

Fakten: Umwelteffekte von Elektromobilität



Der PKW-Bestand in Deutschland liegt inzwischen bei rund 46,5 Mio. Fahrzeugen und hat sich seit 1991 um gut 26% erhöht. Rund ein Drittel dieser Fahrzeuge werden aktuell mit Diesel betrieben. Der Anteil von Elektro- und Hybridfahrzeugen lag im Jahr 2018 noch bei 0,6 % (Umweltbundesamt, 2019). Um klimapolitischen Vorgaben gerecht zu werden, muss eine Verkehrswende kommen, die für Entlastungen in diesem Bereich sorgt. Ob im Ausbau der Elektromobilität einer der Schlüssel für die Reduzierung der verkehrsbedingten Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen liegt, soll auf den nachfolgenden Seiten untersucht werden.

Bei der Analyse der Umwelteffekte von Elektrofahrzeugen müssen auch die Fahrzeugherstellung, Nutzung und Entsorgung bzw. Recyclingfähigkeit der Fahrzeuge inklusive Batterie berücksichtigt werden. Beim Vergleich von unterschiedlichen Fahrzeugtypen (zum Beispiel Klein- und Mittelklassewagen) ist es wichtig, dass spezifische Größen wie Gewicht, Motorleistung etc. berücksichtigt werden, um eine aussagekräftige Gegenüberstellung gewährleisten zu können (Mauch et al., 2018).

Fahrzeugherstellung Elektrofahrzeuge

Für die Herstellung von Fahrzeugen wird Energie benötigt. Da der Herstellungsprozess von Batterien energieaufwendig ist, verursacht die Produktion eines Elektroautos rund 30 % mehr klimaschädliche Gase als die eines vergleichbaren Dieselfahrzeugs (vgl. Grafik unten). Entscheidende Faktoren sind dabei der Standort und die Technik der Batterieproduktion, da erneuerbare Energien und effiziente Herstellungsprozesse den Fußabdruck deutlich verringern können.

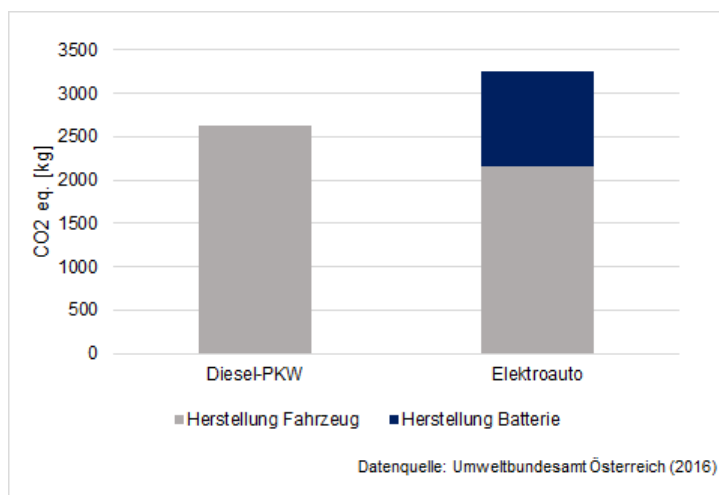


Abbildung 1: CO₂-Emissionen bei der Fahrzeug- und Batterieherstellung

Inhaltsstoffe von Lithium-Ionen-Akkus

Im Wesentlichen besteht die Funktionsweise von Li-Ionen-Akkus aus drei Elementen:

- Negative Anode (aus Graphit)
- Elektrolyt (i.d.R. Lithium-Salze)
- Positive Kathode (unterschiedliche Zusammensetzung)

Die meisten Hersteller von Elektrofahrzeugen verbauen Nickel-Mangan-Kobalt-Kathoden (NMC) (z.B. BMW i3, eGolf oder Renault Zoe) oder Nickel-Kobalt-Aluminiumoxid (z.B. Tesla). Wie aus der Grafik oben hervorgeht, verursacht die Herstellung einer Traktionsbatterie rund 1.100 kg CO₂-Emissionen. Rund die Hälfte der Emissionen entsteht bei der Rohstoffgewinnung. Die andere Hälfte entstammt dem Herstellungsprozess der Batterie und kann deshalb durch den Einsatz erneuerbarer Energien stark reduziert werden. Die Giga-Factory von Tesla beispielsweise produziert ihren Strom mit Hilfe von PV-Anlagen größtenteils selbst.

