

Über „widerlegte“ Studien... (1. Teil)

Liebe Leserinnen und Leser,

haben Sie bei „google“ auch schon einmal den Suchbegriff „Widerlegte Studien“ o.ä. eingegeben“. Falls nein, probieren Sie es einfach einmal aus.. Man erhält in weniger als 0,5 s „Treffer in Millionenhöhe“!

Bedeutet dies jetzt, dass Wissenschaft nur noch aus Irrtümern und Fehlern besteht? Kann man nachvollziehbare Uneinigkeit innerhalb der Wissenschaft mit fehlender Verlässlichkeit in wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse gleichsetzen?

Wissenschaftliche Ergebnisse und Aussagen stehen tagtäglich auf dem Prüfstand. Wissenschaftlicher Fortschritt lebt davon, dass Annahmen und Behauptungen überprüfbar und widerlegbar sind.



Bild 1: Wissenschaftliche Streitkultur im Laufe der Zeit. Bildnachweis: **Links oben:** Theologische Disputation, Gemälde von K. Dinckmut 1488, Bibliothèque municipale de Colmar. **Rechts oben:** e-engine (2020). **Links unten:** Doktor Watson (alias C. Engels) und die „Wahrheit“ über Elektroautos, (Engels, 2020). **Rechts unten:** Wissenschaftliche Disputation um 1500 (Universitätsarchiv Freiburg UAF A0105/8141, fol.39r)

Ein wichtiges Merkmal wissenschaftlicher Hypothesen ist genau dieses Prinzip der Falsifizierbarkeit, die auf den Begründer des kritischen Rationalismus *Karl Popper* (1902-1994) zurückgeht. Gäbe es diese Skepsis, die kritische Überprüfung und das Hinterfragen von

wissenschaftlichen Annahmen und Resultaten nicht, wären wir ja beim Glaubenssatz, dem Dogma angelangt und könnten die Forschung zu gewissen Themen gänzlich einstellen.

Die Methoden und Prozesse, mit denen aktuell wissenschaftliche Annahmen und Studien widerlegt werden, haben sich im Laufe der Jahrhunderte jedoch sichtbar gewandelt, Bild 1. Heute bevorzugen vielfach Vertreter der Medien eher den teilweise reisserisch gestalteten „Gegenbeweis“ in Interportalen und rühmen sich gar der „Entlarvung“ der „Tricks und Täuschungen“ von Wissenschaftlern. Blogger und Influencer „entkräften“ die Aussagen von Experten und erklären ihren Zuschauern/Zuhörern den Unterschied zwischen vertrauenswürdigen und „völlig veralteteten“ Daten sowie brauchbaren und „längst widerlegten“ Studien.

Was aber zeichnet seriöse, verlässliche Quellen und Belege wirklich aus? Sind Kritiken angemessen, zitierwürdig und wie werden sie aufgenommen? Besitzen die „Widerleger“ überhaupt die Qualifikation, die Eignung wissenschaftlicher Methoden und Korrektheit von Daten richtig einzuordnen? Diese und weitere Fragen sind Thema meines vorliegenden Aufsatzes und der geplanten Fortsetzungen. Wie sich schon aus Bild 1 erahnen lässt, werden zur Diskussion verschiedenste Aussagen und Datenmaterialien aus dem Bereich der Elektromobilität herangezogen.

Ist die „Schwedenstudie“ wirklich widerlegt?

Bei der nach ihrer Veröffentlichung 2017 von vielen Medien als „Schwedenstudie“ betitelten Untersuchung handelt es sich um eine Meta-Studie des teilstaatlichen, schwedischen Umweltforschungsinstituts IVL (Swedish Environmental Research Institute) zur CO₂-Emission bei der Batterie-Herstellung für BEV. Finanziert wurde diese Forschungsarbeit von der schwedischen Energie-Agentur und der schwedischen Transport Behörde. **Die wohl am häufigsten zitierten Erkenntnisse aus dieser Studie waren eine CO₂e-Emission für die Produktion von Batterien in Höhe von 150 bis 200 kg je kWh.**

