Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

# Wie klimafreundlich sind Elektroautos?

Elektrofahrzeuge sind so sauber wie der Strom, mit dem sie fahren. Zwar stößt der Elektromotor im Fahrzeugbetrieb weder $CO_2$ noch Schadstoffe aus – ein Elektroauto hat auch gar keinen Auspuff. Doch nur eine Kombination von Elektrofahrzeugen und Strom aus erneuerbaren Energiequellen würde zu einer Energiebilanz ganz ohne $CO_2$ aus fossilen Brennstoffen und ohne Schadstoffe führen.

Doch haben erneuerbare Energien schon heute so hohe Anteile 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? Manche entgegnen dem, dass derlei Fragen für die Bewertung der Klimabilanz gar nicht entscheidend seien, denn der europäische Emissionshandel (ETS) setze ohnehin eine absolute Grenze für den Treibhausgasausstoß, der eben auch der Fahrstrom unterliege.

Angesichts der verschiedenen möglichen Bewertungsansätze hat die nachfolgende Bilanz das Ziel, einmal ganz konservativ zu rechnen, und zwar:

- unter Verwendung des deutschen Strommix, und nicht mit 100% Erneuerbaren oder unter Berücksichtigung der $CO_2$-Obergrenzen des Emissionshandels;
- unter Einrechnung der Verluste zwischen Kraftwerk, Steckdose und Fahrzeugbatterie;
- unter Verwendung realer Energieverbräuche wie sie in Alltagstests auf der Straße ermittelt werden;
- unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge, also einschließlich Produktion, Betrieb und Entsorgung aller Fahrzeugkomponenten (inkl. Batterie);
- unter Verzicht auf etwaige Gutschriften, die aus einer Zweitverwendung der Batterie („Second Life“) oder aus einem die Einspeisung von erneuerbaren Energien begünstigenden gesteuerten Laden einmal resultieren könnten;
- nicht nur im Vergleich mit einem deutschen Durchschnittsfahrzeug sondern im Contest mit einem aktuellen Modell aus dem Autohaus und ebenso mit einer Variante, bei der der Verbrennungsmotor über besondere Spritspartechnologien verfügt;
- unter Anrechnung von zunehmenden Emissionsminderungen bei Benzin und Diesel, vor allem aufgrund der Beimischung von Biokraftstoffen, entsprechend der geltenden Vorgaben.

Die Analyse der Klimabilanz eines Elektroautos, genauer gesagt der spezifischen klimarelevanten Emissionen pro Fahrzeugkilometer über die Fahrzeuglebensdauer[1], zeigt, dass die Treibhausgasemissionen eines batterieelektrischen Fahrzeugs[2] (kurz: Elektroauto) selbst unter Berücksichtigung des deutschen Strommix[3,4] geringer ausfallen als bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren[5] (verbrennungsmotorisches Fahrzeug), und das schon heute (*siehe Abbildung 1)*.

---

[1] Durchschnittsalter Außerbetriebsetzung 12 Jahre - http://www.kba.de/DE/Presse/Presseportal/FZ_NUAL/fz16_bl_kfz_fahrzeugalter_inhalt.html

[2] Elektroauto: z.B. VW e-Golf (85 kW; ADAC-Test - Durchschnittsverbrauch 18,2 kWh, Batteriekapazität 24,2 kWh, Reichweite 145 km )

[3] Umweltbundesamt, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2013, ISSN 1862-4359, Juli 2014. (Nettostromverbrauch: 532 TWh, $CO_2$-Emissionen: 317 Mt, Emissionsfaktor: 595, bzw. 631 g $CO_2$/kWh unter Annahme eines Leitungsverlustes von 6 % im Verteilnetz)

[4] Szenariorahmen Netzentwicklungsplan 2025 - Genehmigung Szenariorahmen 2025 (Nettostromverbrauch : 543,6 TWh, $CO_2$-Emissionen: 187 Mt, Emissionsfaktor: 344 g bzw. 365 g $CO_2$/kWh unter Annahme eines Leitungsverlustes von 6 % im Verteilnetz);
http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Delta/Szenariorahmen/Szenariorahmen_2025_Genehmigung.html

[5] verbrennungsmotorisches Fahrzeug: z.B. VW Golf 1.6 TDI Comfortline (77 kW; ADAC-Test $CO_2$-Bilanz 143 g/km); verbrennungsmotorisches Fahrzeug mit Spritspartechnik: VW Golf 1.6 TDI BlueMotion Trendline (81 kW; ADAC-Test $CO_2$-Bilanz 120 g/km)

Zur Analyse der Umweltbelastungen werden neben dem Fahrzeugbetrieb selbst auch die Bereitstellung der Energie für den Fahrzeugbetrieb und die Produktion sowie Wartung und Entsorgung der Fahrzeuge berücksichtigt (Life Cycle Assessment - LCA-Aufschlag[6]). Ebenso wurden alle weiteren vorgenannten, eher konservativen Randbedingungen angesetzt.