Die Gewinnung der meisten Batteriebestandteile verursacht negative Umwelteffekte, zumal die Standards in den Erzeugungsländern oftmals niedrig sind.

Lithium

Das namensgebende, nicht-giftige Metall macht 2% der Batteriemasse aus und stammt zu großen Teilen aus Bolivien, Chile und Argentinien. Beim Abbau werden große Mengen Wasser benötigt. In Deutschland gibt es in der Region südlich von Dresden ein Lithiumvorkommen von 125.000 Tonnen (wäre ausreichend für rund 12 Mio. Batterien des Model S von Tesla (Peak Oil, 2019). Mit dem Abbau soll 2021 begonnen werden.

Graphit

Stammt hauptsächlich aus China. Durch schlechte Sicherheitsvorkehrungen entstehen beim Abbau große Mengen an giftigem Feinstaub.

Nickel

Indonesien, die Philippinen, Kanada und Russland sind die Haupterzeugungsländer. Bei der Herstellung entsteht Schwefeldioxid – ein gefährlicher Luftschadstoff.

Mangan

Größter Produzent ist Südafrika. Beim Abbau entstehen weniger gefährliche Umwelteffekte.

Kobalt

Kongo ist der Hauptlieferant von Kobalt, das dort unter menschenunwürdigen Bedingungen abgebaut wird. Manche Akku-Hersteller verzichten inzwischen auf Kobalt.

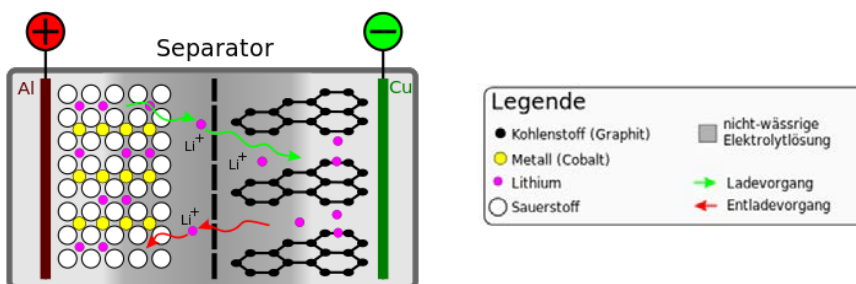


Abbildung 2: Aufbau eines Li-Ionen Akkus (<https://www.gutefrage.net/frage/chemie-lithium-ionen-akku---aufbau>)

Herstellung Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor

Anstelle von Batterien nutzen die Verbrennungsfahrzeuge Diesel oder Benzin als Energiespeicher. Da die auf Erdöl basierenden Kraftstoffe zumeist aus politisch instabilen Staaten importiert werden, hat deren Verbrauch neben der Umweltbelastung häufig auch humanitäre Krisen - zum Beispiel aufgrund kriegerischer Auseinandersetzungen – zur Folge.

Umwelteffekte der Ölförderung

- Kanada: Energieintensive Gewinnung von Erdöl aus Teersanden mit Zerstörung großer Waldgebiete und Hinterlassen von Giftstoffen
- USA: Langfristige Grundwasserverseuchung durch Chemikalien, die beim Fracking eingesetzt werden
- Ecuador: Ölförderung in einem der artenreichsten Nationalparks der Welt (Yasuni Nationalpark)
- Westsibirien: ca. 15 Mio. Tonnen auslaufendes Öl verseuchen Boden, Flüsse und Lebensräume
- Mittl. Osten: Instabile politische Verhältnisse durch Interesse an Ölressourcen. Im Golfkrieg verbrannten über Monate hinweg Ölquellen mit 420.000 Tonnen Öl – pro Tag! – was bis heute als größtes Luftverschmutzungsereignis der Menschheitsgeschichte gilt.
- Saudi-Arabien, Sudan: Menschenrechtsverletzungen, Kriegsverbrechen
- Nigerdelta: Korruption, Anschläge sorgen für anhaltende Ölverschmutzung mit verheerenden Konsequenzen für Mensch und Natur

Umwelteffekte im Fahrbetrieb

Herkömmliche Verbrennungsmotoren von Diesel- oder Benzinfahrzeugen emittieren bei der Verbrennung Abgase wie CO₂, Stickoxide (NO_x) oder Feinstaub. Elektrofahrzeuge hingegen haben keinen Auspuff – hier entstehen die Emissionen bei der Herstellung des „getankten“ Stroms. Je nachdem, wie hoch der Ökostromanteil ist, entstehen Emissionen unterschiedlicher Höhe. Eine Gegenüberstellung ist den nachfolgenden Grafiken zu entnehmen.

