werden. Wichtige Hinweise für die Rettungskräfte bei Unfällen gibt die „Rettungskarte“. Die spezifische Rettungskarte für Ihr Fahrzeug finden Sie hier: [www.rettungskarte.de](http://www.rettungskarte.de).

## Panne und Reparatur

Bei einer Panne besteht in der Regel keine elektrische Gefährdung, da die Elektroautos systembedingt und durch Maßnahmen der Hersteller abgesichert sind. Auch die Pannenhilfe ist bei diesen Fahrzeugen ohne eine erhöhte Gefährdung möglich, solange nicht in die Hochvoltanlage eingegriffen wird oder diese beschädigt ist. Eventuelle Hinweise in der Fahrzeugbedienungsanleitung sind unbedingt zu beachten.

Arbeiten an Hochvoltkomponenten dürfen nur Personen ausführen, die für diese Arbeiten speziell geschult sind. Für alle anderen gilt: Hände weg von Hochvoltkomponenten und orangefarbenen Leitungen!



(Quelle: VBG.)



(Quelle: VBG.)

## Fazit und Ausblick

Elektroautos haben, wie der elektrische Schienenverkehr, den Vorteil, dass sie im Betrieb vor Ort keine Schadstoffe ausstoßen. Die für die Erzeugung ihrer elektrischen Energie anfallenden CO<sub>2</sub>- und Schadstoff-Emissionen müssen allerdings in der Gesamtbilanz mit berücksichtigt werden. Ein wesentlicher Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr ist daher nur möglich, wenn der Strom aus regenerativen Quellen stammt. Der Einsatz zusätzlicher erneuerbarer Quellen zur Stromerzeugung ist daher zwingend erforderlich.

Derzeitige Reichweiten von Elektroautos sind vorwiegend für den Einsatz im Stadt-, Kurzstrecken- und Pendlerverkehr geeignet. Doch das Angebot ändert sich. 2016 wurden mehrere Modelle mit größeren Batterien vorgestellt. Der neue Opel Ampera-e erreicht beispielsweise auf Basis des ADAC EcoTest-Verbrauchs eine realistische Reichweite von 340 km ([https://www.adac.de/\\_ext/itr/tests/Auto-test/AT5606\\_Opel\\_Ampera-E\\_First\\_Edition/Opel\\_Ampera-E\\_First\\_Edition.pdf](https://www.adac.de/_ext/itr/tests/Auto-test/AT5606_Opel_Ampera-E_First_Edition/Opel_Ampera-E_First_Edition.pdf)).

## Fachbegriffe

EV	electric vehicle
BEV	batterie electric vehicle
PHEV	plug-in hybrid electric vehicle
REX	Range Extender, Reichweitenverlängerer
Li-Ion	Lithium Ionen, Batterie
BMS	Battery Management System, Batteriemanagement
Typ 1/Typ 2	genormter Ladestecker für Elektrofahrzeuge
Mode	Angabe der Kommunikationsmöglichkeit und Ladeart zwischen Fahrzeug und Ladezäule (Ladebetriebsart (1 bis 4)
CHAdeMO	CHArge de MOve = Schnellladesystem nach japanischem Standard
CCS	Combined Charging System = Schnellladesystem nach europäischem Standard (auch „Combo2“ genannt)
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid, chemische Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff = Treibhausgas
kW	Kilowatt = 1.000 W Leistung
kWh	Kilowattstunde = 1.000 Wattstunden, Arbeit/Energie
PWM	„Pulsweitenmodulation“ = Modulationsart einer technischen Größe
PLC	„Powerline Communication“ = Datenübertragung

über Stromleitungen

Combo2	siehe CCS
CAN	„Controller Area Network“ = Bussystem
1ph	einphasiger Stromanschluß
3ph	dreiphasiger Stromanschluß
AC	„alternating current“ = Wechselstrom
DC	„direct current“ = Gleichstrom

## Literatur

BDEW, DKE, ZVEH, ZVEI (Hrsg.): Der Technische Leitfaden Ladeinfrastruktur Elektromobilität – Version 2, 2016.



<https://www.dke.de/de/themen/elektromobilitaet/praxisnahe-leitfaden-ladeinfrastruktur-fuer-elektromobilitaet>

VBG (Hrsg.): Elektro- und Hybridfahrzeuge, Tipps und Infos zum sicheren Umgang und zur Pannenhilfe, Version 2.0, 2015.