Wie ich bereits in einer früheren Abhandlung (Gärtner, 2020a) aufgezeigt hatte, lagen - zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der „Schweden-Studie“ - die zuvor genannten Werte durchaus im Rahmen der aus weiteren wissenschaftlichen Quellen bekannten Werte. Die große mediale Aufregung entstand erst durch den Bericht eines Journalisten namens *J. Kristensson*, der im schwedischen Technik-Journal *NyTeknik* (Kristensson, 2017) exemplarisch die Zahl 17,5 Tonnen CO₂ für die Batterieproduktion eines Tesla S mit 100 kWh Batterie prägte, (Anm. des Verf: $(150+200)/2 \times 100 \text{ kg CO}_2\text{e}$). *Kristensson* nannte auch zeitgleich für die wesentlich kleinere 30 kWh Batterie des den Nissan Leaf den Wert von 5,3 Tonnen CO₂ (Anm. d. Verf.: $30 \text{ kWh} \times 175 \text{ kg/kWh} = 5,3 \text{ t CO}_2\text{e}$). **Ein einprägsamer und zugleich höchst willkommener Wert für Medien, Politiker und Stammtisch-Experten war geschaffen: 17,5 Tonnen CO₂ entstehen allein bei der Herstellung der Batterie eines BEV !?** Die Randbedingungen von 100 kWh (die max. Batteriekapazität des Tesla S!) wie auch das parallele Beispiel für den Nissan Leaf waren in der öffentlichen Empörung wohl ganz schnell vergessen. **Ebenso der Fakt, dass die plakative Zahl von „17,5 Tonnen CO₂“ in der originären „Schweden-Studie“ ja gar nicht auftaucht.**

Ohne Rücksicht auf die historischen Fakten verbreiteten ab etwa Mitte 2019 eine Vielzahl von Medien die Geschichte von der „**widerlegten Schwedenstudie**“, so bspw. auch der Chefredakteur und Geschäftsführer des Blogs „Volksverpetzer“ – *T. Laschyk*, siehe Bild 2. Die interessierte Leserschaft blieb in seinen Ausführungen zwar im Unklaren, „wer, wann und wie“ diese Studie „weitestgehend widerlegt hatte“, erfuhr aber die wichtige „Tatsache“, das die Grundlage der Schwedenstudie „ältere Studien“ waren.

NICHT DIE ERSTE WIDERLEGTE STUDIE

Die fehlerhafte Ifo-Studie begeht ähnliche Fehler wie die so genannte „Schweden-Studie“ des Umweltforschungsinstituts IVL, welche heute weitestgehend als widerlegt gilt. Die Studie legt nahe, dass die Akkus von Elektroautos das Klima mit 17,5 Tonnen CO₂ belasten. Dabei berufen sie sich jedoch auf ältere Studien.

Bild 2: Aufklärung zur „Schweden-Studie“ im „Volksverpetzer“, dem „Anti-Fake-News-Blog“, durch Chefredakteur Thomas Laschyk (Laschyk, 2019)

Die Charakterisierung „veraltete Studien“ oder „veraltete Daten“ gehört zu den Lieblingsargumenten von „Studien-Widerlegern“. Sie wird übrigens auch sehr gern auf die Autoren von Studien angewendet. So mokierte sich bspw. Auke Hoekstra von der TU Eindhoven/NL im April 2019 auf twitter: „Yet another set of cranky retired profesors makes waves ‚proving‘ that Diesel is better than EV for the climate“.

Die „Schwedenstudie“ von Rorare & Dahllöf aus dem Jahr 2017 war vom Typus eine Metastudie, also eine rückblickende Untersuchung, die die Resultate früherer Untersuchungen zusammenfasst, eine gewisse Vergleichbarkeit herstellt und die Resultate kritisch würdigt. **Die jüngsten der verwendeten „älteren Studien“ waren übrigens erst ein Jahr zuvor 2016 erschienen!**

Auch fast drei Jahre nach ihrem Erscheinen wird die „Schwedenstudie“ in der medialen Berichterstattung immer noch gerne **FALSCH** zitiert. M. Dietholm, Volontär bei EFAHRER.com, schrieb gar noch im April letzten Jahres: „**Die „Schweden-Studie“ gilt heute als widerlegt, wie das Handelsblatt schreibt. Sie legte nahe, dass der Akku eines Elektroautos das Klima mit 17,5 % Tonnen CO₂ belastet. Die schwedischen Forscher kamen auf ihre Zahl, in dem sie ihrerseits mehrere ältere Studien auswerteten**“, (Dietholm, 2020).