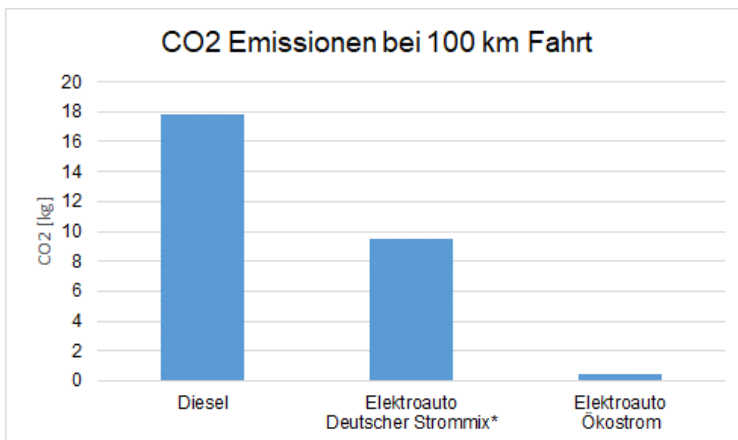


Abbildung 3: Gegenüberstellung der CO₂ Emissionen

Berechnungsbasis der Grafiken ist ein PKW der Kompaktklasse mit einem Durchschnittsverbrauch von 5,2 Liter Diesel/100km

* Emissionsfaktor Strommix Deutschland: 474 g/kWh (2018)
(laut Umweltbundesamt)

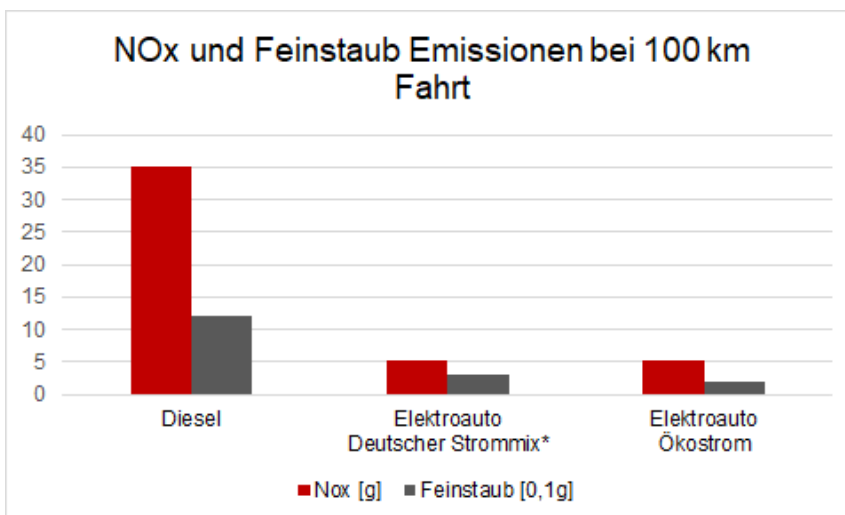


Abbildung 4: Gegenüberstellung der NOx- und Feinstaubemissionen

Die Grafiken zeigen, dass Verbrennungsmotoren sowohl bei gesundheitsschädlichen Stickoxiden und Feinstaub als auch beim Treibhausgas CO₂ eine wesentlich schlechtere Umweltbilanz aufweisen. Ein wichtiger Grund für die niedrigeren Umwelteffekte von Elektrofahrzeugen ist deren höhere Effizienz. Ein E-Fahrzeug benötigt nur rund ein Drittel der Energie im Vergleich zum Verbrenner, um die gleiche Strecke zurücklegen zu können (Energieinstitut Vorarlberg, 2019).