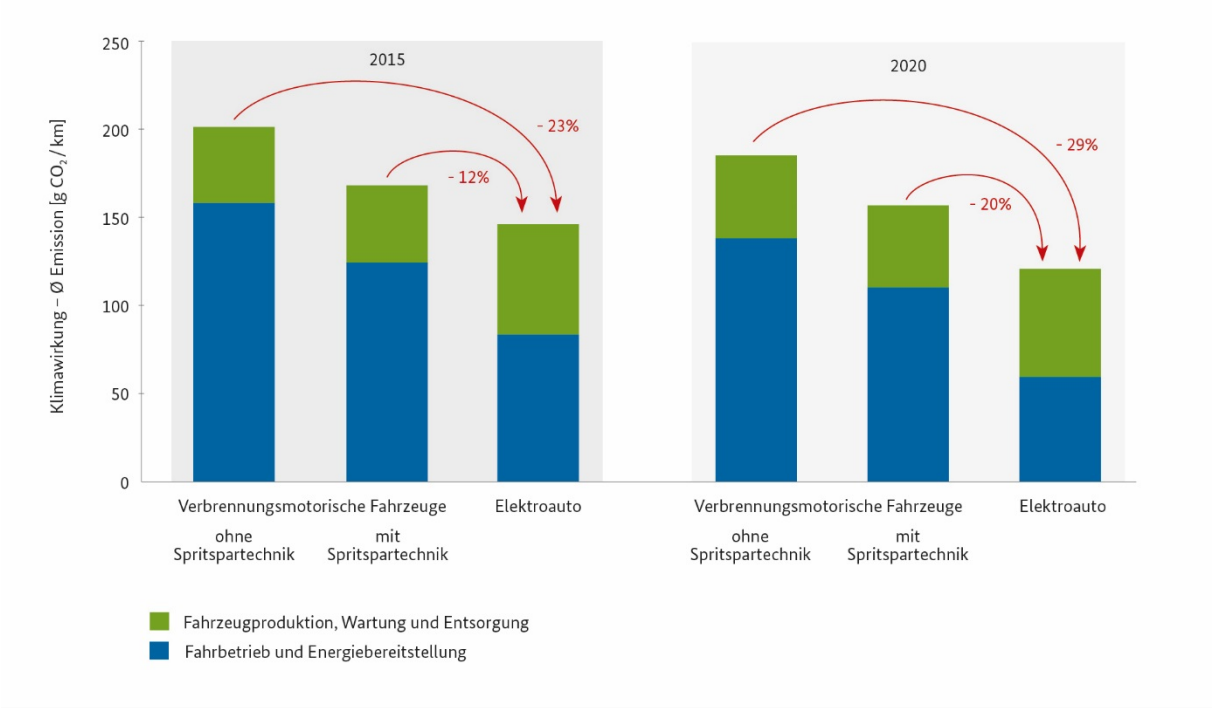



**Abbildung 1** $CO_2$-Emissionen pro Fahrzeugkilometer im Lebenszyklus der Fahrzeuge in Abhängigkeit der Fahrzeugtechnik und dem Jahr der Neuzulassung. Verglichen wird jeweils ein typisches Fahrzeug aus der Kompaktklasse.

Die durchschnittlichen Emissionen des Elektroautos liegen im Jahr 2015 zwischen 12-23% und im Jahr 2020 zwischen 20-29% unter denen des verbrennungsmotorischen Vergleichsfahrzeugs.

## 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 – und umgekehrt. So wird ein heute gekauftes Elektroauto nicht über seine gesamte Nutzungsdauer mit dem Strommix des Jahres 2015 unterwegs sein, sondern in den kommenden Jahren die Entwicklung auf dem Strommarkt automatisch „mitmachen". Die spezifischen Treibhausgasemissionen eines Elektroautos in den einzelnen Jahren, *siehe Abbildung 2 ,* hängen also sehr stark von der Entwicklung des inländischen Strommix, bzw. der Klimaverträglichkeit der Stromerzeugung ab. Ein Maß hierfür sind die direkten $CO_2$-Emissionen je Kilowattstunde Strom, welche auch als Emissionsfaktor[3,4] bezeichnet werden. Ausgehend von einem im Jahr 2015 neu zugelassenen Elektroauto zeigt sich über eine Fahrzeugnutzungsdauer von zwölf Jahren eine deutliche Abnahme der spezifischen Treibhausgasemissionen von 187 g $CO_2$/km in 2015 auf 112 g $CO_2$/km in 2026. Diese Analyse berücksichtigt auch Annahmen hinsichtlich der Fahrleistungen über die Nutzungsdauer des Fahrzeugs[7]: Hierbei wird eine abnehmende Jahresfahrleistung mit dem Fahrzeugalter berücksichtigt, entsprechend der im Alltag eines deutschen Durchschnitts-Pkw ermittelten Werte.