Selbst Ende November 2020 ging der „**YouTube-Wissenschaftler**“ **Doktor Watson (alias C. Engels, Absolvent der Filmschule Köln)** in einem Video zur „Wahrheit über Elektorautos“ noch auf die nach seinen Worten „berühmt-berüchtigte“ Schweden-Studie“ ein. Die Zuschauerschaft erfuhr zwar tatsächlich einen Teil der Wahrheit über die Entstehung der „17,5 Tonnen“, wurde aber wenig später theatralisch aufgeklärt, das die ganze Studie doch „**falsch und veraltet**“ sei (Doktor Watson, 2020).

Zuweilen nahm die mediale Berichterstattung zur „Schwedenstudie“ gar groteske Züge an. So schilderte der Journalist *Don Dahlmann* im April 2019 die „unglückliche“ Historie der „Schwedenstudie“ aus seiner Sicht: „*Es gibt eine lange Geschichte zur unglücklichen Schweden-Studie. Diese hat ein Problem bei der Berechnung der CO₂-Werte bei der Batterieproduktion. ...*“ *„Die „Schweden-Studie“ ist eine Metastudie, sie fasst mehrere Studien zusammen. Diese Studien geben wiederum unterschiedliche Werte an. Pro Kilowattstunde (kWh) liegen die Werte zwischen 70 und 200 Kilogramm emittiertem CO₂. Die Schweden haben dann einen Mittelwert genommen (140 kg). Einige Journalisten haben aber den Höchstwert genommen, auf eine 100 kWh Batterie eines Tesla umgerechnet und kamen so auf die 17 Tonnen CO₂, die auch von der Ifo-Studie ausgerechnet wird. Nur stimmen die 17 Tonnen CO₂ hinten und vorne nicht. ...*“ *„Man bedient sich der falschen Zahlen aus der Schweden-Studie und weist an keiner Stelle darauf hin, dass die Studie mehrfach kritisiert und widerlegt wurde.“ ...*“ **Selbst die mit falschen Zahlen agierende Schweden-Studie gibt an, dass ein Tesla S ab einer bestimmten Laufleistung besser ist, als ein Diesel.**“

Nicht nur, dass *Dahlmann* einige Zahlen und auch Sachverhalte völlig falsch wiedergab, auch der letzte, zitierte Satz entsprang wohl gänzlich seiner Phantasie. In der Studie des IVL wurden weder Fahrzeuge genannt noch Laufleistungen berechnet.

Ähnliche Phantasiegebilde und Desinformation findet man bspw. auch auf der Homepage eines Vereins aus Heidenheim – Solar Mobil Heidenheim e.V. Zwei Mitglieder des Vorstands (Rössel & Müller, 2019) führen dort aus: „**Diese Originalstudie selber kommt zu der Erkenntnis, dass die zugrundeliegenden Zahlen unsicher und damals schon veraltet waren. Die Ergebnisse dieser Studie wurden schon verschiedentlich widerlegt und die CO₂-Werte (kg CO₂ je kWh Energiegehalt) als zu hoch angesetzt nachgewiesen.**“ Wo diese „Selbsterkenntnis“ der Studienautoren in der Originalstudie stehen soll, bleibt wohl ebenso „Vereinsgeheimnis“ wie die Behauptung, dass die Werte zu hoch angesetzt und widerlegt wurden.

Interessant fand ich auch eine Darstellung von *J. Becker* vor 2 Jahren in der Süddeutschen Zeitung (Becker, 2019): „**Besonders eine Studie des Umweltinstituts IVL Swedish Environmental Research Institute hatte 2017 Schlagzeilen gemacht. Die Meta-Studie, die 14 ältere Studien ausgewertet hatte, zeigte scheinbar, dass Elektroautos wegen der sehr aufwendigen Produktion der Batterien so gut wie keinen ökologischen Vorteil gegenüber konventionellen Fahrzeugen hätten.**“ Auch hier taucht zum wiederholten Mal das abwertende Adjektiv „älter“ auf sowie ein angebliches Resultat der Studie, das man dort aber gar nicht findet. Wie *J. Becker* übrigens auf die Zahl „14“ kommt, blieb mir auch nach mehrmaliger Durchsicht des Quellenverzeichnisses der Studie schleierhaft.



