



Wie klimafreundlich sind Elektroautos?

Elektrofahrzeuge sind so sauber wie der Strom, mit dem sie fahren. Zwar stößt der Elektromotor im Fahrzeugbetrieb weder Kohlendioxid (CO₂) noch Schadstoffe aus – ein reines Elektroauto hat auch gar keinen Auspuff. Doch nur eine Kombination von Elektrofahrzeugen und Strom aus erneuerbaren Energiequellen würde in der Nutzungsphase zu einer Energiebilanz ganz ohne CO₂ und weitestgehend ohne Schadstoffausstoß führen.

Doch haben erneuerbare Energien in Deutschland schon heute einen so hohen Anteil am Strommix, um Elektroautos einen Klimavorteil im Vergleich mit einem modernen Verbrennungsmotor bescheinigen zu können? Und wie sieht die Bilanz aus, wenn man auch die beim Elektroauto energieintensivere Fahrzeugherstellung, unter anderem bedingt durch die Batterieproduktion, berücksichtigt?¹

Nachfolgende Bilanz hat das Ziel, konservativ zu rechnen, und zwar:

- unter Verwendung des deutschen Strommix, und nicht mit 100% Erneuerbaren;
- unter Einrechnung der Verluste zwischen Kraftwerk, Steckdose und Fahrzeugbatterie,
- unter Verwendung realer Energieverbräuche (Kraftstoffe bzw. Strom) wie sie in Alltagstests ermittelt werden², beim Elektroauto sogar mit einem noch darüberhinausgehenden Zuschlag von 15 Prozent, da auch Alltagstest manchmal nicht alle Temperaturbereiche abdecken³;
- unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge, also einschließlich der Produktion, dem Betrieb mit Strom bzw. bei den Vergleichsfahrzeugen mit Kraftstoffen und einschließlich der Entsorgung aller Fahrzeugkomponenten inklusive Batterie;

¹ Bei der Beantwortung dieser Fragen und der Erstellung der Analyse hat das Umweltbundesamt fachlich unterstützt.

² Grundlage sind dabei Verbrauchswerte für Kraftstoffe bzw. Strom aus dem ADAC EcoTest.

³ Diese Analyse rechnet mit zusätzlichen 15% Aufschlag da auch die schon ziemlich alltagsnahen Tests nur bei mittleren Temperaturen auf dem Prüfstand durchgeführt werden und daher Effekte durch den Betrieb der Fahrzeuge bei anderen Temperaturen (wie beispielsweise der Betrieb mancher Nebenverbraucher) nicht angemessen berücksichtigt werden können.

- unter Verzicht auf Gutschriften, die aus einer möglichen Zweitverwendung der Batterie („Second Life“) oder aus einem die Einspeisung von erneuerbaren Energien begünstigenden gesteuerten Laden zukünftig einmal resultieren könnten;
- unter der Annahme, dass auch Elektrofahrzeuge im Schnitt schon nach etwa zwölf Jahren verschlissen sind und außer Betrieb genommen werden, so wie dies auch für die Verbrenner angenommen wurde;
- nicht im Vergleich mit einem deutschen Durchschnittsfahrzeug, sondern mit aktuellen, besonders verbrauchsarmen Modellen mit Verbrennungsmotor, inklusive eines Hybrid- und eines Erdgasfahrzeugs;
- unter Anrechnung von zunehmenden Emissionsminderungen bei Benzin und Diesel, vor allem aufgrund der Beimischung von Biokraftstoffen, entsprechend der geltenden Vorgaben⁴.

Die Analyse der Klimabilanz eines Elektroautos, genauer gesagt der spezifischen klimarelevanten Emissionen pro Fahrzeugkilometer über dessen Lebensdauer⁵, zeigt, dass die Treibhausgasemissionen eines rein batterieelektrischen Fahrzeugs⁶ (kurz: Elektroauto) selbst unter Berücksichtigung des deutschen Strommix^{7,8} geringer ausfallen als bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor⁹, und das schon für ein heute gekauftes Fahrzeug.

⁴ Biokraftstoffanteile Benzin/Diesel nach UBA Texte 27/2016: Weiterentwicklung und vertiefte Analyse der Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen, April 2016. Biogasanteil konstant entsprechend CNG und LPG – Potenziale dieser Energieträger auf dem Weg zu einer nachhaltigeren Energieversorgung des Straßenverkehrs, MKS Kurzstudie, September 2013 (85% typischer CNG-Pfad 2012; 15% Biomethan (Biogas/Bioabfall)).