[http://www.vbg.de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Broschuere/Themen/Verkehrs\\_und\\_Transportsicherheit/Pannenhilfe\\_an\\_Elektro\\_und\\_Hybridfahrzeugen\\_Faltblatt.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.vbg.de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Broschuere/Themen/Verkehrs_und_Transportsicherheit/Pannenhilfe_an_Elektro_und_Hybridfahrzeugen_Faltblatt.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

VDA (Hrsg.): Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen, 2013.



<https://www.vda.de/de/services/Publikationen/unfallhilfe-und-bergen-bei-fahrzeugen-mit-hochvolt-systemen.html>

Hersteller	Modell	Preis ab [€]	elektrische Reichweite nach NEFZ [km]	v-max [km/h]	Verbrauch	kombinierter Verbrauch bei Range Extender oder Plug-in Hybriden
<b>Elektro, Elektro mit Range Extender</b>					[kWh/100 km]	[l/100 km]
BMW	i3 (60 Ah)	34.950	190	150	12,9	-
BMW	i3 (94 Ah)	36.150	240	150	12,6	-
BMW	i3 (60 Ah) mit Range Extender	39.450	170	150	13,5	0,6
BMW	i3 (94 Ah) mit Range Extender)	40.650	240	150	11,3	0,6
Citroen	C-Zero	19.800	150	130	12,6	-
Ford	Focus Electric	34.900	225	137	16,4	-
Hyundai	IONIQ Elektro	33.300	280	165	11,5	-
KIA	Soul EV	28.890	212	145	14,7	-
Mercedes	B 250 e	39.151	200+	160	16,6	-
Nissan	e-NV200 Evalia	31.706	170	123	16,5	-
Nissan	e-NV200 Kombi	24.702	170	123	16,5	-
Nissan	Leaf (24 kWh)	23.365	199	144	15,0	-
Nissan	Leaf (30 kWh)	28.485	250	144	15,0	-
Opel	Ampera-e	39.930	520	150	14,5	-
Peugeot	iOn	19.800	150	130	12,6	-
Renault	Kangoo Maxi Z.E.	25.585	n.b.	130	15,5	-
Renault	Kangoo Z.E.	24.157	170	130	15,5	-
Renault	Kangoo Z.E. 33	24.776 bis 35.605	270	130	n.b.	-
Renault	Kangoo Maxi Z.E. 33	26.204 bis 36.760	270	130	n.b.	-
Renault	Twizy	6.950	n.b.	45	5,8	-
Renault	Twizy	7.650	80	80	6,3	-
Renault	Zoe (22 kWh)	22.100	240	135	13,3	-
Renault	Zoe (41 kWh)	24.900	403 / 370	135	13,3	-
smart	forfour electric drive	21.940	160	130	13,1	-

Batterie- kapazität / Tankinhalt / Wasserstoff- speicher	Batterie- kapazität / Tankinhalt	AC Laden 1- / 3-phasig	AC Ladeanschluß am Fahrzeug	DC Schnelllade- anschluss (z.T. nur optional)	Garantie (Auszug)
[kWh]	[l]				
18,8	-	1	Typ II	CCS	8 Jahre / 100.000 km auf HV-Batterie
27,2	-	1 / 3	Typ II	CCS	8 Jahre / 100.000 km auf HV-Batterie
18,8	9	1	Typ II	CCS	8 Jahre / 100.000 km auf HV-Batterie
27,2	9	1 / 3	Typ II	CCS	8 Jahre / 100.000 km auf HV-Batterie
14,5	-	1	Typ I	CHAdEMO	5 Jahre / 50.000 km auf Antriebsstrang und Batterie, ab 02/15: 8 Jahre / 100.000 km
33,5	-	1	Typ II	CCS	5 Jahre auf gesamtes Fahrzeug
28	-	1	Typ II	CCS 100	8 Jahre / 200.000 km auf Batterie inkl. 5 jährliche Sicherheits-Checks
27	-	1	Typ I	CHAdEMO	7 Jahre / 150.000 km auf Batterie
28	-	1 / 3	Typ II	-	8 Jahre / 100.000 km auf HV-Batterie
24	-	1	Typ I	CHAdEMO	5 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Antrieb
24	-	1	Typ I	CHAdEMO	5 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Antrieb
24	-	1	Typ I	CHAdEMO	5 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Antrieb
30	-	1	Typ I	CHAdEMO	8 Jahre / 160.000 km auf Batterie und Antrieb
60	-	1	Typ II	CCS	8 Jahre / 160.000 km auf Batterie und Antrieb
14,5	-	1	Typ I	CHAdEMO	5 Jahre / 50.000 km auf Antriebsstrang und Batterie, ab 02/15: 8 Jahre / 100.000 km
22	-	1	Typ I	-	5 Jahre/100.000 km auf elektrischen Antrieb
22	-	1	Typ I	-	5 Jahre/100.000 km auf elektrischen Antrieb
33	-	1	n.b.	-	n.b.
33	-	1	n.b.	-	n.b.
6,1	-	1	Schuko	-	5 Jahre/100.000 km auf elektrischen Antrieb
6,1	-	1	Schuko	-	5 Jahre/100.000 km auf elektrischen Antrieb
22	-	1 / 3	Typ II	-	5 Jahre/100.000 km auf elektrischen Antrieb
41	-	1 / 3	Typ II	-	5 Jahre/100.000 km auf elektrischen Antrieb
17,6	-	1	Typ II	-	8 Jahre /100.000 km auf Batterie

