

10 Millionen Verbrenner werden durch E-Autos ersetzt. Was bringt das dem Klima?

Dr. Helmut Zell

19.5.2022

1	Wie viel CO2 verursachen die 48,5 Mio. Verbrenner?	1
2	Wie viel Strom brauchen 10 Millionen E-Autos?	2
3	CO2-Emissionen für den Strom von zehn Mio. E-Autos	3
4	Das E-Auto bringt keine Einsparung. Was ist zu tun?	4

Nach den Anfang 2022 vorgelegten Berichten des Weltklimarats (IPCC) müssten die jährlichen CO₂-Emissionen bis 2030 um rund die Hälfte reduziert werden, um die Erwärmung der Erde unter 1,5 Grad zu halten. Der Deutsche Bundestag hat die Zielvorgaben bezüglich der CO₂-Emissionen im geänderten Klimaschutzgesetz im Juni 2021 angehoben. Deutschland soll bis zum Ende des Jahrzehnts seinen Treibhausgas-Ausstoß insgesamt um 65 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 verringern. Für den Sektor Verkehr soll die zulässige Jahresemissionsmenge von 145 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent in 2021 auf 85 Mio. Tonnen in 2030 begrenzt werden. Wie kann die Elektromobilität dazu beitragen? Denn davon hängt ja ab, wie sinnvoll ihre staatliche Subventionierung ist. Ausgehend von den CO₂-Emissionen des Pkw-Verkehrs in 2020 untersuchen wir, wie sich die CO₂-Emissionen durch den Ersatz von 10 Mio. Verbrennern durch 10 Mio. E-Autos ändern würden.¹

Oder anders gefragt: Wenn zehn Millionen Verbrenner gegen eine gleiche Zahl an vergleichbaren E-Autos ausgetauscht würden – wäre das gut oder schlecht für das Klima?

1 Wie viel CO₂ verursachen die 48,5 Mio. Verbrenner?

Zum 1. Januar 2022 waren nach den Angaben des Kraftfahrtbundesamts in Deutschland 48,5 Millionen Pkw angemeldet.² Die Inländerfahrleistung dieser Pkw betrug im Jahr 2020 626.423 Mio. km.³ Jedes Fahrzeug legte dabei im Durchschnitt 12.915 Kilometer (626.423 Mio. / 48,5 Mio.) zurück.⁴

Im Jahr 2020 emittierte der Verkehrssektor 146 Millionen Tonnen Klimagase, das sind 20 Prozent der Emissionen Deutschlands, wobei diese im Sektor fast ausschließlich in Form von CO₂ entstehen.⁵ Für etwa 59 Prozent der Emissionen des Verkehrs in Deutschland sind Benzin- und Diesel-Pkw

¹ Dabei gehen wir davon aus, dass alle anderen Rahmenbedingungen gleichbleiben (ceteris paribus).

² https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand_node.html (geladen 4.4.2022)

³ https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/2020/verkehr_in_kilometern_kurzbericht_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=5, S. 1

⁴ https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/bmuVerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/vk_inlaenderfahrleistung_inhalt.html?nn=2351604, durchschnittliche Jahresfahrleistung in 2019 Pkws 13.602 Kilometer

⁵ BMU: klimaschutzbericht_2021_bf, S. 15

verantwortlich. Wenn ein Fahrzeug einen Liter Benzin verbraucht, stößt es etwa 2,37 Kilogramm CO₂ aus. Bei einem Dieselfahrzeug sind es 2,65 Kilogramm CO₂.⁶

2020 Pkw (inklusive Kombi)	gefahren Mio. km	Verbrauch Mio. Liter	CO ₂ -Emission pro Liter	Emissionen in Mio. t
- mit Benzin-Motor	307.779	23.820	2,37	56,45
- mit Diesel-Motor	260.667	18.304	2,65	48,50
gesamt	568.446			104,95

Eigene Berechnungen nach BMVI: Verkehr in Zahlen 2021/2022, S. 309

Die CO₂-Emissionen der Pkw belaufen sich auf rund 105 Millionen Tonnen. Da jedoch schon bei der Exploration, Gewinnung und Transport der Treibstoffe CO₂-Emissionen anfallen, muss man die bei diesem Weg (Well to Tank) entstehenden Emissionen mit einem Aufschlag von etwa 15 Prozent berücksichtigen.⁷ Somit erhalten wir für die Emissionen im Jahr 2020 einen Wert von (105 * 1,15) **120 Mio. Tonnen CO₂**. Auf jeden in 2020 gefahrenen Kilometer entstanden Emissionen von 0,192 kg CO₂ (120 Mrd. kg / 626.423 Mio. km). Bei 48,5 Mio. Pkw verursacht jeder Pkw im Durchschnitt eine Emission von 2.474 kg CO₂ (120 Mio. t / 48,5). Anders ausgedrückt: Jeder Verbrenner, der stillgelegt wird, führt zu Einsparungen in Höhe von rund 2,5 Tonnen CO₂. Sowohl bei der jährlichen Fahrleistung als auch bei der Zahl der Fahrzeuge dürften sich diese Werte auch in 2021 kaum wesentlich geändert haben. Wie viel CO₂ wird also eingespart, wenn 10 Mio. Benzin- und Dieselfahrzeuge stillgelegt werden? Das zeigt die einfache Rechnung (2.5 Tonnen * 10 Mio.): Durch deren Stilllegen entfallen CO₂-Emissionen in Höhe von rund **25 Mio. Tonnen CO₂**.

2 Wie viel Strom brauchen 10 Millionen E-Autos?

Doch wie hoch sind die Emissionen von 10 Mio. E-Autos? Während des Betriebs ist die Emission von E-Autos Null, jedoch benötigen sie Strom. Wie hoch ist der Strombedarf für 10 Millionen E-Autos?

Die meisten der heutigen E-Autos liegen mit ihrem Stromverbrauch zwischen 15 und 25 kWh/100 km. Für unsere Berechnungen nehmen wir einen Durchschnittsverbrauch von 20 kWh pro 100 km an. Für eine Fahrleistung von 13.000 km ergibt sich damit ein Jahresverbrauch von 2.600 kWh oder 2,6 MWh. Wenn 10 Millionen E-Autos ihren Strombedarf decken wollen, werden dazu **26 TWh pro Jahr** (2,6 MWh * 10 Mio.) benötigt.

In 2021 betrug die Nettostromerzeugung der öffentlichen Stromerzeugung 490,6 TWh⁸, wobei die Erneuerbaren Energien 224,56 TWh, Kernenergie 65,37 TWh und die aus fossilen Quellen 200,65 TWh beitrugen.⁹

⁶ Spezifischer Kraftstoffverbrauch in Liter je 100 Kilometer: Diesel 7,0; Benzin 7,8; Vgl.

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/verkehr/Tabellen/fahrleistungen-kraftstoffverbrauch.html>; <https://www.helmholtz.de/erde-und-umwelt/wie-viel-co2-steckt-in-einem-liter-benzin/>

⁷ In Deutschland wird der Well-to-Tank-Wirkungsgrad (WTT) bei Benzin mit ca. 82 Prozent, Diesel mit ca. 90 Prozent angesetzt. Studie von Frischknecht / Tuchschnid im Jahr 2008 gab für Benzin 1,29 und Diesel 1,22 als Primärenergiefaktoren an, also Benzin 77,5 Prozent und Diesel 82 Prozent. Vgl. Frischknecht, Rolf; Tuchschnid, Matthias: Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, Zürich 2008, <http://esu-services.ch/fileadmin/download/frischknecht-2008-Energiesysteme.pdf>

⁸ Quelle: Fraunhofer, ise: Stromerzeugung_2021. <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/news/2022/nettostromerzeugung-in-deutschland-2021-erneuerbare-energien-witterungsbedingt-schwaecher.html>

⁹ Quelle: Fraunhofer ise. https://energy-charts.info/charts/energy_pie/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&year=2021 / https://www.energy-charts.info/charts/energy_pie/chart.htm?l=de&c=DE&year=2020 (2021.02.09)

Nettostromerzeugung	Energie in 2020 (TWh)	Energie in 2021 (TWh)
Fossile Energie	180,65	200,65
Atomenergie	60,92	65,37
Erneuerbare Energien	247,43	224,56
Energie gesamt	489,00	490,63

In 2021 stieg der Anteil konventioneller Energiequellen von Kohle, Erdgas und Atomenergie an der Stromerzeugung gegenüber 2020 von 52,9 Prozent auf 57,6 Prozent, während der Anteil aus erneuerbaren Energien von 47,1 auf 42,4 Prozent sank. Solaranlagen in Deutschland produzieren rund 48 TWh, Windräder so ca. 114 TWh. Der klimaschädliche Strom aus Kohlekraftwerken verzeichnete den höchsten Anstieg und betrug damit 30 Prozent – nach 24,8 Prozent im Vorjahr. Kohlestrom in Deutschland stammt zu rund 60 Prozent aus der besonders klimaschädlichen Braunkohle.¹⁰

Wie sieht es nun bei den Emissionen in 2021 aus? Die CO₂-Emissionen der Stromwirtschaft in Deutschland sind 2021 um rund 13 Prozent auf **212 Mio. t CO₂** gestiegen. Diese umfassen die CO₂-Emissionen aller Stromerzeugungsanlagen in Deutschland einschließlich der Anlagen in der Industrie. Der Zuwachs an CO₂ ergab sich u. a. aus der gestiegenen Stromnachfrage in Verbindung mit einer gesunkenen Erzeugung aus Windenergie.¹¹

