

# Green Deal der EU –

## Was bedeutet emissionsfrei?

Übersicht des ADAC Württemberg e. V. zum Vergleich von CO<sub>2</sub>-Emissionen von E-Fahrzeugen und Verbrennern

August 2021

# Europäischer Green Deal – Fit for 55

„Um gegen die zunehmenden Emissionen aus dem Straßenverkehr vorzugehen, ist eine Kombination von Maßnahmen erforderlich, die den Emissionshandel ergänzt. Strengere CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge werden den Übergang zur emissionsfreien Mobilität beschleunigen, da die durchschnittlichen jährlichen Emissionen neuer Fahrzeuge **ab 2030 55 %** und **ab 2035 100 % niedriger sein müssen als 2021**. **Im Ergebnis werden alle ab 2035 zugelassenen Neuwagen emissionsfrei sein.**“

Was aber bedeutet emissionsfrei?

- Nur während dem Fahrbetrieb?
- Wird die Stromerzeugung und Benzinherstellung miteingerechnet?
- Wird die Fahrzeugproduktion miteingerechnet?
- Well-to-Wheel? Well-to-Tank? Tank-to-Wheel?

Keine eindeutigen Definitionen von BMVI, KBA, VDA – Meist wird für Emissionsfreiheit nur Tank-to-Wheel betrachtet, also die schädlichen Emissionen aus Verbrennungsabgasen beim Betrieb. Somit kommt es zu Null-Emissions-Fahrzeugen oder Zero Emission Vehicles  
→ Ist diese Betrachtungsweise richtig?

# Europäischer Green Deal – Fit for 55

## **Handelsblatt 14.07.2021:**

„Kritiker sehen drei Ungerechtigkeiten: Erstens gehen Elektroautos als Nullemissionsfahrzeuge in die Rechnung ein, weil sie selbst keine Emissionen freisetzen. Allerdings wird der Strom, mit dem sie geladen werden, nicht klimaneutral hergestellt. Zweitens wird bei der Herstellung der Autobatterie mehr Energie verbraucht als bei der Herstellung eines Verbrennungsmotors, was ebenfalls nicht in die Rechnung eingeht. Drittens können Verbrennungsmotoren auch mit klimaneutralen E-Fuels betrieben werden. Diese könnte man dem normalen Benzin beimischen – was aber in die Berechnung der Flottengrenzwerte nicht eingehen würde.“

## **Landesverkehrsminister Hermann Baden-Württemberg 16.07.2021:**

„Ich sehe ebenfalls ein Problem darin, dass man ein E-Auto zum Null-Emissions-Fahrzeug erklärt. Wer den Strom für sein E-Fahrzeug aus dem Netz mit dem derzeitigen Strommix bezieht, fährt noch nicht klimaneutral, auch wenn es nach außen so signalisiert wird. Das gilt aber auch für den Energieaufwand bei der Herstellung. Eine solche Gesamtbilanz müsste allerdings auch für die anderen Antriebsformen aufgestellt werden. Dazu gehört dann beim Verbrenner auch der Energieaufwand für die Förderung und Verarbeitung des Rohöls sowie für den Transport des Kraftstoffs.“

## **FAZ 15.07.2021:**

„Zugleich lässt die Kommission die zentrale Frage unbeantwortet: wie will die EU mit ihrem Anteil von nur 7 Prozent am CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Welt vermeiden, in klimapolitischer Schönheit unterzugehen, wenn die anderen nicht mitspielen?“

# Vergleich CO<sub>2</sub>-Emissionen von E-Fahrzeugen und Verbrennern

## Verbrenner

Beispiel Golf 1.5 TSI ACT OPF 110 kW 7-Gang-DSG: CO<sub>2</sub>-Emissionsspanne WLTP kombiniert: 153-142g pro km

→ **CO<sub>2</sub>-Emissionen pro 100km während Fahrt: 15.300g**

Verbrauchsspanne WLTP kombiniert: 6,8 – 6,3 l Benzin pro 100km



CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der **Kraftstoffherstellung**:

Benzin: 720g pro Liter

Diesel: 640g pro Liter



→ **Zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 100km: 4896g**

→ **Fahrbetrieb + Kraftstoffherstellung = 20.196g pro 100km**

→ Weitere Faktoren?

