

Stellungnahme zum Policy Brief *Elektromobilität und Klimaschutz: Die große Fehlkalkulation*

Martin Wietschel

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Karlsruhe, den 22. Juni 2020

Im Policy Brief *Elektromobilität und Klimaschutz: Die große Fehlkalkulation* (Autor Prof. U. Schmidt, Herausgeber Institut für Weltwirtschaft (IfW), im Folgenden als IfW-Studie bezeichnet) wird argumentiert, dass bisherige Studien (wie auch die explizit genannte Studie des Fraunhofer ISI¹⁾) den erhöhten Strombedarf durch den Ausbau der Elektromobilität unberücksichtigt ließen. Es wird weiterhin argumentiert, dass, wenn man diesen umsetzt, Elektroautos zu 73 Prozent höheren Treibhausgasemissionen führen als moderne Diesel-Pkw. Es sei umweltschonender, erneuerbare Energien zur Reduzierung der Verstromung von Kohle zu nutzen, als damit Elektroautos zu betanken.

In der folgenden Stellungnahme wird auf die IfW-Studie eingegangen.

1. Der in der IfW-Studie geforderte Ausstieg aus der Kohleverstromung, wenn es keine CO₂-Abscheidung und Speicherung gibt, ist aus Klimagesichtspunkten unstrittig. Die dort implizit aufgestellte Forderung, zuerst die Kohleverstromung vollständig durch erneuerbare Stromproduktion zu substituieren (dies müsste bis 2038 gelten, dem Zeitpunkt des beschlossenen Kohleausstiegs in Deutschland²⁾), bevor in die Elektromobilität investiert werden sollte, berücksichtigt allerdings nicht, dass es bei der Klimapolitik kein Entweder-Oder gibt. Alle relevanten Maßnahmen müssen zeitgleich umgesetzt werden, ansonsten werden die gesetzten Politikziele zur Treibhausgasminderung deutlich verfehlt (der Umstieg auf alternative Antriebe im Pkw-Sektor benötigt mehrere Dekaden an Zeit). Dies wird durch eine Reihe an Studien zur Erreichung der bestehenden Klimaschutzziele bestätigt³⁾.
Generell ist die geforderte Substitution von Kohlestrom durch erneuerbaren Strom ein Totschlagargument für viele in der Klimapolitik als sinnvoll erachtete Maßnahmen, beispielsweise der Wärmepumpe oder dem grünen Wasserstoff.
2. Die Berechnungen der IfW-Studie sind bezüglich der Berechnungen von den ca. 300 g CO₂/km für ein Elektrofahrzeug bei Verwendung von Kohlestrom nur bedingt nachvollziehbar. Prüft man die Originalquellen und rechnet die 300 g CO₂/km nach, so kommt man zu dem Ergebnis, dass ausschließlich Braunkohlekraftwerke mit zudem für diesen Kraftwerkstyp sehr hohen CO₂-Wert angesetzt werden, die einen deutlich höheren CO₂-Wert haben im Vergleich zu Steinkohlekraftwerken⁴⁾. Korrekterweise müsste in der IfW-Studie deshalb immer von einer Braunkohlesubstitution gesprochen werden. Aber gerade Braunkohlekraftwerke haben technische und wirtschaftliche Charakteristika, sodass diese kaum durch den vermehrten Einsatz von fluktuierenden Erneuerbaren ersetzt werden können⁴⁾.