Bild 3: „In vielen Medien kamen aber weder diese Feinheiten an, noch las jemand die Originalquelle – oder rechnete selbst. Aus einem Beispiel wurde ein (falscher) Fakt, und der verbreitete sich schnell rund um den Globus.“, so edison-Autor P. Vollmer im Januar 2019

Auf der anderen Seite gab es aber auch Stimmen in den Medien, die sich an dem „Kreuzzug der Studien-Widerleger“ nicht beteiligten. Insbesondere lesenswert ist hier ein Bericht von *P. Vollmer*, Bild 3, im Internetportal edison vom Januar 2019: „Vorweg: Die Zahl ist falsch. Aber einprägsam.“...“Auch bei einschlägigen Fake-News-Portalen und in den Sozialen Medien nutzen sie Elektroauto-Gegner gerne als Argument. Dabei taucht sie in der Schweden-Studie von *Mia Romare* und *Lisbeth Dahllöf* gar nicht auf.“

Auch die ARD stellte in einer Beantwortung von Zuschauerfragen (ARD, 2019) auf die WDR-Sendung „Kann das e-Auto die Umwelt retten?“ richtig: **„Die IVL-Studie ist längst widerlegt. Das stimmt so nicht. Die Klimabilanz von Elektroautos hängt stark vom Strommix im Herstellungsland ab. Die Batteriezellen, die die deutschen Hersteller für ihre Elektroautos verwenden, stammen aktuell größtenteils aus China. Und dort dominiert Kohlestrom. Daher stimmen die vom IVL-Institut errechneten Werte von 150-200 kg CO₂ pro kWh.“**...“ Was in der Vergangenheit zu Recht angegriffen wurde: Die Berichterstattung vermischte oft die originären Ergebnisse der Studie mit den eigenen Berechnungen eines schwedischen Journalisten.“...“ **Diese Berechnung wurde in folgenden Artikeln oft der Studie zugeschrieben, was faktisch falsch ist.“**

Wie wurde die „Schwedenstudie“ eigentlich seitens der Wissenschaft eingeordnet?

Zur Beantwortung dieser Frage zitiere ich zunächst aus einer Studie des Fraunhofer ISI, Karlsruhe, von Prof. Wietschel et al. aus dem Jahr 2019 (Wietschel et al., 2019, Seite 7) mit dem Titel „Die aktuelle Treibhausgasemissionsbilanz von Elektrofahrzeugen in Deutschland“ :

„In Schrader (2017) werden die Angaben aus verschiedenen Quellen bezüglich der CO₂-Äquivalente pro Kilowattstunde Speicherkapazität der Batterie mit 110 bis 200 Kg angegeben. Dies deckt sich auch mit anderen Studien (siehe die Angabe von 150 bis 200 kg CO₂-eq/kWh in der Metastudie von Romare et al. (2017)). In einer aktuellen Studie (Regett et al. 2019), die sich sehr ausführlich mit der THG-Bilanzierung von Fahrzeugbatterien auseinandersetzt, werden Werte von 62 bis 212 kg CO₂-eq/kWh angegeben. Beim ICCT (2018) variieren die Werte auf Basis einer aktuellen Literaturlauswertung von 30 bis 494 kg CO₂-eq/kWh, wobei die meisten Studien Werte von 100 bis 200 kg CO₂-eq/kWh ausweisen.“

Die „Schwedenstudie“ von Romare et al. aus dem Jahr 2017 wird also von den Wissenschaftlern des Fraunhofer Forschungsinstituts ISI nicht nur nicht widerlegt, sondern 2 Jahre nach ihrem Erscheinen gar zur Wertung und Absicherung der eigenen Annahmen herangezogen.

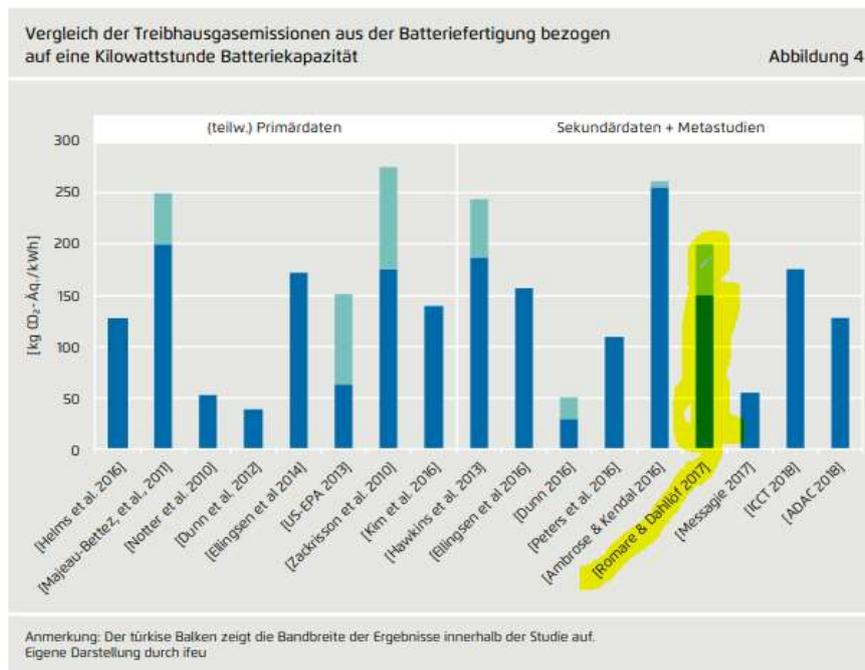


Bild 4: Die Resultate der „Schwedenstudie“ in einem Vergleich des IFEU, (Meyer et al., 2019)

Auch die 2019 vom Heidelberger Institut für Energie- und Umweltforschung IFEU für die AGORA Verkehrswende durchgeführte Studie „Klimabilanz von Elektroautos - Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial“ zitiert die „Schwedenstudie“, Bild 4, und konstatiert: „Für die Batteriebilanz wichtiger als die eingesetzte Zellchemie ist jedoch der Energieeinsatz in der Zellfertigung. Hierzu liegen nur wenige primäre Industriedaten vor, entsprechend groß sind die Unsicherheiten. Die Bandbreite der Klimawirkung der Batterieherstellung ist in den untersuchten Studien besonders groß: Sie reicht von 39 bis 275 kg CO₂-Äquivalenten pro Kilowattstunde (kWh). **In der Mehrzahl der Studien werden allerdings Angaben zwischen 100 bis 200 kg CO₂-Äquivalenten pro kWh gemacht.**“, (Meyer et al., 2019).

In (Röben, 2020) führt Peter Röben, Professor für Didaktik der Technik an der Universität Oldenburg, **relevante Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens im Fach Technik** aus, die man allen Studierenden nur wärmstens empfehlen kann. Ich zitiere seine Untersuchung, da er insbesondere die „Schwedenstudie“ und deren „Widerlegung“ für seine Betrachtungen wählte. Hier ein Auszug:

„Falls jetzt jemand die Frage hat: Stimmen die Zahlen denn nun?, **sollte er lieber nicht im Fokus nachlesen, dort steht, dass die schwedische Studie widerlegt sei.** Allerdings kommt eine Studie des Fraunhofer-Instituts zu dem Ergebnis, dass die Zahlen, die die schwedische Studiezusammengetragen hat, durchaus im Rahmen der Zahlen liegen, die auch von ihnen in der Literatur gefunden wurden“... Für das Thema Elektroauto: Wenn man sich mit den CO₂-Werten für die Produktion von Akkumulatoren auseinandersetzt, ist eine kritische Lektüre der Texte unabdingbar. **Schon Journale wie der Fokus sind nicht unbedingt zuverlässig und sind daher nicht als Beleg geeignet.**“, (Röben, 2020, Seite 5).

Wie ich in meiner letzten Abhandlung zum Thema e-Mobilität (Gärtner, 2021) gegen Ende aufgezeigt hatte, beobachtet man aktuell extrem schnelle Veränderungen, was die spezifischen CO₂e-Emissionen der Batterie-Herstellung anbelangt, wie exemplarisch Bild 5

illustriert. Lag z.B. die spezifische CO₂e-Emission des e-Golf nach VW-Angaben noch bei 110 kg/kWh, sind es beim neuen ID.3 nur noch 62 kg/kWh.

Hersteller/Forschungsstelle/Hochschule	Fahrzeug	spez. CO ₂ -Emission [kg/kWh]	Literaturverzeichnis
Volkswagen, 2020	e-Golf	110	Gernuks et al. (2020)
Volkswagen, 2020	ID.3	62	Gernuks et al. (2020)
Volvo/Geely, 2020	Polestar 2	90	Bolin (2020)
Ford Motor Company, 2016	Ford Focus BEV	141	Kim et al. (2016)
Tesla, 2019	Tesla Model 3	71	Tesla (2019)
IVL Schweden, 2017, "Schwedenstudie"		150-200	Romare & Dahllöf (2017)
IVL Schweden, 2019		61-106	Emilsson & Dahllöf (2019)
TU Eindhoven, 2020		75	Hoekstra & Steinbuch (2020)
AGORA Energiewende, 2019		100-200 (40-270)	Meyer et al. (2019)
Doppelbauer, KIT, 2019		95	Doppelbauer (2019)
Fraunhofer ISI, Karlsruhe		150	Wietschel et al. (2019)
Ifo-Studie, "Sinn-Studie"!		145-195	Buchal, Karl & Sinn (2019)

Bild 5: Vergleich der Treibhausgasemissionen aus der BEV Batteriefertigung nach verschiedenen Quellen (eigene Darstellung)

Insofern können die 2017 in der „Schweden-Studie“ entwickelten Batterie-Kennwerte zumindest für die BEV-Produktion einzelner OEM heute als überholt gelten. Dies wäre aber keine „Widerlegung“ der damaligen Erkenntnisse von Romare & Dahllöf. Im November 2019 erschien weiterhin ein Update der damaligen IVL Studie, siehe auch Bild 5. Die neuesten Schätzungen der schwedischen Wissenschaftler weisen darin eine ungefähre Halbierung der zwei Jahre früher genannten Resultate aus (Emilsson & Dahllöf, 2019).

FAZIT:

In wissenschaftlichen Publikationen finden sich auch Jahre später nach Erscheinen der IVL-Studie von Romare & Dahllöf keine Hinweise, dass die Ergebnisse des IVL aus dem Jahr 2017 in irgendeiner Form „widerlegt“ wurden. Ganz im Gegenteil wurden diese Werte auch noch im Laufe des Jahres 2019 von renommierten Forschungseinrichtungen und Universitäten in Anwendung gebracht..

Der damals vom IVL angegebene Emissionsbereich von 150 bis 200 kg CO₂e je kWh Batteriekapazität wird mittlerweile aber - zumindest in Einzelfällen der BEV-Produktion - erheblich unterschritten.

(wird fortgesetzt)

Literaturverzeichnis

- Becker, J. (2019). *Klimabilanz von E-Autobatterien ist besser als gedacht*. Abgerufen am 10. Februar 2021, von <https://www.sueddeutsche.de/auto/e-autos-batterieproduktion-studie-1.4709878>
- Dahlmann, D. (2019). *Die Ifo-Studie arbeitet mit nicht korrekten Zahlen*. Abgerufen am 08. Februar 2021, von <https://www.dondahlmann.de/2019/04/18/die-ifo-studie-arbeitet-mit-nicht-korrekten-zahlen/>
- ARD (2019). *Antworten auf Zuschauerfragen zur Story im Ersten "Kann das Elektroauto die Umwelt retten?"*. Abgerufen am 11. Februar 2021, von <https://www.daserste.de/information/reportage-dokumentation/dokus/sendung/doku-elektroauto-faq-100.html>
- Diethelm, M. (2020), *Ifo-Institut rechnet Elektroautos schlecht: Das sind die Fehler der Forscher*. Abgerufen am 08. Februar 2021, von https://efahrer.chip.de/news/ifo-institut-rechnet-elektroautos-schlecht-das-sind-die-fehler_10554#:~:text=Die%20%22Schweden%2DStudie%22%20gilt,ihrerseits%20mehrere%20%C3%A4ltere%20Studien%20auswerteten.
- Doktor Watson (2020, 29. November). *Die Wahrheit über Elektorautos*. YouTube. <https://youtu.be/w0uUKHxxCu4>
- E-Engine (2020). *Mittwoch (gar nicht so) Kompakt: VDI vs Realität aus Eindhoven, Tesla-Klau geht gehörig schief*. Abgerufen am 08. Februar 2021, von <https://e-engine.de/mittwoch-gar-nicht-so-kompakt-vdi-vs-realitaet-aus-eindhoven-tesla-klau-geht-gehoerig-schief/>
- Emilson J., & Dahllöf, L. (2019). *Lithium-Ion Vehicle Battery Production, Status 2019 on Energy Use, CO2 Emissions*. Abgerufen am 04. Oktober 2020, von <https://www.ivl.se/download/18.14d7b12e16e3c5c36271070/1574923989017/C444.pdf>
- Gärtner, U. (2020a). *Ein „Bärendienst“ für die E-Mobilität? - Übertreibung der Treibhausgasemissionen aus der Batterieproduktion?* Abgerufen von www.gaencon.de/aktuelles/
- Gärtner, U. (2021). *„Ich dachte, das sind viel weniger Teile, die ein BEV braucht?“ - „Warum hat das BEV höhere Aufwendungen für das Basisfahrzeug (ohne Batterie!) als der Verbrenner?“*. Abgerufen von www.gaencon.de/aktuelles/
- Kristensson, J. (2017). *Stora utsläpp från elbilarnas batterier*. Abgerufen am 08. Februar 2021 <https://www.nyteknik.se/fordon/stora-utslapp-fran-elbilarnas-batterier-6851761>
- Laschyk, T. (2019). *FEHLERHAFTE STUDIE: NEIN, ELEKTROAUTOS SIND NICHT SCHLECHTER ALS DIESEL!* Abgerufen am 08. Februar 2021, von <https://www.volksverpetzer.de/analyse/elektro-auto-diesel/>
- Meyer, K., Biemann, K., Lambrecht, U., Jöhrens, J., Helms H., Kämper, C. (2019). *Klimabilanz von Elektroautos. Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial*. AGORA Verkehrswende. Abgerufen am 05. Oktober 2020, von https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Klimabilanz_von_Elektroautos/Agora-Verkehrswende_22_Klimabilanz-von-Elektroautos_WEB.pdf
- Röben, P. (2020). *Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens im Fach Technik*. Abgerufen am 10. Februar 2021, von https://uol.de/ff/5/inst/physik/ag/tebi/download/PDFs/20_10_16_Grundlagen_wissenschaftlichen_Arbeitens.pdf

Romare, M. & Dahllöf, E. (2017). *The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries*. IVL Swedish Environmental Research Institute. Abgerufen am 06. Oktober 2020, von <https://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243+The+lif+cycle+energy+consumption+and+CO2+emissions+from+lithium+ion+batteries+.pdf>

Rössel, C. & Müller, M. (2019). Veröffentlichter Un-Sinn - eine Erwiderung zur ifo-Studie zur CO₂-Bilanz von Elektroautos. Abgerufen am 08. Februar 2021, von <https://www.solar-mobil.heidenheim.com/index.php/themen/elektromobilitaet/176-un-sinn.html>

VDI (2020). *CO₂-Bilanz von E-Fahrzeugen*. Abgerufen von <https://www.vdi.de/news/detail/co2-bilanz-von-e-fahrzeugen>

Vollmer, P., (2019). *Elektroauto-Akkus: So entstand der Mythos von 17 Tonnen CO₂*. Abgerufen am 07. Oktober 2020, von <https://edison.media/erklaren/elektroauto-akkus-so-entstand-der-mythos-von-17-tonnen-co2/23828936.html>

Wietschel, M., Kühnbach, M., Rüdiger, D. (2019). *Die aktuelle Treibhausgasemissionsbilanz von Elektrofahrzeugen in Deutschland*. FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SYSTEM- UND INNOVATIONSFORSCHUNG ISI. Abgerufen von https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2019/WP02-2019_Treibhausgasemissionsbilanz_von_Fahrzeugen.pdf