⁵ Durchschnittsalter Außerbetriebsetzung 12 Jahre, auf Basis von Daten des Kraftfahrtbundesamts.

⁶ Elektroauto: z.B. Hyundai IONIQ (88 kW; ADAC-Test-Verbrauch 14,7 kWh pro 100 km; Batteriekapazität 28 kWh; reale Reichweite ca. 170 km)

⁷ Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2016, Umweltbundesamt, Mai 2017; (2015: Nettostromverbrauch: 527 TWh, CO₂-Emissionen: 281 Mt, Emissionsfaktor: 580 bzw. 615 g CO₂/kWh unter Annahme eines Leitungsverlustes von 6 % im Verteilnetz).

⁸ Szenariorahmen Netzentwicklungsplan 2030, Bundesnetzagentur (Nettostromverbrauch: 547 TWh, CO₂-Emissionen: 165 Mt, Emissionsfaktor: 302 bzw. 320 g CO₂/kWh unter Annahme eines Leitungsverlustes von 6 % im Verteilnetz).

⁹ Benzin-Fahrzeug: z.B. VW Golf 1.0 TSI BlueMotion Comfortline (85 kW; ADAC-Test CO₂-Bilanz 141 g/km); Benzin-Hybrid-Fahrzeug: z.B. Toyota Prius 1.8 Hybrid Executive (90 kW; ADAC-Test CO₂-Bilanz 114 g/km); Erdgas-Fahrzeug: z.B. VW Golf 1.4 TGI BlueMotion Comfortline (81 kW; ADAC-Test CO₂-Bilanz 99 g/km); Diesel-Fahrzeug: z.B. Peugeot 308 BlueHDi 120 STOP&START Active (88 kW; ADAC-Test CO₂-Bilanz 85 g/km);

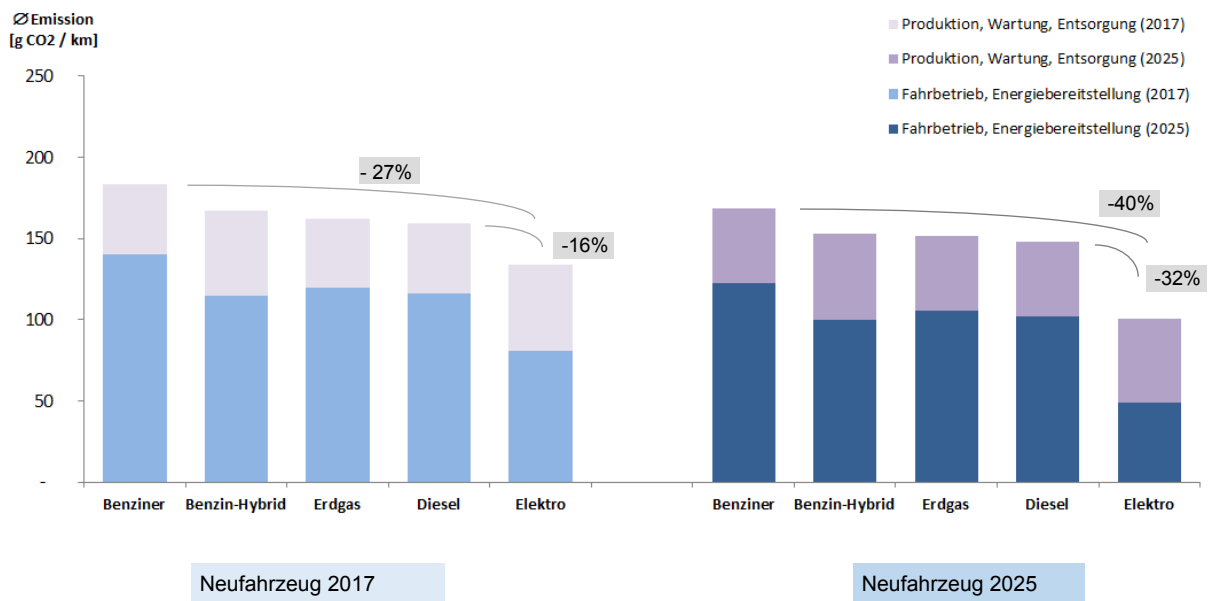


Abbildung 1: CO₂-Emissionen pro Fahrzeugkilometer über den gesamten Lebenszyklus, links für ein Fahrzeug, das 2017 neu zugelassen wird, rechts für eines, das 2025 neu auf die Straße kommt.

