

Stellungnahme

**Prof. Dr. Martin Wietschel, Fraunhofer-Institut für System- und
Innovationsforschung, Karlsruhe**

Karlsruhe, den 23. April 2019

Ausgangsfragestellung:

Warum kommt die aktuelle Studie vom ifo-Institut (ifo 2019) zu einer abweichenden, negativen Bewertung der Klimabilanz von Elektrofahrzeugen gegenüber konventionellen Diesel-Pkw und steht damit im Widerspruch zu einer Reihe von anderen aktuellen Studien (Fraunhofer ISI 2019, ifeu 2019, ICCT 2018, FfE 2019, UBA 2018)?

Kurzfasit:

Die ifo-Studie trifft an den entscheidenden Stellen Annahmen, die zu einer ungünstigen Klimabilanz für Elektrofahrzeuge führen und diese Annahmen werden von den anderen Studien so i.d.R. nicht geteilt. Die relevantesten davon sind:

- Im Falle des unterstellten Elektrofahrzeugs wird ein nicht repräsentatives Mittelklassefahrzeug mit sehr hoher Batteriekapazität gewählt.
- Ein sehr wahrscheinliches Absinken der Treibhausgasemissionen aus der Stromproduktion in den nächsten Jahren wird nicht in die Bilanz einbezogen.
- Anstelle von Realverbräuchen werden Normverbräuche bei Pkw unterstellt.
- Es erfolgt keine Berücksichtigung der Tatsache, dass Elektrofahrzeugnutzer heute zu knapp 50 % eine PV-Anlage besitzen, überproportional häufig kombiniert mit Speichern, und/oder einen Ökostromvertrag haben.

Ausführliche Darstellung

1. Batterie des Elektrofahrzeuges

1a) Wahl der Batteriegröße

Die unterstellte Batteriegröße des Elektrofahrzeugs hat wegen den Treibhausgasemissionen (THG) in der Herstellung einen entscheidenden Anteil an der Klimabilanz.

Die durchschnittliche Batteriegröße von in Deutschland im Jahre 2018 verkauften Elektrofahrzeugen im Segment Mittelklassefahrzeuge betrug 30 kWh (Fraunhofer ISI 2019). In dieser Größenordnung liegt auch die gewählte Batteriekapazität der weiteren aktuellen Studien, die zu einer besseren Klimabilanz von Elektrofahrzeugen kommen als die ifo-Studie (ifeu 2019, ICCT 2018, FfE 2019).

Zur Ifo-Studie hierzu: Sie unterstellt bei einem Mittelklassefahrzeug eine Batteriekapazität von 75 kWh Batteriegröße. Sie überschätzt damit die Klimabilanz in der Herstellung um 60 % gegenüber einem heutigen repräsentativen (durchschnittlichen) Elektrofahrzeug der Mittelklasse. Korrigiert man die ifo-Zahlen um diesen Effekt, dann liegt das Mittelklassefahrzeug bei sonst gleichen Annahmen der ifo-Berechnung mit den ThG-Emissionen des deutschen Strommixes in allen Fällen unter denen des Dieselfahrzeuges (siehe Tabelle 1).

Generell: ifo (2019) vergleicht nur zwei Fahrzeuge miteinander, verallgemeinert aber in den Schlussfolgerungen, sodass man den Eindruck gewinnen kann, dass es sich um eine repräsentative Analyse handelt. Dies ist kritisch zu hinterfragen. Zum Beispiel weisen Oberklassefahrzeuge oder Kleinfahrzeuge eine deutlich andere Klimabilanz auf als Mittelklassefahrzeuge (siehe Fraunhofer ISI 2019 oder FfE 2019). Wie oben erwähnt, wählt die ifo-Studie auch nicht ein repräsentatives Mittelklassefahrzeug aus.

1b) THG bei der Batterieproduktion

Neben der Batteriegröße sind die bei der Herstellung anfallenden THG-Emissionen pro Batteriekapazität (kWh) entscheidend. Aktuelle Studien weisen hier eine große Spannweite von ca. 60 bis 210 gCO_{2eq}/kWh aus (siehe Quellenaufarbeitung in ifeu 2019, Fraunhofer ISI 2019, FfE 2019 oder ICCT 2019). In Abhängigkeit der unterstellten gCO_{2eq}/kWh bei der Batterieherstellung weist die gesamte Klimabilanz von Elektrofahrzeugen somit eine große Spannweite aus.