3. Die IfW-Studie vernachlässigt somit relevante energiewirtschaftliche und energietechnische Zusammenhänge, indem sie darstellt, dass erneuerbarer Strom eins-zu-eins (Braun-)Kohle substituieren kann und soll⁴). Nach dem anerkannten Wissensstand substituiert ein erhöhter Einsatz von erneuerbarem Strom im Stromsystem überwiegend einen Mix aus Gas- und Steinkohlekraftwerken⁵). Dadurch wird der in der IfW-Studie dargestellte CO_{2äq}-Einspareffekt der (Braun-)Kohlesubstitution durch Erneuerbare erheblich überschätzt (um ca. den Faktor 2).
4. Die Studie stellt bezüglich der Minderung der CO_{2äq}-Emissionen aus der Kohle einen rein monokausalen Zusammenhang her (einzig abhängig von der Verfügbarkeit erneuerbaren Stroms). Tatsächlich ist die Geschwindigkeit des Ausstieg aus der Kohleverstromung von vielen Faktoren abhängig (Versorgungssicherheit, regionaler Strukturwandel, Erhalt von Arbeitsplätzen etc.)⁶).
Da mit dem beschlossenen Kohleausstiegsgesetz der Fahrplan für den Ausstieg aus der Kohle in Deutschland fest vorgeschrieben ist, sind die Überlegungen des IfW-Instituts, dass eine vermehrte Stromproduktion für die Substitution von Kohlestrom eingesetzt werden sollte und nicht für die Elektromobilität, nur ein eher theoretisches Gedankenspiel ohne praktische Relevanz. Es sei denn die Politik ändert noch einmal den beschlossenen Fahrplan zum Kohleausstieg.
5. Die gewählte Vergleichsmethode zwischen konventionellen und elektrischen Pkw erscheint in sich nicht konsistent. Bei Elektrofahrzeugen werden die Emissionen aus (Braun-)Kohlekraftwerken, das heißt aus der Technologie mit den höchsten Emissionen, herangezogen (im Folgenden als Grenzemissionen bezeichnet), während bei konventionellen Pkw die Durchschnittsemissionen berechnet werden. Würde man analog die Grenzemissionen der Ölproduktion für konventionelle Pkw (determiniert durch Ölsande und Öl aus Fracking) wählen, dann wären die CO_{2äq}-Emissionen für konventionelle Pkw weitaus höher als in der IfW-Studie angegeben⁷).
6. Elektrofahrzeuge können gesteuert beladen werden. Sie tragen hierdurch zu einer besseren Systemintegration der Erneuerbaren bei und sorgen dafür, dass weniger erneuerbarer Strom abgeregelt werden muss⁸). Weiterhin haben überproportional viele Elektrofahrzeugnutzerinnen und -nutzer eine heimische Photovoltaikanlage⁹). Auch aus diesen beiden Argumenten heraus kann die in der IfW-Studie aufgestellte These, dass für eine Klimabilanzbewertung der Elektromobilität zu 100 Prozent (Braun-) Kohlestrom anzusetzen ist, kritisch hinterfragt werden.
7. Der prinzipielle Ansatz, durch einen Vergleich mit der Kohlestromsubstitution die Elektromobilität klimabilanzmäßig zu bewerten, ist nicht neu und wurde schon in einer früheren Studie vorgenommen und publiziert¹⁰). Allerdings hat sich dies in der Wissenschaft aufgrund der inhaltlichen und methodischen Kritikpunkte an einem solchen Vorgehen bisher nicht durchgesetzt.
8. In der IfW-Studie wird gesagt, dass nach Schätzung der EU-Kommission der Anteil fossiler Energieträger am Strommix auch im Jahr 2050 noch bei rund 40 Prozent liegen wird und Elektromobilität deshalb auch in der Zukunft kaum sinnvoll wäre. Allerdings beruht diese Aussage auf einer Fehlinterpretation des zitierten Szenarios¹¹). Dieses bezieht nämlich nur politische Maßnahmen und Politikziele der EU bis 2020 ein. Dieses Szenario soll nur das Handlungsdefizit der EU aufzeigen bezüglich dem, was mit heute bestehenden Maßnahmen langfristig an Minderung von Treibhausgasen erreicht werden kann und den EU-

Zielen bei der Klimapolitik. Die EU hat sich selbst das Ziel gesetzt, die Treibhausgase um 80 Prozent zu reduzieren und verhandelt aktuell sogar die Treibhausgasneutralität unter dem Green Deal bis 2050. Aktuelle EU-Szenarien gehen deshalb von fast null Treibhausgasemissionen aus dem europäischen Kraftwerkspark in 2050 aus.

Weiterhin konnte der in der IfW-Studie angegebene Wert des Anteils fossiler Energieträger am Strommix (40 Prozent) nicht in der Originalquelle gefunden werden¹¹⁾ – dort wurde nur ein Wert von ca. 23 Prozent identifiziert.