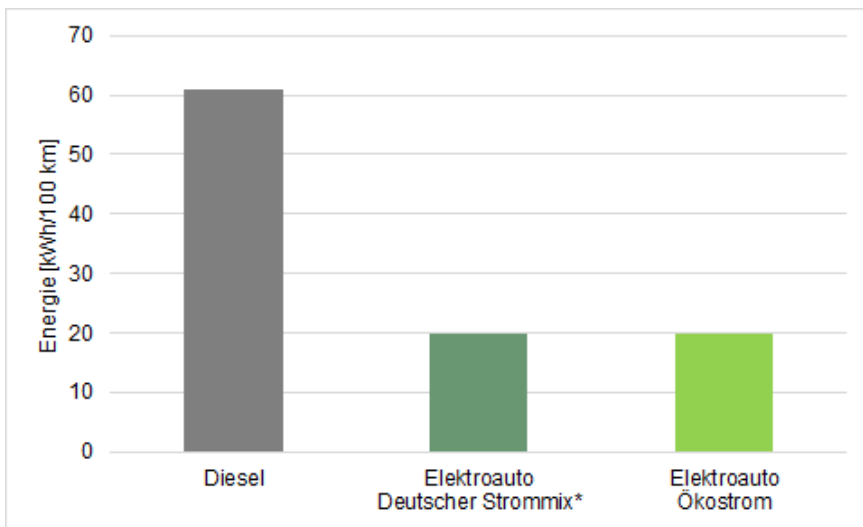


Abbildung 5: Energieverbrauch bei 100 km Fahrstrecke

Lebenszyklus Traktionsbatterien

Fahrzeughersteller geben auf die Batterien aktuell Garantien von rund 8 Jahren. 10 bis 15 Jahre werden als realistische Verwendungsdauer angesehen. Experten gehen inzwischen von einer Batterie-Lebensdauer von bis zu 200.000 km bzw. bis zu 3.000 Ladezyklen aus (Focus, 2018). Anschließend erreicht die Batterie nur noch rund 70 – 80 % ihrer ursprünglichen Kapazität – zu wenig für Elektromobilität, aber nach wie vor gut geeignet für „Second-Life“-Anwendungen, wie beispielsweise die Verwendung als Hausspeicher oder für die Stabilisierung des Stromnetzes.

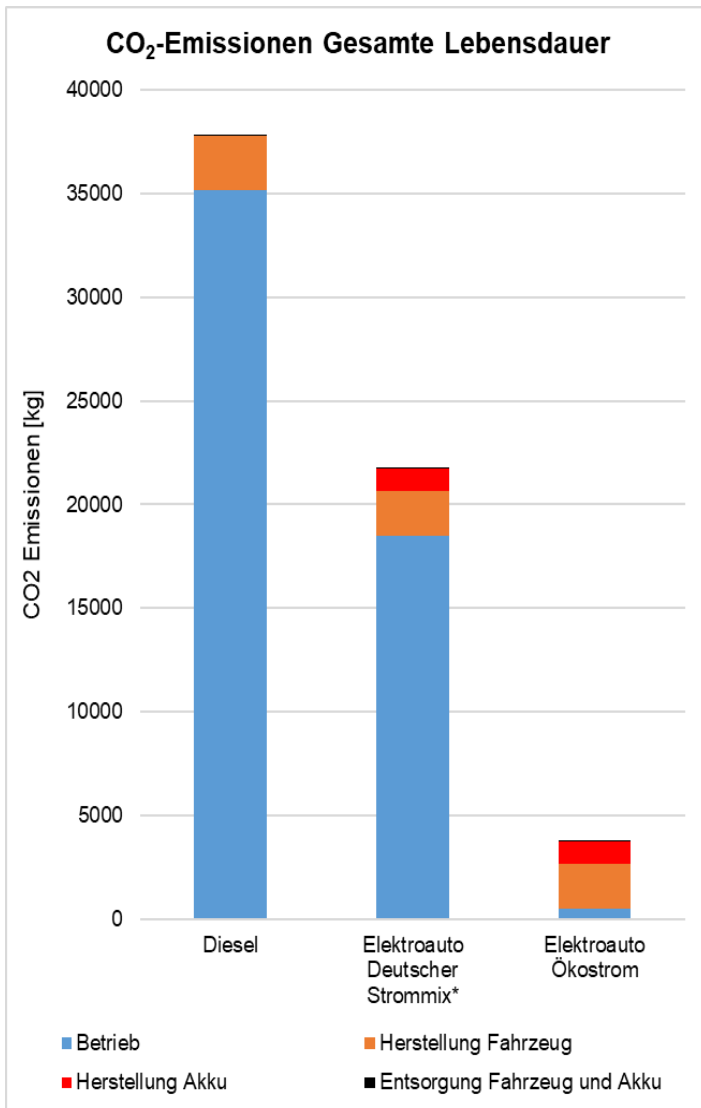


Abbildung 6: In diesem Gebäude in Kempten wurden im Rahmen des Projekts ELSA mehrere Second-Life-Batterien zusammengeschlossen. Der Speicher hat eine Kapazität von 66 kWh und hilft, das Wohnquartier mit Energie zu versorgen. Foto: eza!