Zur Ifo-Studie hierzu: Sie unterstellen für ihre Berechnungen eine Spannweite von 145 bis 195 gCO_{2eq}/kWh und liegen damit im mittleren bis hohen Bereich und kommen entsprechend auf eine recht hohe Treibhausgasbilanz bei der Batterieherstellung. Die Effekte dieser Annahme findet man in Tabelle 1 dargestellt.

Weiterhin zeigt sich hier die Problematik der Wahl eines konkreten Elektrofahrzeuges. Nach Selbstaussagen von Tesla werden bei der sogenannten Gigafabrik zur Batterieherstellung in den USA die Fahrzeugbatterien dort mit 100 % erneuerbarem Strom hergestellt (sichtbar sind die großen, neuen PV-Anlagen bei der Gigafabrik) (Tesla 2019). Da die eigentliche Batterieproduktion für ca. für 30 bis 50 % der THG-Emissionen der gesamten Batterieherstellung verantwortlich ist (siehe Quellenaufarbeitung in Fraunhofer ISI 2019 oder FfE 2019), reduzieren sich die vom ifo unterstellten 145 bis 195 gCO_{2eq}/kWh bei der Batterieproduktion entsprechend, wenn man davon ausgeht, dass die Aussagen von Tesla stimmen und die Batterie aus der Gigafabrik in den USA kommt. Dies hat einen großen Einfluss auf die Gesamtklimabilanz von Elektrofahrzeugen und würde die Aussagen der ifo-Studie am konkret gewählten Berechnungsbeispiel deutlich ändern.

1 c) Batterielebensdauer

ifo (2019) unterstellt für den Diesel-Pkw eine Lebensdauer von 300 tkm und für Elektrofahrzeuge von 150 tkm. Die Unsicherheit bei Batteriefahrzeugen über die Lebensdauer ist heute noch recht hoch, allerdings garantieren Hersteller heute eine vergleichbare Lebensdauer von Elektrofahrzeugen wie bei konventionellen Fahrzeugen und bisherige praktische Erfahrungen weisen auf eine hohe Lebensdauer der Batterie hin. Weiterhin kann die Fahrzeugbatterie einer Zweitnutzung für stationäre Anwendungen überführt werden. Die positiven Auswirkungen auf die Klimabilanz einer Zweitnutzung von Elektrofahrzeugen sind in ICCT (2019) ausgewiesen. Die Annahme von 150 tkm Lebensdauer einer Fahrzeugbatterie von ifo (2019) stellt somit eine eher pessimistische Annahme für Elektrofahrzeuge dar.

2. Festlegung der Treibhausgasemissionen der Stromerzeugung

Neben der Batterie ist der zweite große Einflussfaktor auf die Klimabilanz die unterstellten THG-Emissionen bei der Stromerzeugung für den Fahrstrom von Elektrofahrzeugen. Viele der aktuellen Studien zur Klimabilanz von Elektrofahrzeugen unterstellen hier, dass diese wie in der Vergangenheit weiter sinken werden, wie von den relevanten Studien zur Entwicklung des Stromsektors auch durchgängig bestätigt wird. Die THG-Emissionen des Endenergieverbrauchs bei Strom liegen 2018 je nach Quelle zwischen 530 und 550 gCO_{2eq}/kWh und sinken je nach Studie auf ca. 300 bis 450 gCO_{2eq}/kWh ab bis 2030. 2030 wird wegen der durchschnittlichen Lebensdauer eines Pkws gewählt, der in 2018 gekauft wird.

Zur Ifo-Studie hierzu: Die ifo-Studie berechnet für die CO_{2eq} der Stromerzeugung in 2018 einen Wert von 550 gCO_{2eq}/kWh. Dieser wird konstant gehalten. Dies ist zulässig, wenn man ausschließlich die Bilanz für das Jahr 2018 zieht, jedoch nicht über die gesamte

Nutzungsdauer eines Pkws. In diesem Fall ist es sinnvoll, die Reduktion der THG-Emissionen des Strommixes über die Nutzungsdauer des Fahrzeugs zu betrachten, wie es viele andere Studien wie Fraunhofer ISI 2019, ICCT 2019 oder ifeu 2019 tun. Die berechneten Effekte sind in Tabelle 1 dargestellt.

Auch die ifo-Studie führt aus, dass nach ihren Annahmen die Änderungen des Strommixes in Deutschland zu einer Absenkung der CO₂-Emissionen der Stromerzeugung in den kommenden Jahren führen wird. Die Studienautoren nehmen dies allerdings nur in ihrer Argumentation zur Bewertung von Wasserstofffahrzeugen und synthetischen Methanfahrzeugen an, aber nicht für Elektrofahrzeuge.