9. In der IfW-Studie wird mit Verweis auf die Originalquelle¹²⁾ ein Wert von ca. 173 Gramm CO₂ für ein heutiges Dieselfahrzeug angegeben. Eine Überprüfung der Originalquelle zeigt jedoch, dass dort sogar ein Wert von 180 bis 195 g CO₂ für einen heutigen Diesel angenommen wird. Für Elektrofahrzeuge werden in der IfW-Studie 300 g CO₂ für ein Elektrofahrzeug mit Kohlestrom angegeben, allerdings mit Bezug auf eine andere Quelle¹³⁾. In dieser Quelle findet sich auch ein Wert für Dieselfahrzeuge: ca. 215 g CO₂ pro km. Da unterschiedliche Studien i.d.R. unterschiedliche methodische Vorgehensweisen und Bilanzraumabgrenzungen vornehmen, empfiehlt es sich, bei einem derartigen Vergleich aus Konsistenzgründen bei einer Quelle zu bleiben.
10. In der IfW-Studie wird richtigerweise auf den erhöhten Stromverbrauch durch Elektrofahrzeuge verwiesen. In der deutschen Energiepolitik sind die Treibhausgas-Minderungsziele absolut formuliert und die erneuerbare Stromproduktion ein relatives Ziel an der Stromproduktionsmenge⁷⁾. Eine Zielerreichung vorausgesetzt wird daher eine erhöhte Stromnachfrage durch Elektromobilität unter sonst gleichen Annahmen zu einem erhöhten Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion führen und die Treibhausgasemissionen nicht erhöhen.
11. In der folgenden Tabelle sind die Originalwerte des Vergleichs der IfW-Studie angegeben. Weiterhin werden folgende Korrekturen vorgenommen und das Ergebnis ausgewiesen:
 - Wahl des wissenschaftlichen anerkannten Substitutionsfaktors von erneuerbarem Strom im deutschen Energiesystem.
 - Bewertung von Dieselfahrzeugen mit Grenzmission, um vergleichbar zu sein mit der Bewertung von Elektrofahrzeugen, die in der IfW-Studie ebenfalls mit Grenzmissionen bewertet wurden.
 - Korrektur der Werte für ein modernes Dieselfahrzeug (gleiche Quellenwahl).

Aufgrund der Angabe von Bandbreiten (unter anderem Unsicherheiten, Spannweiten in Quellen) ergibt sich bei den korrigierten Werten eine Bandbreite. Allerdings zeigen die korrigierten Werte keine deutlichen Mehremissionen für Elektrofahrzeuge, sondern umgekehrt in allen Fällen eine durchaus signifikante Treibhausgasreduzierung.

Tabelle 1: Vergleich der Klimabilanz eines Diesel-Pkw mit einem Elektro-Pkw heute in Deutschland – einmal Originalwerte der IfW-Studie und einmal mit korrigierten Werten

	Diesel Pkw (g CO₂ pro km)	Elektro-Pkw (g CO₂ pro km)	%uale Differenz Elektro-Pkw zu Diesel Pkw
IfW-Studie original	174	300	+72%
IfW-Studie korrigiert	240 bis 315	170 bis 210	-20% bis -46%

12. Zum Abschluss ist darauf hinzuweisen, dass es beim Thema Elektromobilität durchaus noch eine Reihe an Herausforderungen, auch ökologischer Art, zu lösen gibt. Für eine umfangreiche Diskussion hierzu wird verwiesen auf: Thielmann, A, Wietschel, M. et al. (2020): Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Antworten auf die wichtigsten Fragen zur Elektromobilität. Internetdownload:
<https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2020/Faktencheck-Batterien-fuer-E-Autos.pdf>