Entsorgung – Recycling

Ab einem Leistungsabfall auf nur mehr rund 40% der ursprünglichen Kapazität müssen die Batterien entsorgt werden. Laut EU-Verordnung müssen mindestens 50 % der Inhaltsstoffe von Lithium-Ionen Akkus recycelt werden. Durch thermische Behandlung werden aktuell 60 – 70 % der Inhaltsstoffe wiederverwertet. Mit steigenden Rohstoffpreisen wird in den nächsten Jahren auch die Recyclingquote weiter steigen.

Umwelteffekte – gesamte Lebensdauer



Nebenstehende Grafik macht die hohen Umwelteffekte von Verbrennungsmotoren deutlich. Auch wenn Strom aus dem deutschen Strommix (*474 g CO₂/kWh) „getankt“ wird, sind die CO₂-Emissionen von Elektrofahrzeugen aufgrund höherer Effizienz deutlich niedriger als die eines vergleichbaren Verbrennerfahrzeugs. Die Umwelteffekte der Herstellung von Fahrzeug und Batterien haben im Vergleich zu denen der Entsorgung ein deutlich höheres Gewicht. Auch eine kürzlich veröffentlichte Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsfor-

Berechnungsbasis:
PKW der Kompaktklasse; Lebensdauer 15 Jahre; Jahresfahrleistung 13.000 km
Datenquelle: Umweltbundesamt Österreich, 2016

scherung kam zum Ergebnis, dass ein elektrisches Batteriefahrzeug innerhalb einer Nutzungsdauer von 13 Jahren gegenüber einem Dieselfahrzeug 28 % und gegenüber einem Benzinfahrzeug bis zu 42 % weniger Emissionen verursacht (Solarzeitalter, 2019).

Folglich kann nachfolgendes Fazit gezogen werden:

- Das „Tanken“ von Strom aus erneuerbaren Energiequellen wirkt sich stark positiv auf die Umweltbilanz des Elektrofahrzeugs aus.
- Eine möglichst lange Nutzung und Auslastung von Fahrzeug und Batterien ist sinnvoll, da die Umwelteffekte von Herstellung und Entsorgung dann weniger Gewicht haben.
- Die Prozesse bei der Herstellung von Batterien müssen effizienter und ökologischer werden.
- Je mehr erneuerbare Energien im Deutschen Strommix enthalten ist, desto besser wird die Klimabilanz der Elektrofahrzeuge.

Quellen:

- Energieinstitut Vorarlberg. (2019). Abgerufen am 29. 08 2019 von <https://www.energieautonomie-vorarlberg.at/zoolu-website/media/document/1464/Umwelteffekte+von+Elektromobilit%C3%A4t>
- Focus. (2018). Abgerufen am 29. 08 2019 von https://praxistipps.focus.de/elektroauto-so-lange-ist-die-lebensdauer-der-batterie_101082
- Mauch et al. (2018). *Forschungsstelle für Energiewirtschaft*. Abgerufen am 29. 08 2019 von <https://www.ffe.de/publikationen/pressemeldungen/856-klimabilanz-von-elektrofahrzeugen-ein-plaedoyer-fuer-mehr-sachlichkeit>
- Peak Oil. (2019). Abgerufen am 29. 08 2019 von <https://www.peak-oil.com/2014/10/tesla-prototyp-der-elektromobilen-revolution-teil-3-e-mobilitaet-und-ressourcen/>
- Solarzeitalter. (2/2019). S.68.
- Umweltbundesamt. (2019). Abgerufen am 29. 08 2019 von <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeugbestand>
- Umweltbundesamt Österreich. (2016). Abgerufen am 29. 08 2019 von <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0572.pdf>