Anmerkung: Der ADAC (ADAC 2018) nimmt veraltete Werte für die CO_{2eq}-Emissionen aus der Stromerzeugung an und hält sie ebenfalls für die Zukunft konstant, sodass auch er zu einer teilweise besseren Klimabilanz von Dieselfahrzeugen bei Oberklassefahrzeugen kommt.

3. Festlegung des Pkw-Energieverbrauchs

Der Energieverbrauch von konventionellen Pkw und Elektrofahrzeug hat ebenfalls einen bedeutsamen Einfluss auf eine vergleichende Klimabilanz. Die meisten aktuellen Studien unterstellen dabei den Realverbrauch von Fahrzeugen (Fraunhofer ISI 2019, ifeu 2019, ICCT 2019, FfE 2019, UBA 2018). Für diese liegt es eine Reihe von verlässlichen Verbrauchsmessungen vor.

Zur Ifo-Studie hierzu: Hier wird nicht der Realverbrauch unterstellt, sondern der NEFZ-Verbrauch (Normverbrauch) herangezogen. Stand des Wissens ist, dass der NEFZ die realen Verbräuche bei konventionellen Pkw im Durchschnitt um 35 bis 40 % unterschätzt¹. Auch bei Elektrofahrzeugen werden die Werte zum Teil deutlich unterschätzt. Da der Energieverbrauch und die CO_{2eq}-Emissionen beim Betrieb eines konventionellen Fahrzeuges deutlich über denen eines Elektrofahrzeuges (bei Strommix) liegen, fällt die vergleichende Klimabilanz bei unterstellten Normverbräuchen deutlich besser für den Diesel-Pkw aus. Um realistische Ergebnisse zu erzielen, sollte deshalb immer auf Realverbräuche gegangen werden. Der Effekt zwischen Berechnungen mit Normverbräuchen und Realverbräuchen auf die Klimabilanz ist in Tabelle 1 dargelegt.

¹ Für das in der ifo-Studie unterstellte Diesel-Fahrzeug liegen die Realverbräuche sogar um 48% über den NEFZ-Werten (nach Spritmonitor).

4. PV-Anteil und Ökostrom

Erhebungen haben gezeigt, dass knapp 50 % der heutigen Elektrofahrzeugnutzer in Deutschland eine PV-Anlage besitzen und davon 28 % einen stationären Speicher haben (Fraunhofer ISI 2019). Weiterhin haben Elektrofahrzeugnutzer überdurchschnittlich häufig einen Ökostromvertrag (Timpe et al. 2017). Wenn auch der reale, zusätzliche Klimaeffekt beider Maßnahmen nur mit gewissen Unsicherheiten zu bestimmen ist, so zeigt dies zumindest, dass die Annahme eines durchschnittlichen Strommixes bei der Berechnung der Klimabilanz eine eher pessimistische Sicht auf die Klimabilanz von heutigen Elektrofahrzeugen darstellt.

Viele der aktuellen Studien (Fraunhofer ISI 2019, ifeu 2019, FfE 2019) rechnen deshalb auch ein alternatives Szenario aus erneuerbarem Strom für den Fahrstrom von Elektrofahrzeugen. Dies führt zu einer sehr guten Klimabilanz von Elektrofahrzeugen (siehe Tabelle 1).

5. Vergleich mit Gasfahrzeugen

Zur folgenden Aussage der ifo-Studie: „An den Gasmotor, der ja nur einen CO₂-Ausstoß von 99 Gramm pro Kilometer hat, kommt der Elektromotor beim heutigen Energiemix der Bundesrepublik nicht im Entferntesten heran.“ Nimmt man anstelle der Normverbräuche auch hier wieder Realverbräuche, so liegt das unterstellte Gasfahrzeug bei tatsächlichen 136 g/km. Wie die Übersicht in Tabelle 1 zeigt, liegt ein repräsentatives Elektrofahrzeug der Mittelklasse bezüglich der THG-Emissionen in allen Fällen darunter.

6. Jährliche Fahrleistung von Elektrofahrzeugen

Zur folgenden Aussage der ifo-Studie: „Es bleibt bei dieser fiktiven Bilanz allerdings offen, ob die verkauften E-Autos nennenswert zur Transportleistung beitragen oder ob sie als Zweitwagen nur geringfügig genutzt werden.“ Es gibt zwei umfangreiche empirische Erhebungen, die belegen, dass heute in Deutschland Elektrofahrzeuge im Privatbesitz auf die gleiche jährliche Reichweite kommen wie privatgenutzte konventionelle Pkw (siehe Plötz et al. 2017 und Frenzel et al. 2015).