Anmerkungen und Quellen

- 1) Die Quellenangabe der Fraunhofer ISI-Studie: Wietschel, M., Kühnbach, M. und Rüdiger, D. (2019): Die aktuelle Treibhausgasemissionsbilanz von Elektrofahrzeugen in Deutschland. Fraunhofer ISI Working Paper Sustainability and Innovation No. S 02/2019. Karlsruhe. Die zweite in der IfW-Studie kritisierte Studie: Agora Verkehrswende (2019). Klimabilanz von Elektroautos. Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial. Internetdownload: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Klimabilanz_von_Elektroautos/Agora-Verkehrswende_22_Klimabilanz-von-Elektroautos_WEB.pdf
- 2) Siehe das kürzlich beschlossene Kohleausstiegsgesetz, Internetdownload <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/kohleausstiegsgesetz-1716678>.
- 3) Siehe z. B. BDI (2018): Klimapfade für Deutschland. Studie im Auftrag des BDI durchgeführt von BCG und Prognos. BCG: Berlin; Öko-Institut, Fraunhofer ISI (2015): Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU). Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/oekodoc/2451/2015-608-de.pdf>.
- 4) Die IfW-Studie gibt 300 g CO_{2äq}-Emissionen pro km für Elektrofahrzeuge an. Schaut man sich die zitierte Originalquelle an, dann lassen sich hier mit einigen realitätsnahen Annahmen 1200 g CO_{2äq}-Emissionen pro kWh Stromproduktion aus dem Kraftwerkspark errechnen. Dies sind hohe Werte, die nur mit Braunkohlekraftwerken erreicht werden (Steinkohlekraftwerke und andere liegen signifikant darunter). Braunkohlekraftwerke stoßen mit 850 bis 1200 g CO₂ pro kWh aus und Steinkohlekraftwerke ca. 750 bis 1100 g CO₂ pro kWh (Quelle: H. Wagner, M. Koch, J. Burkhardt, T. Große Böckmann, N. Feck, and P. Kruse (2007). Daraus ergeben sich aber Emissionen im Bereich von 113 bis 180 g CO₂/km. Nimmt man die Fahrzeugherstellung hinzu, die in der zitierten EU-Graphik mit ca. 60 g CO₂/km über den Lebenszyklus angenommen werden, ist man bei einem Kohlemix eher im Bereich von 173 bis 240 g CO₂ und damit deutlich unterhalb 300 g CO₂/km.

Aus einer rein technischen Sichtweise wird man Braunkohlekraftwerke nur in seltenen Fällen schnell herunter- oder hochfahren, wenn mehr erneuerbarer Strom aus fluktuierenden Quellen eingespeist wird. Bestehende Braunkohlekraftwerke müssen mit einer bestimmten Minimallast gefahren werden (ca. 60 %), weisen relativ hohe Wirkungsgradverluste bei Teillast auf, haben einen vergleichsweise schlechten Lastgradienten (dieser gibt die Geschwindigkeit der Leistungsab- oder -zunahme über die Zeit an) und haben lange Anfahrzeiten (siehe zu diesen Angaben Wietschel, M.; Ullrich, S.; Markewitz, P.; Schulte, F. (Hrsg.) (2015): Energietechnologien der Zukunft - Erzeugung, Speicherung, Effizienz und Netze. Wiesbaden: Springer Fachmedien GmbH.