Hersteller	Modell	Preis ab [€]	elektrische Reichweite nach NEFZ [km]	v-max [km/h]	Verbrauch	kombinierter Verbrauch bei Range Extender oder Plug-in Hybriden
<b>Elektro, Elektro mit Range Extender</b>					[kWh/100 km]	[l/100 km]
smart	fortwo cabrio electric drive	25.200	155	130	13,0	-
smart	fortwo coupé electric drive	22.600	155	130	12,9	-
Tesla	Model S 60	69.019	338	210	15,0	-
Tesla	Model S 60D	74.719	351	210	14,7	-
Tesla	Model S 75	86.620	401	210	15,6	-
Tesla	Model S 75D	92.320	417	210	15,3	-
Tesla	Model S 90D	103.320	550	250	16,2	-
Tesla	Model S P100D	154.820	632	250	16,3	-
Tesla	Model X 100D	116.700	565	250	18,4	-
Tesla	Model X 75D	102.400	417	210	18,0	-
Tesla	Model X 90D	113.300	489	250	18,4	-
Tesla	Model X P100D	158.800	542	250	18,5	-
VW	e-Golf	35.900	300	150	12,7	-
VW	e-up!	26.900	160	130	11,7	-
VW	e-load up!	27.495	160	130	11,7	-
<b>Plug-in Hybrid</b>					[l/100 km]	[kWh/100 km]
Audi	A3 Sportback e-tron	37.900	50	222	1,6	11,4
Audi	Q7 e-tron	81.900	56	230	1,8	18,1
BMW	225xe Active Tourer	39.000	41	202	2,0	11,8
BMW	330e iPerformance	43.600	40	225	1,9	11
BMW	530e iPerformance	52.600	45	235	1,9	13,1
BMW	740e iPerformance	92.500	44	250	2,1	13,1
BMW	740Le iPerformance	97.800	44	250	2,1	13,1
BMW	i8	130.000	37	250	2,1	11,9

Batterie- kapazität / Tankinhalt / Wasserstoff- speicher	Batterie- kapazität / Tankinhalt	AC Laden 1- / 3-phasig	AC Ladeanschluß am Fahrzeug	DC Schnelllade- anschluss (z.T. nur optional)	Garantie (Auszug)
[kWh]	[l]				
17,6	-	1	Typ II	-	8 Jahre /100.000 km auf Batterie
17,6	-	1	Typ II	-	8 Jahre /100.000 km auf Batterie
70	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
70	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
70	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
70	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
90	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
100	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
100	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
75	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
90	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
100	-	1 / 3	Typ II	TESLA	8 Jahre auf Antrieb und Batterie
35,8	-	1	Typ II	CCS 40	8 Jahre / n.b. km auf Batterie
18,7	-	1	Typ II	CCS 40	8 Jahre / n.b. km auf die Batterie
18,7	-	1	Typ II	CCS 40	8 Jahre / n.b. km auf Batterie
[l]	[kWh]				
40	8,8	1	Typ II	-	8 Jahre / 160.000 km auf Batterie
75	17,3	1	Typ II	-	8 Jahre / 160.000 km auf Batterie
36	5,7	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie
41	5,7	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie
46	9,2	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie
46	7,4	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie
46	7,4	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie
30	5,2	1	Typ II	-	8 Jahre / 100.000 km auf Batterie