Ein heute auf die Straße kommendes Elektroauto stößt über seinen Lebensweg zwischen 16 und 27 Prozent weniger Klimagase aus, je nachdem mit welchem Verbrenner-Typ man vergleicht. Eines, das 2025 neu zugelassen wird, weist einen größeren Vorteil auf, vor allem wegen der Energiewende im Strombereich. Der Vorteil wächst auf 32 bis 40 Prozent, und das obwohl auch die Verbrenner-Typen bis dahin effizienter werden.

Zur Analyse der Umweltbelastungen werden neben dem Fahrzeugbetrieb selbst auch die Bereitstellung der Energie für den Fahrzeugbetrieb (Kraftstoffe bzw. Strom) und die Produktion sowie Wartung und Entsorgung der Fahrzeuge berücksichtigt¹⁰. Ebenso wurden alle weiteren vorgenannten, eher konservativen Randbedingungen der Berechnung zu Grunde gelegt.

¹⁰ Elektroauto2017 57 g CO₂e/km Elektroauto2025 54 g CO₂e/km (reale Reichweite ca. 170 km); Benzin/Erdgas/Diesel-Fahrzeug2017 43 g CO₂e/km Benzin/Erdgas/Diesel-Fahrzeug2025 46 g CO₂e/km (der Emissionsanstieg ggü. 2015 ist steigenden Effizienzanforderungen zuzuschreiben; nach UBA Texte 27/2016); Benzin-Hybrid- Fahrzeug2017/2025 53 g CO₂e/km.

Welche Rolle spielt die Energiewende bei der Bewertung des Elektroautos?

Während beim Benziner oder Diesel bereits beim Fahrzeugkauf im Wesentlichen feststeht, welche Treibhausgasemissionen anzurechnen sind, ist beim Elektroauto die Entwicklung im Stromsektor von großer Bedeutung. Wird der Strommix grüner, wird auch das Elektroauto sauberer. So wird ein heute gekauftes Elektroauto nicht über seine gesamte Nutzungsdauer mit dem Strommix des Jahres 2017 unterwegs sein, sondern in den kommenden Jahren die zu erwartende positive Entwicklung im Strombereich automatisch „mitmachen“ und von geringer werdenden spezifischen Klimagasemissionen pro Kilowattstunde profitieren.

Die Treibhausgasemissionen eines heute gekauften Elektroautos in den einzelnen Jahren hängen also sehr stark von der weiteren Entwicklung der Stromerzeugung in punkto Klimaverträglichkeit ab. Wie sich dies im Vergleich mit den anderen Fahrzeugtypen auswirkt, zeigt Abbildung 2.