	Mittelklasse- fahrzeug Diesel	Mittelklasse- fahrzeug Batterieelektrisch		
		Optimistische Annahme CO ₂ eq- Belastung Batterie- herstellung (100 gCO ₂ eq/kWh Batteriekapazität)	Mittlere Annahme CO ₂ eq-Belastung Batterie- herstellung (145 gCO ₂ eq/kWh Batteriekapazität)	Pessimistische Annahme CO ₂ eq- Belastung Batterie- herstellung (195 gCO ₂ eq/kWh Batteriekapazität)
ifo Studie-Original (Strommix)	141		156	181
Zusätzliches Szenario Batterieproduktion	141	133		
ifo-Studie korrigiert durchschnittliche Batteriegröße 30 kWh anstelle 75 kWh	141	103	112	122
ifo-Studie korrigiert durchschnittliche Batteriegröße plus Studiennahmen zur Entwicklung des Strommixes bis 2030 (auf 350 gCO ₂ eq/kWh für Stromproduktion linear absinkend)	141	88	97	107
ifo-Studie korrigiert durchschnittliche Batteriegröße plus Studiennahmen zur Entwicklung des Strommixes bis 2030 plus Realverbräuche Pkw (plus 40%) anstelle von Normverbräuchen	194	115	124	134
ifo-Studie korrigiert durchschnittliche Batteriegröße plus ein Erneuerbares Stromszenario (50 gCO ₂ eq/kWh Stromproduktion) plus Realverbräuche Pkw anstelle von Normverbräuchen	194	31	40	50

Tabelle 1: Vergleich der Klimabilanz von Diesel-Pkw mit Elektrofahrzeugen (Mittelklassefahrzeug) auf Gramm CO₂eq pro Kilometer bei unterschiedlichen Annahmen

Quellen

Zur Klimabilanz von Elektrofahrzeugen versus konventionelle Pkw

FfE (2019): Klimabilanz von Elektrofahrzeugen – Ein Plädoyer für mehr Sachlichkeit. Regett, A.; Mauch, W.; Wagner, U. Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) e.V.: München.

Fraunhofer ISI (2019): Die aktuelle Treibhausgasemissionsbilanz von Elektrofahrzeugen in Deutschland. Wietschel, M.; Kühnbach, M.; Rüdiger, D. Working Paper Sustainability and Innovation, No. S 02/2019, Fraunhofer ISI.

ICCT (2018): Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions. Briefing. ICCT.

ifeu (2019): Klimabilanz von Elektroautos – Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial. Helms, H.; Kämper, C.; Biemann, K.; Lambrecht, U.; Jöhrens, J. Studie im Auftrag von AGORA Verkehrswende.

ifo (2019): Kohlemotoren, Windmotoren und Dieselmotoren: Was zeigt die CO₂-Bilanz? Buchal, Ch.; Karl, H.D.; Sinn, H.W. ifo Schnelldienst 8 / 2019 72. Jahrgang 25. April 2019.

UBA (2018): Wie umweltfreundlich sind Elektroautos? Eine ganzheitliche Bilanz. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). BMU: Berlin.

Weitere

ADAC (2018): Elektro, Gas, Benzin, Diesel & Hybrid: Die Ökobilanz unserer Autos. Online verfügbar unter <https://www.adac.de/der-adac/motorwelt/reportagen-berichte/auto-innovation/studie-oekobilanz-pkw-antriebe-2018/>, zuletzt geprüft am 05.02.2019.

Frenzel, I. et al. (2015). Erstnutzer von Elektrofahrzeugen in Deutschland. Nutzerprofile, Anschaffung, Fahrzeugnutzung, DLR-Forschungsbericht, Ergebnisbericht der Nutzerbefragung von Elektrofahrzeugen in Deutschland. Köln: DLR.

Plötz, P., Funke, S. Á., Jochem, P. (2017): Empirical Fuel Consumption and CO₂ Emissions of Plug-In Hybrid Electric Vehicles. Journal of Industrial Ecology, Online First. <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12623>

Tesla (2019): Tesla Gigafactory. Online verfügbar unter https://www.tesla.com/de_DE/gigafactory, zuletzt geprüft am 05.02.2019.

Timpe, C.; Bracker, J.; Hacker, F.; Haller, M.; Kasten, P.; Schierhorn, P. P.; Martensen, N. (2017): Handlungsbedarf- und Optionen zu Sicherstellung des Klimavorteils der Elektromobilität. Studie im Auftrag des BMU. Durchgeführt vom Öko-Institut und Energynautics. Öko-Institut: Freiburg.