[6] Elektroauto$_{2015}$ 63 g $CO_2$/km Elektroauto$_{2020}$ 57 g $CO_2$/km (Reichweite ca. 150 km) ; verbrennungsmotorisches Fahrzeug$_{2015}$ 42 g $CO_2$/km verbrennungsmotorisches Fahrzeug $_{2020}$ 47 g $CO_2$/km (der Emissionsanstieg ggü. 2015 ist steigenden Effizienzanforderungen zuzuschreiben) UBA 2015

[7] ifeu, Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoff-emissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMOD, Version 5.3) für die Emissionsberichtserstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011)

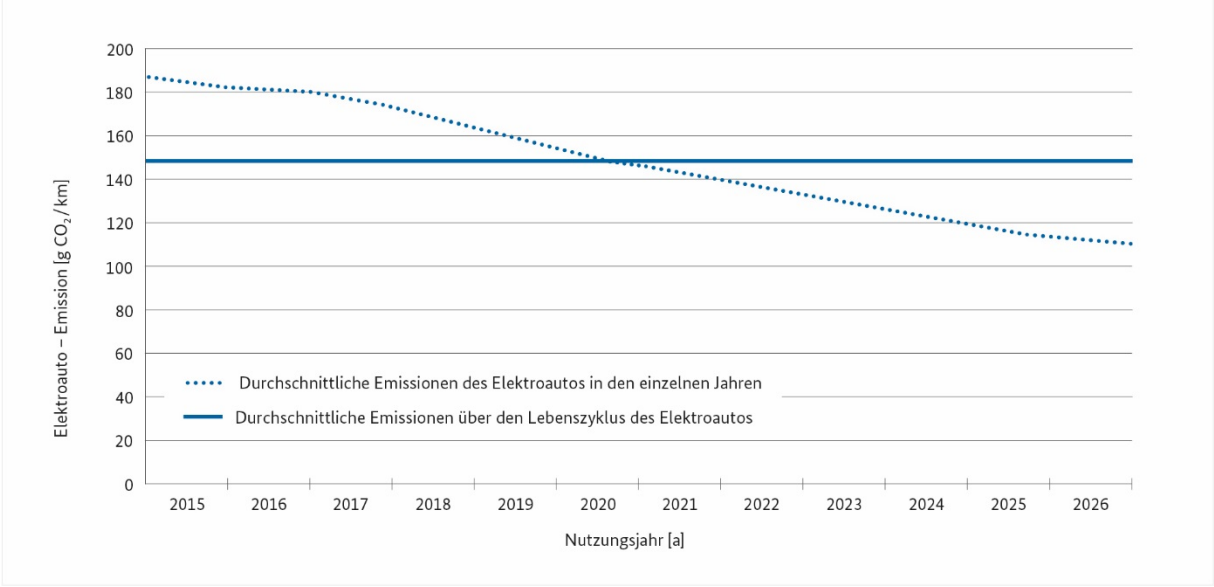



**Abbildung 2** Durchschnittliche Emissionen pro Fahrzeugkilometer eines Elektroautos, das 2015 auf die Straße kommt. Die durchgezogene blaue Linie zeigt den gemittelten Wert über eine Lebensdauer von 12 Jahren. Die gepunktete Linie zeigt die Emissionen in den Einzeljahren: Mit der Energiewende im Strombereich wird das Elektroauto im Laufe seiner Betriebsjahre immer sauberer. *Der Darstellung liegen ebenfalls alle oben genannten Annahmen zugrunde, das heißt die Bilanz berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeugs.*

Elektroautos sind so sauber wie der Strom, mit dem sie fahren. Es zeigt sich, dass E-Fahrzeuge selbst unter Berücksichtigung des derzeitigen deutschen Strommix klimafreundlicher sind als vergleichbare verbrennungsmotorische Fahrzeuge, auch solche mit Spritspartechniken. Die Klimavorteile werden mit jedem Jahr, in dem die Energiewende im Stromsektor voranschreitet, größer.