Hersteller	Modell	Preis ab [€]	elektrische Reichweite nach NEFZ [km]	v-max [km/h]	Verbrauch	kombinierter Verbrauch bei Range Extender oder Plug-in Hybriden
<b>Plug-in Hybrid</b>					[l/100 km]	[kWh/100 km]
BMW	X5 xDrive40e iPerformance	69.800	31	210	3,3	15,3
Hyundai	IONIQ Plug-in-Hybrid	n.b.	63	n.b.	n.b.	n.b.
KIA	Optima 2.0 GDI Plug-in Hybrid	40.490	54	192	1,6	12,2
Mercedes	C 350 e	52.063	31	250	2,1	11,3
Mercedes	C 350 e T-Modell	53.729	31	246	2,1	11,3
Mercedes	E 350 e	59.441	33	250	2,1	11,3
Mercedes	GLC 350 e	52.717	34	235	2,5	13,9
Mercedes	GLC Coupé 350 e	57.834	34	235	2,5	13,9
Mercedes	GLE 500 e	74.554	30	245	3,3	16,7
Mercedes	S 500 e	110.254	22	250	2,8	13,5
Mini	Cooper S E Countryman	35.900	40	198	2,1	13,2
Mitsubishi	Outlander Plug-in Hybrid	39.990	25	170	1,8	13,4
Porsche	Cayenne S E-Hybrid	86.133	36 - 18	243	3,4	20,8
Porsche	Panamera 4 E-Hybrid	107.553	51	278	2,5	15,9
Toyota	Prius 1.8 Plug-in Hybrid	37.550	50	162	1,0	7,2
Volvo	V60 D6 Twin Engine	56.900	50	230	1,8	13,3
Volvo	XC90 T8 Twin Engine	76.650	43	230	2,1	18,2
VW	Golf GTE	36.900	50	222	1,6	11,4
VW	Passat GTE	44.250	50	225	1,7	12,5
VW	Passat Variant GTE	45.250	50	225	1,7	12,7
<b>Brennstoffzelle</b>					[kg/100 km]	
Hyundai	ix35 Fuel Cell	65.450	594	160	0,95	-
Toyota	Mirai	78.600	500	178	0,76	-

Batteriekapazität / Tankinhalt / Wasserstoffspeicher	Batteriekapazität / Tankinhalt	AC Laden 1- / 3-phasig	AC Ladeanschluß am Fahrzeug	DC Schnellladeanschluß (z.T. nur optional)	Garantie (Auszug)
[l]	[kWh]				
85	9,2	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie
n.b.	8,9	1	n.b.	-	8 Jahre / 200.000 km auf Batterie inkl. 5 jährliche Sicherheits-Checks
55	9,8	1	Typ II	-	7 Jahre / 150.000 km auf Batterie
50	6,2	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Hybridkomponenten
50	6,2	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Hybridkomponenten
50	6,2	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Hybridkomponenten
50	6,2	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Hybridkomponenten
50	6,2	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Hybridkomponenten
80	8,8	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Hybridkomponenten
70	8,7	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie und Hybridkomponenten
36	7,6	1	Typ II	-	6 Jahre / 100.000 km auf Batterie
45	12	1	Typ I	CHAdeMO	8 Jahre /160.000 km auf Batterie
80	9,3	1	Typ II	-	7 Jahre / 100.000 Garantie auf Batterie
80	14	1	Typ II	-	7 Jahre / 100.000 Garantie auf Batterie
43	8,8	1	Typ II	-	5 Jahre auf Batterie (1.Jahr: ohne km-Begrenzung; 2.-5. Jahr: 100.000 km)
45	11,2	1	Typ II	-	8 Jahre / 160.000 km auf Batterie
50	9,2	1	Typ II	-	8 Jahre / 160.000 km auf Batterie
40	8,7	1	Typ II	-	8 Jahre / 160.000 km auf Batterie
50	9,9	1	Typ II	-	8 Jahre / 160.000 km auf Batterie
50	9,9	1	Typ II	-	8 Jahre / 160.000 km auf Batterie
[kg]					
5,64	-	-	-	-	5 kostenlose jährliche Sicherheits-Checks
5	-	-	-	-	n.b.

ADAC e.V.  
Hansastraße 19  
80686 München

[www.adac.de/e-mobil](http://www.adac.de/e-mobil)



2959530/09.17/2.5'