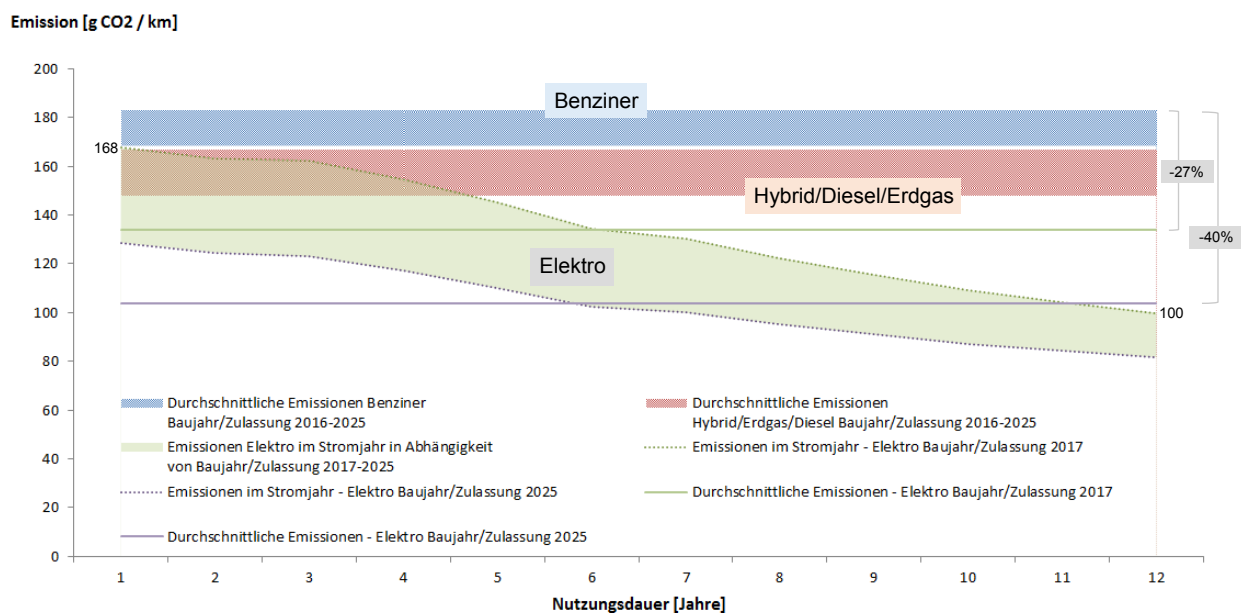


Abbildung 2 Nach Nutzungsjahr aufgeschlüsselte Emissionen der verschiedenen Vergleichsfahrzeuge, wieder pro Fahrzeugkilometer. Der Darstellung liegen ebenfalls alle oben genannten Annahmen zugrunde, das heißt die Bilanz berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeugs.

Lesehilfe: Der **grüne Balken** bildet das **Elektroauto** ab. Er zeigt die Emissionsentwicklung eines 2017 auf die Straße kommenden E-Autos (obere Grenze des Balkens, grün gepunktet) und eines, das 2025 auf die Straße kommt (untere Grenze des Balkens, lila gepunktet). Der **rote und blaue Balken** zeigen die **verbrennungsmotorischen Vergleichsfahrzeuge** (Benziner = blau, Hybrid/Erdgas/Diesel = rot), wobei die obere Grenze der Balken jeweils Neufahrzeuge aus dem Jahr 2017 darstellt und die untere Grenze Neufahrzeuge in 2025 (diese Fahrzeuge verbessern sich wie genannt also auch bis 2025).

Für den abschließenden Vergleich, wie ihn Abbildung 1 zieht, sind die durchgezogenen Linien maßgeblich. Sie zeigen den Mittelwert über die Gesamtlebensdauer des Elektroautos, in grün für 2017 und in lila für 2025. Die Abstände dieser beiden Linien zum roten bzw. blauen Balken der Verbrenner ergeben die Vergleichswerte, wie sie auch Abbildung 1 zeigt.

Ausgehend vom Jahr der ersten Zulassung zeigt sich beim Elektroauto eine deutliche Abnahme der spezifischen Treibhausgasemissionen bis zum zwölften Jahr, also dem Jahr, in

dem wir die Außerbetriebnahme annehmen.¹¹ Bei einem in 2017 neu zugelassenen Elektroauto sinkt der Wert von 168 g CO₂/km im ersten Jahr auf 100 g CO₂/km im letzten Jahr. Der Wert sinkt weiter, wenn man von einem Elektroauto ausgeht, das erst 2025 auf die Straße kommt. Um dieses Jahr herum wird voraussichtlich erstmals mehr als die Hälfte der deutschen Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen stammen.

Diese Entwicklung verdeutlicht der grüne Balken, der die Emissionen von Elektroautos, die innerhalb dieses Zeitraums auf die Straße kommen, wiedergibt. Demgegenüber zeigen Benziner, Diesel und Hybridfahrzeuge über ihre Nutzungsdauer nur geringe Verbesserungen beim CO₂-Ausstoß. Dies spiegelt der blaue bzw. der rote Balken wieder. Eine Verbesserung ergibt sich bei ihnen nur dadurch, dass wir annehmen, dass ein Neufahrzeug im Jahr 2025 grundsätzlich weniger Kraftstoff verbraucht als eines aus 2017. Auch kommt es zu leichten Verbesserungen, da die Beimischung von Biokraftstoffen berücksichtigt wird.⁴ Deswegen sind auch hier Balken dargestellt, deren untere Grenzen den (besseren) Wert für 2025 zeigen.

Über ein Fahrzeugleben hinweg liegen Elektroautos bei den CO₂-Emissionen unterhalb ihrer mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Pendanten. Dieser Klimavorteil wird mit jedem Jahr, in dem die Energiewende im Strombereich voranschreitet, größer.

¹¹ Diese Analyse berücksichtigt auch Annahmen hinsichtlich der Fahrleistungen über die Nutzungsdauer des Fahrzeugs: Hierbei wird eine abnehmende Jahresfahrleistung mit dem Fahrzeugalter berücksichtigt, entsprechend der im Alltag eines deutschen Durchschnitts-Pkw ermittelten Werte. Annahme nach: ifeu, Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoff-emissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMODO, Version 5.3) für die Emissionsberichtserstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011).