3 CO₂-Emissionen für den Strom von zehn Mio. E-Autos

Das E-Auto braucht Strom. Woher kommt der Strom für diese zusätzlichen Stromverbraucher? Wenn jemand sein E-Auto aus dem öffentlichen Netz lädt, wird die Strommenge aus Wind und Sonne nicht erhöht. Das Stromangebot von Windkraftanlagen und Fotovoltaik schwankt mit der Windbewegung und der Intensität der Sonneneinstrahlung an den jeweiligen Standorten. Angesichts fehlender Speichermöglichkeiten bedarf es regelbaren Energiequellen, um Stromangebot und Stromnachfrage zum Ausgleich zu bringen. Regelbar sind fossile Kraftwerke, auf die man zurückgreifen muss. Da Atomstrom als konventioneller Träger kaum CO₂ verursacht, soll er hier vernachlässigt werden. Somit müssen die CO₂-Emissionen der Stromerzeugung den fossilen Trägern zugerechnet werden. Jedes E-Auto, das heute neu in Betrieb genommen wird, muss notwendigerweise mit Strom fahren, der in einem Kohle- oder Gaskraftwerk erzeugt wird. Für 2021 errechnet sich der Emissionsfaktor für die Erzeugung aus fossiler Energie wie folgt:

$$\text{Spezifischer Emissionsfaktor} = \frac{\text{CO}_2\text{-Emissionen}}{\text{Strom aus fossilen Quellen}} = \frac{212 \text{ Mio. Tonnen CO}_2}{200,65 \text{ TWh}} = 1,047 \text{ kg/kWh}$$

Unter den in 2021 gegebenen Bedingungen wird ein E-Auto mit Strom von **1,047 kg CO₂/kWh** geladen. Wie werden nun die entsprechenden CO₂-Emissionen ermittelt? Das geschieht durch die Multiplikation der oben ermittelten Strommenge mit dem Emissionsfaktor (26 TWh * 1,047 CO₂/kWh). Um den Strom von 26 TWh für die zehn Mio. E-Autos herzustellen, entstehen Emissionen von 27,2 Mio. t CO₂, also rund **27 Mio. t CO₂**. Diese Emissionen sind höher als diejenigen, die wir für die (fiktiv) stillgelegten 10 Mio. Verbrenner errechnet haben. Diese betragen nur rund **25 Mio. t CO₂**. Durch den Austausch der Verbrenner durch E-Autos errechnen sich CO₂-Emissionen, die um rund 2 Mio. Tonnen CO₂ höher liegen. Das ist ein frappierendes Ergebnis, beruht doch die Hoffnung (nicht nur) der Bundesregierung auf eine Dekarbonisierung des Pkw-Verkehrs durch das E-Auto und dessen Förderung.

¹⁰ <https://www.spiegel.de/wirtschaft/kohle-loest-windkraft-als-wichtigste-stromquelle-deutschlands-ab-a-69dad9aa-3eae-46c9-a991-f7a56fbb176c>

¹¹ https://www.bdew.de/media/documents/Jahresbericht_2021_korrigiert_19Jan2022.pdf, S. 41

4 Das E-Auto bringt keine Einsparung. Was ist zu tun?

Das Ergebnis ist eindeutig: Das E-Auto führt unter den gegenwärtigen Bedingungen der deutschen Stromerzeugung zu keiner CO₂-Reduktion. Sollten 10 Mio. Verbrenner durch E-Autos ausgetauscht werden, würden die jährlichen CO₂-Emissionen nicht gesenkt, sondern sogar um rund 2 Mio. Tonnen CO₂ erhöht werden. Für die E-Autos steht klimaneutraler Strom aus Erneuerbaren Energien nicht in ausreichender Menge zur Verfügung. Deshalb wird der Ladestrom für E-Autos die Auslastung fossiler Kraftwerke (vor allem Kohle) erhöhen, und dies voraussichtlich für die nächsten ein bis zwei Jahrzehnte. Durch den Atomausstieg in 2022 und den zu erwartenden Zusatzbedarf für die E-Autos wird die Stromversorgung schwieriger werden.

Die staatliche Förderung der Elektromobilität ist so lange unsinnig, wie für den Betrieb der E-Autos kein klimaneutraler Strom zur Verfügung steht. Noch absurder ist es, riesige Elektro-SUVs mit ihrem enormen Stromverbrauch in gleicher Höhe zu fördern wie energieeffiziente Kleinwagen. So entpuppt sich die staatliche Förderung der E-Mobilität als Absatzförderung für die Automobilhersteller, nicht aber als wirksame Maßnahme für den Klimaschutz. Während in Deutschland die Kaufprämien für E-Autos bis Ende 2025 verlängert und erhöht wurden,¹² laufen in China die Kauf-Subventionen für Elektroautos Ende 2022 komplett aus. Man sollte diese Form der Steuerverschwendung in Deutschland beenden und freiwerdende Mittel für Maßnahmen einsetzen, die tatsächlich eine Verringerung der Emissionen bewirken, wie z.B. für den Ausbau der Erneuerbaren Energien.

¹² https://www.bdew.de/media/documents/Jahresbericht_2021_korrigiert_19Jan2022.pdf, S. 43