- 5) Siehe Klobasa, M.; Sensfuss, F. (2016): CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien in den Jahren 2012 und 2013 – Europaweite Modellierung der Substitutionsbeziehungen unter Berücksichtigung des deutschen Stromaußenhandels. Sachverständigengutachten für das Umweltbundesamt (UBA). Durchgeführt vom Fraunhofer ISI. UBA: Dessau. Memmler, M.; Lauf, Th.; Schneider, S. (2018): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2017. Umweltbundesamt (UBA): Dessau.
- 6) Siehe hierzu die umfangreichen Diskussionen in der Kohlekommission (2019): Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ – Abschlußbericht, Internetdownload: https://www.handelsblatt.com/downloads/23912864/3/190126_abschlussbericht_kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung_beschluss.pdf.
- 7) Öl ist ein Weltmarktprodukt und die relevanten Ölquellen mit der schlechtesten Treibhausgasbilanz sind die sogenannten Ölsande oder die Ölproduktion aus Fracking. Heute schon haben diese sogenannten unkonventionellen Quellen einen Anteil an der Weltmarktproduktion, der aufgrund der hohen Vorkommen bei gleichzeitiger Abnahme der konventionellen Ölproduktion künftig den relevanten Prognosen nach weiter steigen wird. Bei den Ölsanden ist der Energieverbrauch ca. achtfach höher als bei der konventionellen Öl-/Gasförderung. Hierbei gehen etwa 15 % der Energie aufgrund der aufwendigeren Produktionsverfahren verloren. Pro Barrel Öl werden zwischen 80,8 und 122 Kilogramm CO₂ freigesetzt. Dieser Wert ist drei- bis fünfmal so hoch wie bei der konventionellen Ölförderung. Damit umfassen die CO₂-Emissionen pro Liter an der Tankstelle nicht 10 bis 20 Gramm, sondern 60 bis 100 Gramm, was die Treibhausgasbilanz der konventionellen Pkw deutlich verschlechtert. Bei der Schieferölproduktion in den USA werden zusätzlich große Mengen an Erdgas in die Atmosphäre ausgestoßen. Methan (CH₄) als Hauptbestandteil des Erdgases hat pro Menge einen deutlich höheren Treibhauseffekt als CO₂. Übersetzt auf die Angaben der IfW-Studie heißt dies, dass die dort angegebenen 173 Gramm CO₂ für Dieselfahrzeuge hochkorrigiert werden müssten auf 233 bis 273 Gramm CO₂. Zu Quellenangaben siehe Wietschel, M., Kühnbach, M. und Rüdiger, D. (2019). Die aktuelle Treibhausgasemissionsbilanz von Elektrofahrzeugen in Deutschland. Fraunhofer ISI Working Paper Sustainability and Innovation No. S 02/2019.
- 8) Siehe hierzu z. B. Dallinger, D.; Schmid, J. (Hrsg.) (2012): Plug-in electric vehicles integrating fluctuating renewable electricity. Dissertation. Veröffentlicht in der Buchserie Erneuerbare Energien und Energieeffizienz, Band 20. Universität Kassel.
- 9) Siehe Wietschel, M., M. Kühnbach und D. Rüdiger (2019). Die aktuelle Treibhausgasemissionsbilanz von Elektrofahrzeugen in Deutschland. Fraunhofer ISI Working Paper Sustainability and Innovation No. S 02/2019. Karlsruhe.

In der IfW-Studie wird bezüglich der Photovoltaik (PV)-Anlagen argumentiert, dass der erzeugte Strom vorrangig ins Netz eingespeist werden sollte, um Kohlestrom zu substituieren. Hierbei wird allerdings der Aspekt vernachlässigt, dass die Besitzerinnen und Besitzer ihr Elektrofahrzeug PV-Anlagen (mit zunehmender Anzahl an stationären Speichern) anschaffen, um damit gezielt ihr Elektrofahrzeug zu laden und ihre eigene Klimabilanz so zu verbessern.

- ¹⁰⁾ Siehe Stahl, M. (2019): Warum das Elektroauto ein Feind der Energiewende ist. In Manager Magazin vom 18.01.2019. Online verfügbar unter <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/elektroauto-co2-bilanz-insgesamt-verschlechtert-sich-a-1246276.html>, zuletzt geprüft am 05.02.2019.
- ¹¹⁾ Siehe zum Szenario und dessen Beschreibung EU (2018). The EU Reference Scenario 2016: Energy, transport and GHG emissions –Trends to 2050. Internetdownload: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20160713%20draft_publication_REF2016_v13.pdf
- ¹²⁾ Siehe Joanneum Research (2019): Geschätzte Treibhausgasemissionen und Primärenergieverbrauch in der Lebenszyklusanalyse von Pkw-basierten Verkehrssystemen. Internetdownload: <https://www.adac.de/-/media/pdf/tet/lca-tool---joanneum-research.pdf?la=de-de&hash=F06DD4E9DF0845BC95BA22BCA76C4206>
- ¹³⁾ Siehe Europäisches Parlament (2019). CO₂-Emissionen von Autos: Zahlen und Fakten. Internetdownload: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissionen-von-autos-zahlen-und-fakten-infografik>.
- ¹⁴⁾ Siehe Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2016): Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Internetdownload: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf