



*„ Die Umstellung auf den E-Antrieb ist auch ein riesiges Energiesparprogramm<sup>1</sup> “*

Prof. Dr.-Ing. Uwe Gärtner

Dresden, 10. Dezember 2021

<sup>1</sup> auto motor sport vom 21.10.2021



„Wenn du völlig  
abstruse Meinungen  
vertreten hast wie  
*„Die Erde ist flach“*,  
wärest du in deiner  
Dorfkneipe nicht weit  
gekommen. Im Netz  
ist das anders.“

*Mai Thi Nguyen-Kim*

# „Wer nichts weiß, muss alles glauben“\*

\* Marie von Ebner-Eschenbach ( 1830 -1916 ).



**So viel Strom brauchen  
Autos mit  
Verbrennungsmotor**

**Der Strombedarf für die Elektromobilität ist überschätzt –  
denn mit dem Ende des Verbrennungsmotors sparen wir  
auch eine Menge Strom ein. Ein Gedankenexperiment.**

Affeldt, J. (2018). So viel Strom brauchen Autos mit Verbrennungsmotor. Abgerufen am 04.  
Juli 2021, von <https://edison.media/e-hub/so-viel-strom-brauchen-autos-mitverbrennungsmotor/20826274.html>

„Wer nichts weiß, muss alles glauben\*“

\* Marie von Ebner-Eschenbach ( 1830 -1916 ).

## Strom-Einsparungen bei der Herstellung von Kraftstoffen aus Rohöl

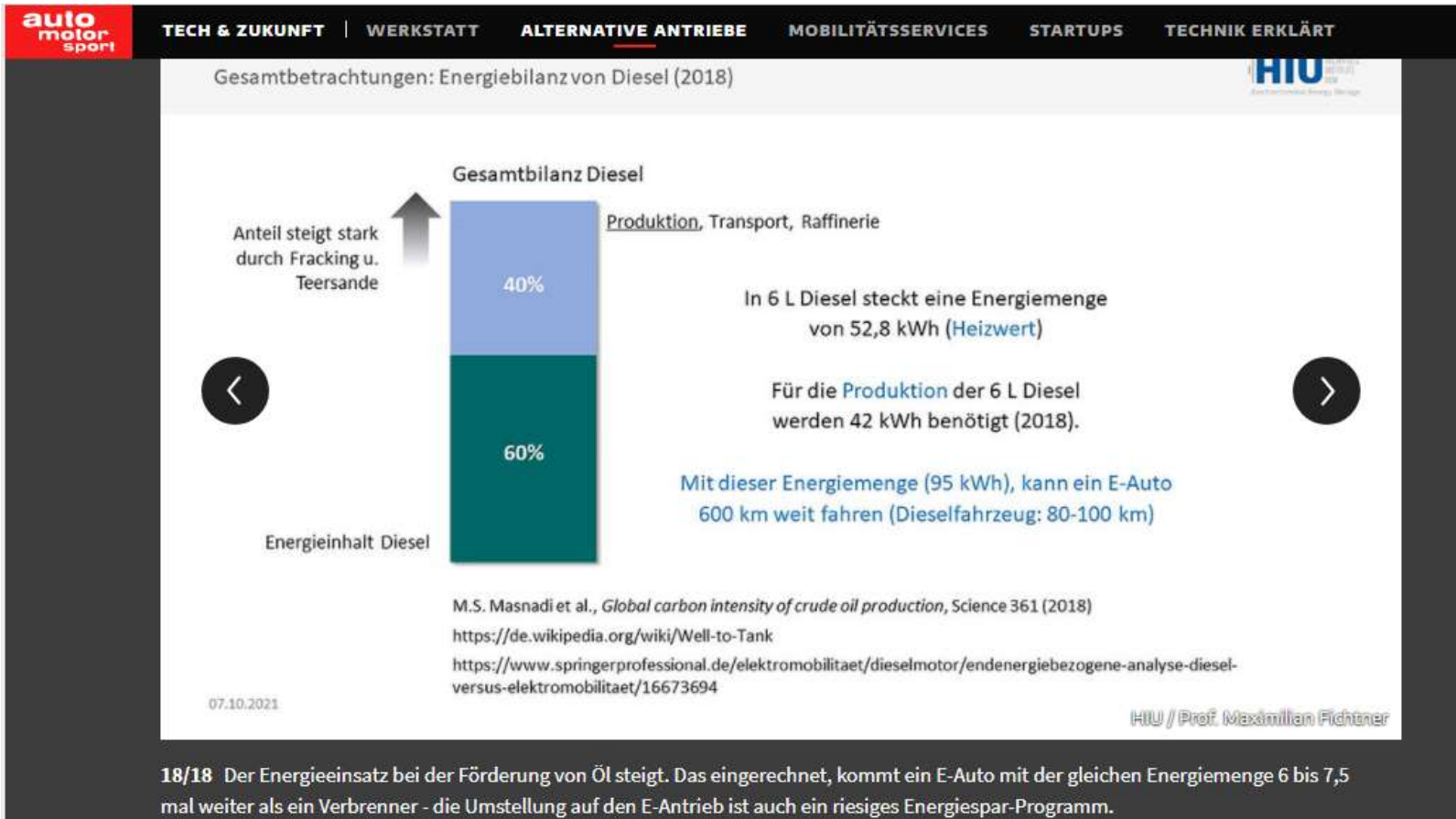
## Zum Strombedarf der Kraftstoff-Herstellung (i)

- „Mit dem Strom, den man zur Herstellung des Kraftstoffs für 100km braucht, kann man bereits 50km fahren, wenn man den Strom direkt nutzt.“
- „Ich glaube, dass sich hier 170 Wissenschaftler verrechnen. Wie hoch ist denn der Stromverbrauch um Benzin und Diesel herzustellen? Die Raffinerien laufen ja schließlich auch nicht auf Blümchen... Studien zeigen hier bis zu 12 kWh pro Liter auf.“
- „Ich brauche etwa nur 2/3 von dem Strom der zur Herstellung der entsprechende Kraftstoffmenge benötigt wird.“



- „Du hast mit 1Kw/h Strom zur Herstellung von 1 Liter Benzin oder Diesel viieeel zu niedrig geschätzt. Ich habe mal Goggle gefragt (Stromverbrauch Herstellung diesel / Benzin) da kommen ganz andere Zahlen zu Tage nämlich bis zu 42Kw/h pro Liter. Das darf man gerne lauter und öfter erzählen. Wenn als 1 Verbrenner weniger auf der Straße fährt können mehrere Stromer anstelle fahren und der Verbrauch im Stromnetz ist nicht verändert.“
- Da jeder Liter Sprit 1,5 kWh zur Erzeugung braucht, entsteht durch ein EV mit 150 Wh/km gegenüber einem Verbrenner mit 5 l/100 km überhaupt kein Strommehrverbrauch. Der verbrauchte Strom wird vollständig aus dem für die Spritproduktion gesparten Strom gedeckt.

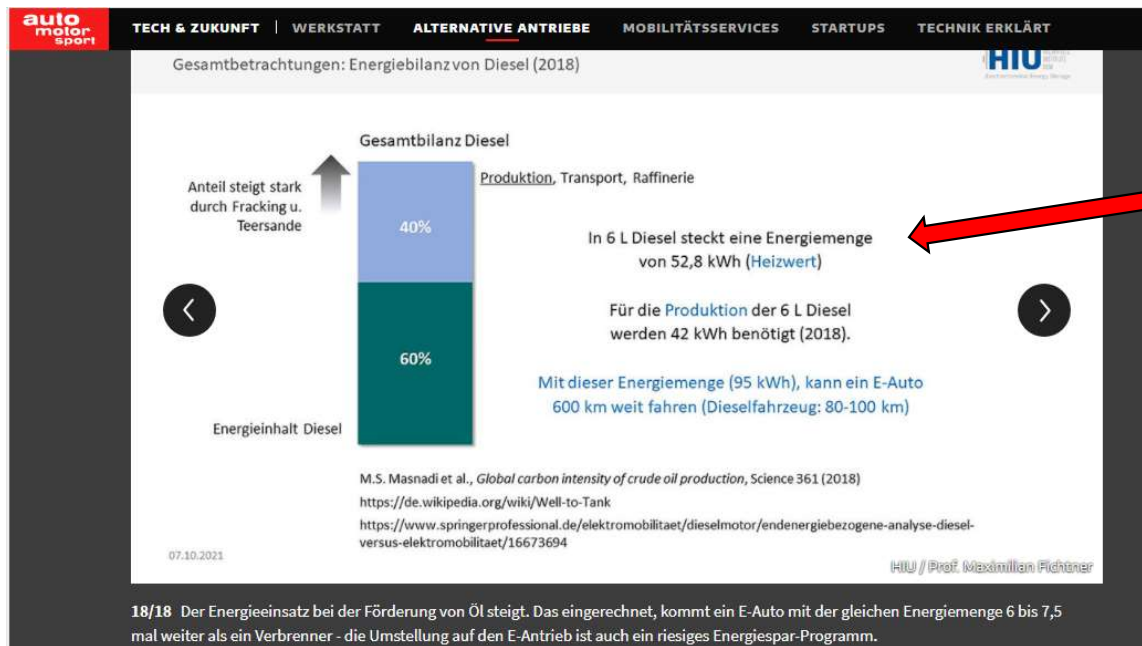
# Zum Strombedarf der Kraftstoff-Herstellung (ii)



Stegmaier, G. (2021). Alles spricht fürs E-Auto. auto motor sport vom 19.10.2021. Abgerufen von <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/vergleich-e-auto-brennstoffzelle-e-fuels-wasserstoff-prof-maximilian-fichtner-hiu-ams-kongress/>



## Zum Strombedarf der Kraftstoff-Herstellung (iii)

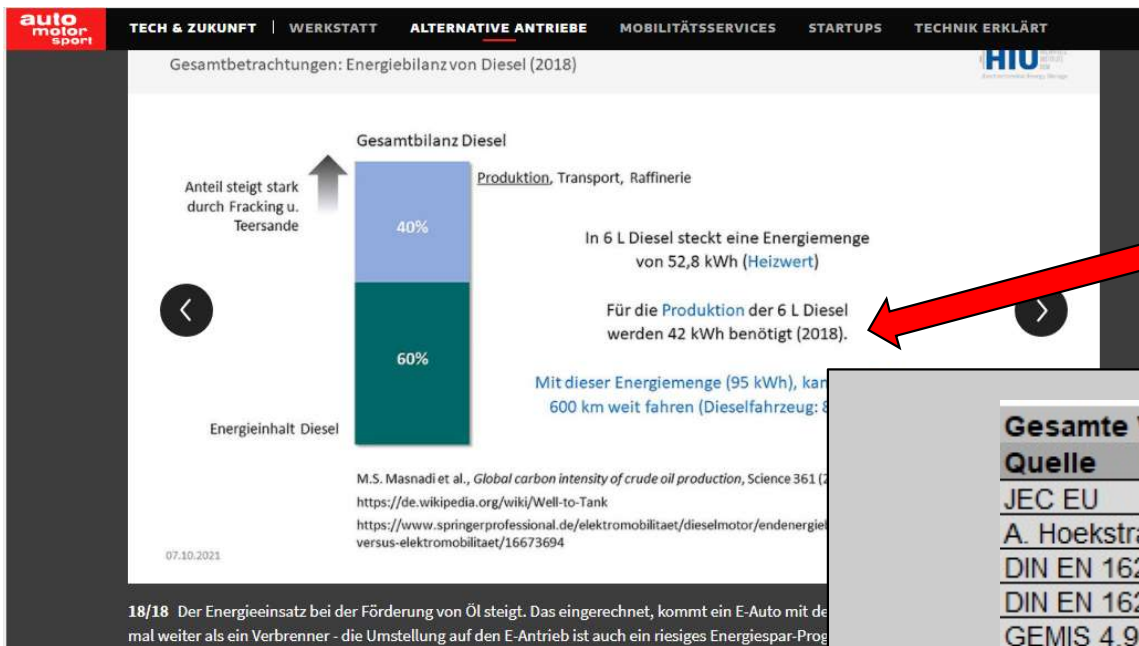


### Fehler Nr.1:

Der unterer Heizwert  $H_u$  von Dieselkraftstoff beträgt 10 kWh/l

Stegmaier, G. (2021). Alles spricht fürs E-Auto. auto motor sport vom 19.10.2021. Abgerufen von <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/vergleich-e-auto-brennstoffzelle-e-fuels-wasserstoff-prof-maximilian-fichtner-hiu-ams-kongress/>

# Zum Strombedarf der Kraftstoff-Herstellung (iv)



## Fehler Nr.2:

Für die Produktion von 1 Liter DK sollen demnach 7 kWh nötig sein, also 70 % des unteren Heizwerts?

### Gesamte Vorkette für Diesel-Kraftstoff

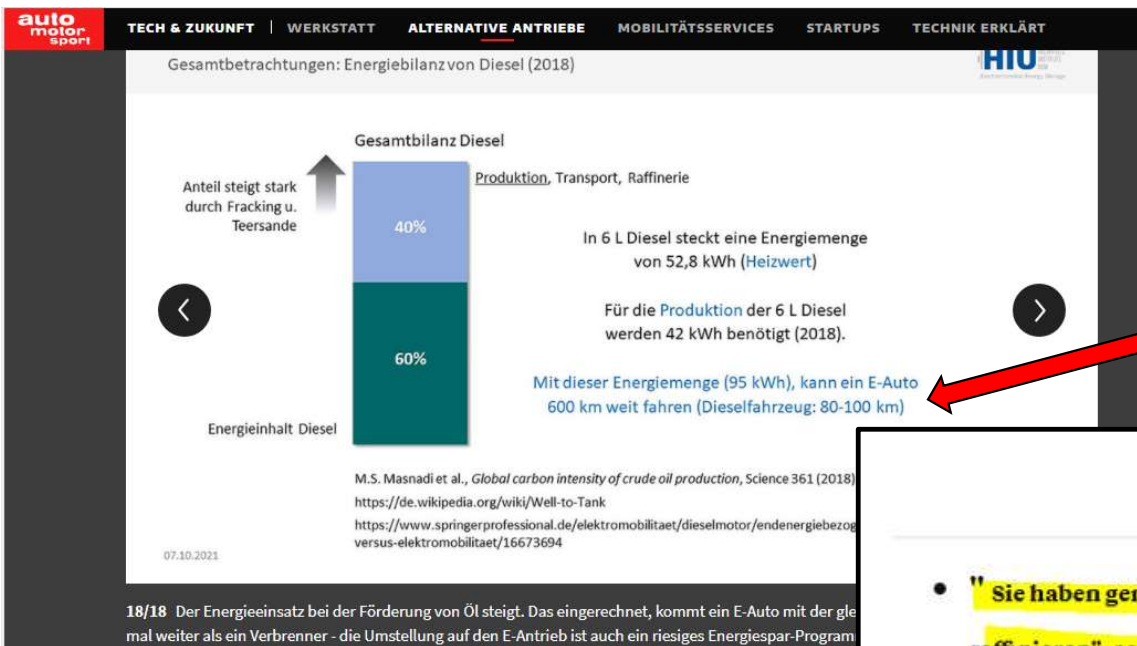
Quelle	[kWh/Liter]	[g CO2/Liter]
JEC EU	1,9	526
A. Hoekstra, TU Eindhoven	2,2	598
DIN EN 16258 für B7	2,4	660
DIN EN 16258	2,1	570
GEMIS 4.95	1,9	526
ifo-Studie (Buchal, Sinn et al.)	2,1	561

Stegmaier, G. (2021). Alles spricht fürs E-Auto. auto motor sport vom 19.10.2021. Abgerufen von <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/vergleich-e-auto-brennstoffzelle-e-fuels-wasserstoff-prof-maximilian-fichtener-hiu-ams-kongress/>

Gärtner, U. (2020). Vor den ersten 100 km hat ein Diesel-Pkw bereits 42 kWh Strom verbraucht? Abgerufen von <https://www.gaencon.de/Aktuelles/>. Auch abrufbar unter [https://www.linkedin.com/posts/prof-dr-ing-uwe-g%C3%A4rtner-b071538a\\_wer-nichts-wei%C3%9F-muss-alles-glauben-activity-6751971117210058752-pO6V](https://www.linkedin.com/posts/prof-dr-ing-uwe-g%C3%A4rtner-b071538a_wer-nichts-wei%C3%9F-muss-alles-glauben-activity-6751971117210058752-pO6V)



# Zum Strombedarf der Kraftstoff-Herstellung (v)



**Fehler Nr.3:**  
Chemische Energie = Elektrische Energie?

**BUSINESS INSIDER**

- " Sie haben genug Strom, um alle Autos im Land anzutreiben, wenn Sie aufhören, Benzin zu raffinieren", sagt Musk. "Sie benötigen durchschnittlich 5 Kilowattstunden, um [eine Gallone] Benzin zu raffinieren. So etwas wie das Modell S kann mit 5 Kilowattstunden 20 Meilen weit fahren."

Quelle: <https://www.businessinsider.com/elon-musk-and-chris-paine-explain-how-the-electric-car-got-its-revenge-2011-10?r=DE&IR=T>

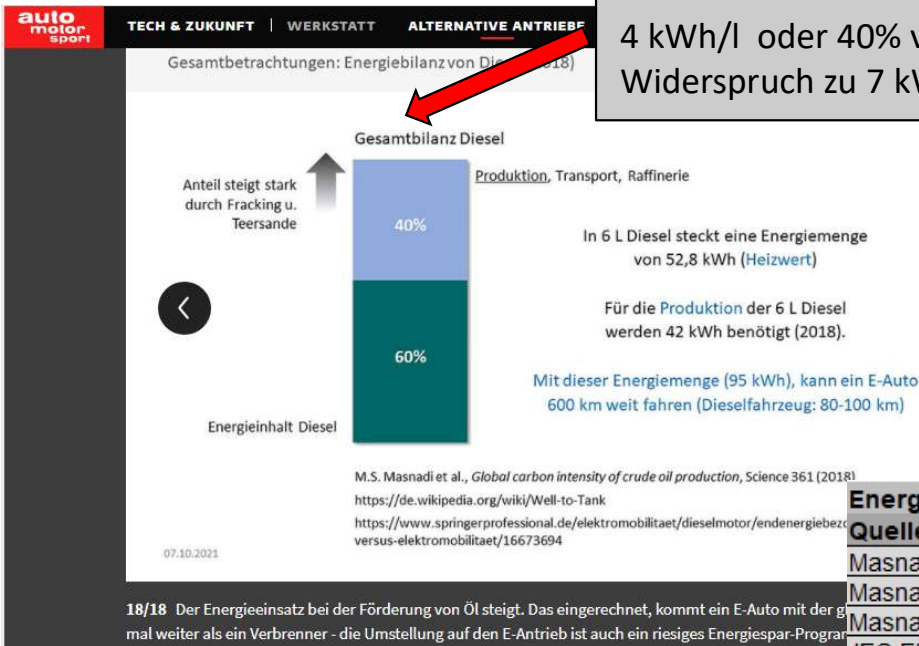
*Bild 8: E. Musk zum „Stromverbrauch“ beim Raffinerieprozess fossiler Kraftstoffe.*

Stegmaier, G. (2021). Alles spricht fürs E-Auto. auto motor sport vom 19.10.2021. Abgerufen von <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/vergleich-e-auto-brennstoffzelle-e-fuels-wasserstoff-prof-maximilian-fichtener-hiu-ams-kongress/>

# Zum Strombedarf der Kraftstoff-Herstellung (vi)



**Fehler Nr.4:**  
 4 kWh/l oder 40% von  $H_u$ ?  
 Widerspruch zu 7 kWh/l?



Gesamte Vorkette für Diesel-Kraftstoff		
Quelle	[kWh/Liter]	[g CO2/Liter]
JEC EU	1,9	526
A. Hoekstra, TU Eindhoven	2,2	598
DIN EN 16258 für B7	2,4	660
DIN EN 16258	2,1	570
GEMIS 4.95	1,9	526
ifo-Studie (Buchal, Sinn et al.)	2,1	561

Energiebedarf Erdölförderung			
Quelle	[kWh/Liter]	[g CO2/MJ]	Anmerkung
Masnadi et al., 2018	2,7	20,0	Algerien
Masnadi et al., 2018	0,4	3,0	Dänemark
Masnadi et al., 2018	1,4	10,3	Globaler Durchschnitt
JEC EU	3,2	24,0	Ölsand, max.
JEC EU	3,3	25,0	Ölsand, Durchschnittswert
JEC EU	5,4	40,6	Ölsand, max.
A. Hoekstra, TU Eindhoven, 2020	1,4	10,3	
JEC EU	0,6	4,3	

Stegmaier, G. (2021). Alles spricht fürs E-Auto. auto motor sport vom 19.10.2021. Abgerufen von <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/vergleich-e-auto-brennstoffzelle-e-fuels-wasserstoff-prof-maximilian-fichtener-hiu-ams-kongress/>

## Zum Strombedarf der Kraftstoff-Herstellung (v)

Energiebedarf NUR Raffinerie-Prozess	
Quelle	[kWh/Liter]
JEC EU	1,0
A. Hoekstra, TU Eindhoven, 2020	0,7
MIRO, 2020	0,6
Bayernoil, 2018	0,7
Gunvor, 2019	0,6
DOE, US, 2009	1,6
Argonne National Lab, US, 2008	1,3 - 1,7

Strombedarf Raffinerie-Prozess	
Quelle	[kWh/Liter]
Bayernoil, 2018	0,04
Sedl, 2020	0,03



<b>Bedarf für 45 Millionen BEV</b>	<b>135</b>	<b>TWh/a</b>	<b>100</b>	<b>%</b>
abzüglich				
Stromersparnis Raffinerie	2,76	TWh/a	2,0	%

„Wer nichts weiß, muss alles glauben\*“

\* Marie von Ebner-Eschenbach ( 1830 -1916 ).

Strom-Einsparungen durch nicht mehr benötigte Tankstellen



## „Gehen an der Tankstelle bald die Lichter aus?“



- ca. 14500 Tankstellen in Deutschland
- Stromverbrauch durchschnittliche Tankstelle ca. 200000 kWh/a (Quelle: Energieagentur NRW)
- davon Außenbeleuchtung ca. 30 % (Quelle: ARAL, 2021)
- Weitere Verbraucher: Kühlanlagen in Verkaufsräumen, Waschanlagen, ...

Annahme: 50 % Einsparung möglich

<b>Bedarf für 45 Millionen BEV</b>	<b>135</b>	<b>TWh/a</b>	<b>100</b>	<b>%</b>
abzüglich				
Stromersparnis Raffinerie	2,76	TWh/a	2,0	%
Stromersparnis Tankstellen	1,45	TWh/a	1,1	%

Scherff, D. (2017). *Gehen an der Tankstelle bald die Lichter aus?*. Frankfurter Allgemeine Zeitung FAZ, 6.10.2017. Abgerufen am 08.12.2021, von <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/elektroautos-deutsche-tankstellen-in-der-krise-15226161.html>

„Wer nichts weiß, muss alles glauben“\*

\* Marie von Ebner-Eschenbach ( 1830 -1916 ).

## Strom-Einsparungen durch Wegfall von AdBlue®



# „Eine Tonne benötigt etwa 85 – 160 kWh Strom“

## „Auch Verbrenner fahren mit Strom“

Beispiel Zusatzstoffe: AdBlue wird für die Abgasnachbehandlung von Diesel-Motoren benötigt. Der Harnstoff darin wird aber nicht etwa in den Millionen Toiletten der Republik gewonnen, sondern durch ein anspruchsvolles Herstellungsverfahren auf der Basis von Erdgas. Eine Tonne benötigt etwa 85 bis 160 kWh Strom. Nach der Vermischung mit reinem Wasser muss das entstandene Produkt dann (in Kunststoffkanister, die auch produziert werden müssen) abgefüllt, (zur Tankstelle) transportiert und verkauft werden (übrigens auch im Online-Handel, was weitere LKW-Fahrten verursacht). AdBlue-Tankstationen für LKW, etwa entlang der Autobahnen, werden per Transporter-LKW versorgt, was für zusätzlichen Treibstoffverbrauch sorgt.



## „Quellen –Wirrwar“:

1 Tonne Ammoniak oder 1 Tonne Harnstoff?

<https://de.wikipedia.org/wiki/AdBlue>

Affeldt, J. (2017). *Auch Verbrenner fahren mit Strom*. Interessengemeinschaft Elektromobilität Berlin-Brandenburg. Abgerufen am 08.12.2021, von <https://igembb.wordpress.com/2017/11/02/auch-verbrenner-fahren-mit-strom/>

Gärtner, U. (2021). *Das Geheimnis des „Sauberrankes“*. Abrufbar unter [https://www.gaencon.de/cm4all/uproc.php/0/Aktuelles/AdBlue\\_CO2undEnergie\\_210720.pdf?cdp=a&\\_id=17b0a9349b0](https://www.gaencon.de/cm4all/uproc.php/0/Aktuelles/AdBlue_CO2undEnergie_210720.pdf?cdp=a&_id=17b0a9349b0)

# Energiebedarf zur Herstellung von AdBlue®

	spezif. Elektroenergiebedarf ohne CO <sub>2</sub> -Verdichter		Dampfbedarf t Dampf/t Produkt
	kWh/t Produkt	kJ/t Produkt	
Lösungs-Kreislauf- Verfahren	70	ca. 0,25 x 10 <sup>6</sup>	1,3 (ca. 2,47 x 10 <sup>6</sup> kJ/t Produkt)
CO <sub>2</sub> -Stripping	43	ca. 0,15 x 10 <sup>6</sup>	0,92 (ca. 1,75 x 10 <sup>6</sup> kJ/t Produkt)
NH <sub>3</sub> -Stripping	21 – 23	ca. 0,08 x 10 <sup>6</sup>	0,85 (ca. 1,61 x 10 <sup>6</sup> kJ/t Produkt)

**Strombedarf für 1 Liter Adblue®** 0,041 kWh  
 NH<sub>3</sub>- Stripping 115 kWh/t inkl. CO<sub>2</sub>-Kompressor

**Strombedarf Adblue® für 100 km** 0,012 kWh

Annahme:  
 6 l Diesel/100km  
 AdBlue®/Diesel = 0,05

Bild 6: Spezifische Bedarfe an elektrischer und thermischer Energie für verschiedene Verfahren der Harnstoff-Produktion in Deutschland, (IEEM, 2001)

	135	TWh/a	100	%
<b>Bedarf für 45 Millionen BEV</b>				
abzüglich				
Stromersparnis Raffinerie	2,76	TWh/a	2,0	%
Stromersparnis Tankstellen	1,45	TWh/a	1,1	%
Stromersparnis AdBlue Diesel	0,07	TWh/a	0,1	%

Gärtner, U. (2021). *Das Geheimnis des „Sauberrankes“*. Abrufbar unter  
[https://www.gaencon.de/cm4all/uproc.php/0/Aktuelles/AdBlue\\_CO2undEnergie\\_210720.pdf?cdp=a&\\_id=17b0a9349b0](https://www.gaencon.de/cm4all/uproc.php/0/Aktuelles/AdBlue_CO2undEnergie_210720.pdf?cdp=a&_id=17b0a9349b0)

# So erklären sich teilweise die Resultate von Vergleichsstudien zwischen ICE und BEV ...

**Autohaus**

## E-Autos gut fürs Klima

Laut einer neuen Studie des ICCT emittiert der Stromer zwei Drittel weniger Treibhausgase. 3,7 bei 3...

03.08.2021



**FOCUS Online**

## Neue Elektroauto-Studie im Check – Wie Stromer schöngerechnet werden

Künstliche Intelligenz soll das verhindern. Elektro-Auto an der Ladestation. dpa/Stefan Sauer/dpabild ICCT-Studie 2021: Neue Elektro...

17.08.2021



**Automobilwoche.de**

## ICCT-Studie: Stromer knapp 70 Prozent sauberer als ...

In einer Studie hat das International Council on Clean Transportation (ICCT) eine Lebenszyklusanalyse der Treibhausgasemissionen von Pkw...

22.07.2021



**WirtschaftsWoche**

## E-Autos: Wissenschaftler kritisieren Studie scharf

Inzwischen haben Christoph Buchal und Hans-Werner Sinn in einem ausführlichen Brief, der der WirtschaftsWoche vorliegt, auf die Vorwürfe...

04.05.2019



## Die Resultate von Vergleichsstudien bewegen sich zwischen 0 (!) und 40 Tonnen eingespartes CO<sub>2</sub>e ...

Quelle/Jahr	Ersparnis (norm.) Tonnen CO <sub>2</sub> e @ 200tkm	Strommix	Fahrzeuge ICE vs. BEV	Bemerkungen
(Buchal et al., 2019)	-3	Deutschland	MB C220d/Tesla 3	Ifo-Institut, Best Case
(Volkswagen, 2019)	-0,4	Deutschland	Golf 7/e-Golf	LCA Volkswagen
(ADAC, 2019)	0	Deutschland	"Golf-Klasse"	ADAC & Joaneum Research
(Volkswagen, 2019)	4,2	EU	Golf 7/e-Golf	LCA Volkswagen
(Gernuks et al., 2020)	4,3	EU	Golf 8/ID.3	LCA Volkswagen
(Meyer et al., 2019)	8	Deutschland	"Golf-Klasse"	AGORA, IFEU
(BMU, 2021)	10	Deutschland	"Golf-Klasse"	IFEU Berechnung
(Wietschel et al., 2019a)	13,8	Deutschland	"Kompaktklasse"	Fraunhofer ISI
(Regett et al., 2019)	14	Deutschland	"Golf-Klasse"	FFE, Benziner!
(Bolin, 2020)	16	EU	Volvo XC40/Polestar 2	LCA Volvo/Geely
(Hoekstra et al., 2020)	18	EU	Toyota Prius/e-Golf	TU Eindhoven
(Searle et al., 2021)	27	EU	Midsize Cars	ICCT
(Mathieu, 2020)	28,8	EU	Midsize Cars	Transport & Environment T&E
(Hoekstra et al., 2020)	33,8	EU	MB C220d/Tesla 3	TU Eindhoven
(Tesla, 2021)	41,2	EU	Midsize Car/Tesla 3	Tesla

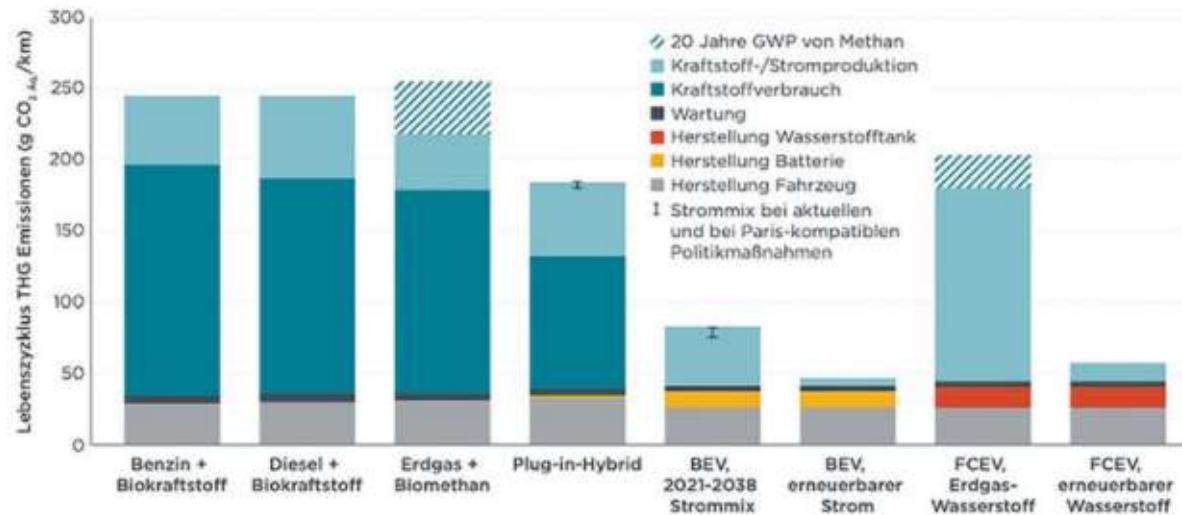


# ICCT – Studie zeigt 27 Tonnen Ersparnis ...

Antriebsarten und deren Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus



A GLOBAL COMPARISON OF THE LIFE-CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF COMBUSTION ENGINE AND ELECTRIC PASSENGER CARS

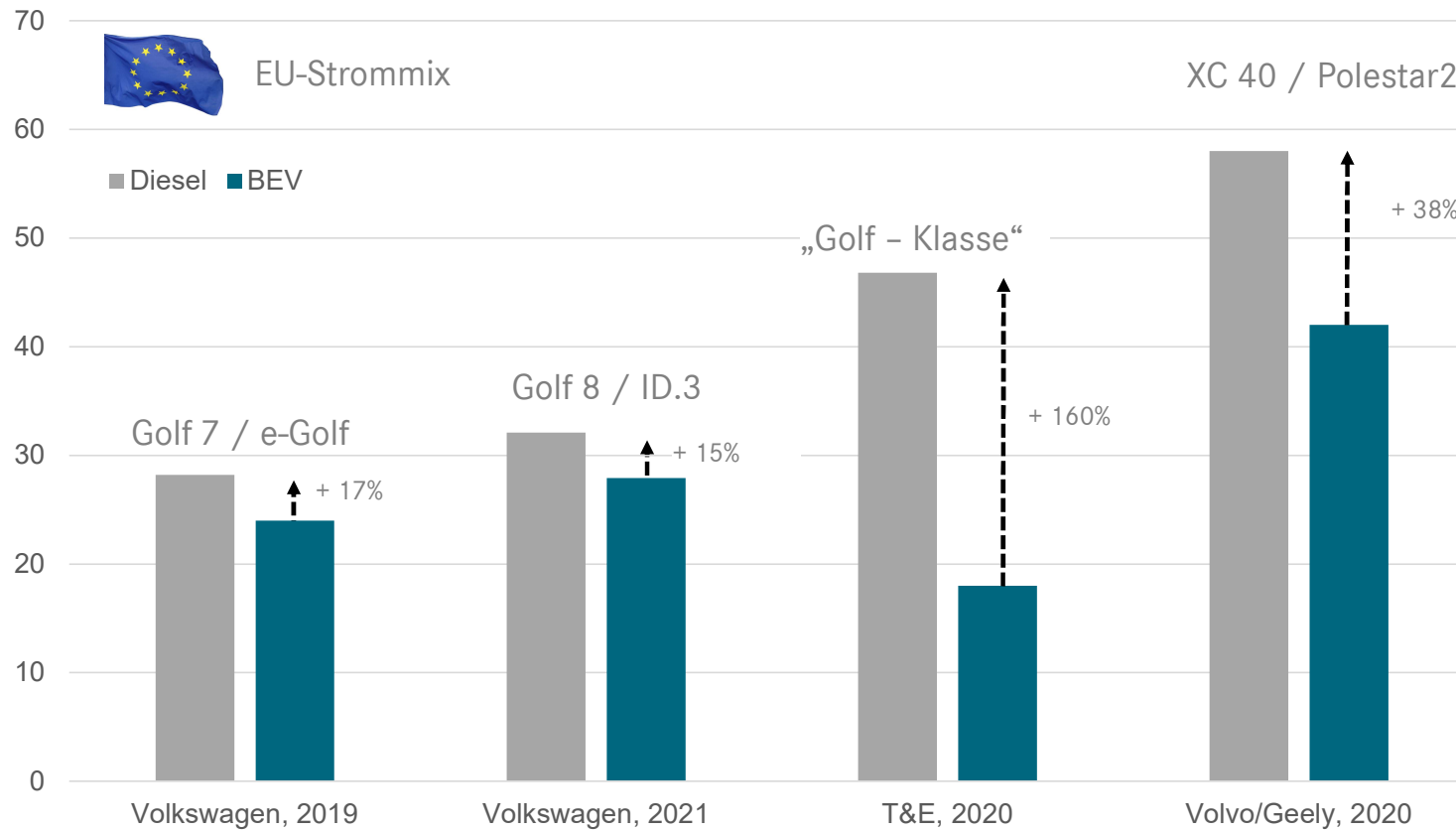


**Abbildung 1.** Lebenszyklus-Treibhausgas (THG)-Emissionen von durchschnittlichen neuen Benzin-, Diesel- und Erdgasfahrzeugen, Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeugen, Batterie-Elektrofahrzeugen (BEV) und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeugen (FCEV) in der Kompaktklasse, die 2021 in Europa zugelassen werden. Die Fehlerbalken zeigen die Differenz zwischen der Entwicklung des Strommix gemäß der aktuellen Politikmaßnahmen (die höheren Werte) und dem, was erforderlich ist, um das Pariser Klimaabkommen zu erreichen. GWP = Treibhauspotenzial.

Quelle: ICCT, July 2021

HTW / Prof. Maximilian Richter

Tonnen CO2e (LCA, kumuliert über 200 tkm)



Datenquellen:

Volkswagen (2019). Klimabilanz von E-Fahrzeugen & Life Cycle Engineering. Abgerufen von [https://uploads.volkswagen-newsroom.com/system/production/uploadedfiles/14448/file/da01b16ac9b580a3c8bc190ea2af27db4e0d4546/Klimabilanz\\_von\\_E-Fahrzeugen\\_Life\\_Cycle\\_Engineering.pdf?1556110703](https://uploads.volkswagen-newsroom.com/system/production/uploadedfiles/14448/file/da01b16ac9b580a3c8bc190ea2af27db4e0d4546/Klimabilanz_von_E-Fahrzeugen_Life_Cycle_Engineering.pdf?1556110703)

Gernuks, M., Bäuml, G., Schüler, M., Lösche-ter Horst T., Hofmann, L., & Halubek, P. (2020). CO2-Bilanz von E-Fahrzeugen. Volkswagen AG, Konzern Forschung und Entwicklung. Abgerufen von <https://www.vdi.de/news/detail/co2-bilanz-von-e-fahrzeugen>

Mathieu, L. (2020). How clean are electric cars?. Transport & Environment, April 2020. Abgerufen von <https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/T%26E%E2%80%99s%20EV%20life%20cycle%20analysis%20LCA.pdf>

Bolin, L. (2020). Life cycle assessment — Carbon footprint of Polestar 2. Abgerufen am 02. Februar 2021, von <https://www.polestar.com/dato-assets/11286/1600176185-20200915polestarlcafinala.pdf>



Man darf gespannt sein auf die nächste Studie ...  
... oder besser SELBST sorgfältig recherchieren, nachmessen, rechnen !



*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !*

*Kontakt:*

*Prof. Dr.-Ing Uwe Gärtner*

*[info@gaencon.de](mailto:info@gaencon.de)*

*[www.gaencon.de](http://www.gaencon.de)*