## E-Fahrzeug

Beispiel e-Golf 100kW (136 PS) 1-Gang-Automatik :CO<sub>2</sub>-Emissionsspanne WLTP kombiniert: 0g pro km

→ **CO<sub>2</sub>-Emissionen pro 100km während Fahrt: 0g**

kWh-Verbrauch auf 100 km: 15,8



CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der **Stromerzeugung**:

366g pro kWh



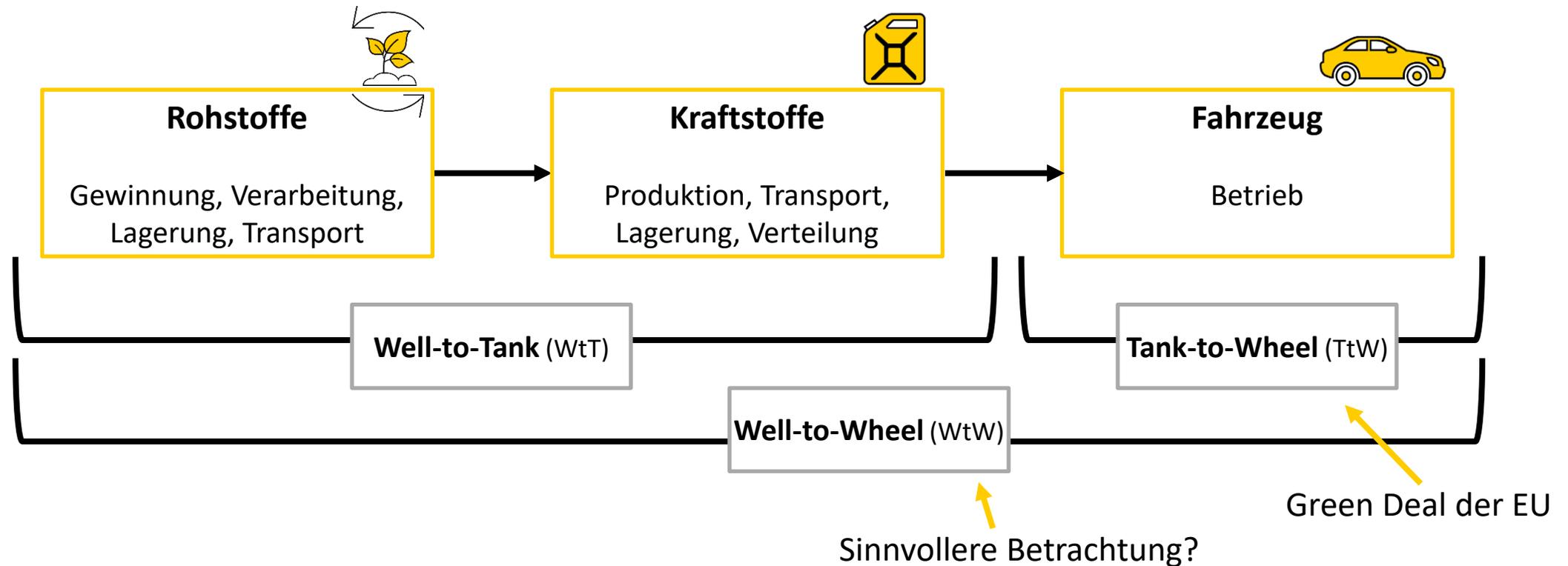
→ **Zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 100km: 5782,8g**

→ **Fahrbetrieb + Stromerzeugung = 5782,8g pro 100km**

→ Weitere Faktoren?

# Betrachtungsweise der Antriebstechnologien

Well-to-Tank, Tank-to-Wheel oder Well-to-Wheel?



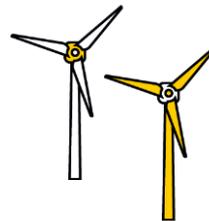
→ Sinnvoll wäre eine einheitliche Betrachtungsweise

# Ökostromanteil im Strommix

Der **Anteil der erneuerbaren Energien** im Stromsektor stieg von 42,0 Prozent (2019) auf **45,4 Prozent (2020)** des Bruttostromverbrauchs. Insgesamt wurden im Jahr 2020 etwa 251,0 Mrd. kWh Strom aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt. Dies waren etwa 9 Mrd. kWh mehr als im Vorjahr (+4 Prozent).

Oft wird auf Ladesäulen **100% Ökostrom** versprochen. Durch den **Strommix** kommt beim Endverbraucher aber nicht immer 100% Ökostrom an. Die EnBW kommt auf einen überdurchschnittlichen Ökostromanteil von 60,4%. Der Anteil kann durch Herkunftsnachweise sichergestellt werden.

→ Bis Deutschland bei 100% Ökostrom ist wird es noch dauern und auch wo 100% Ökostrom draufsteht, ist durch den Strommix nicht immer 100% Ökostrom drin.

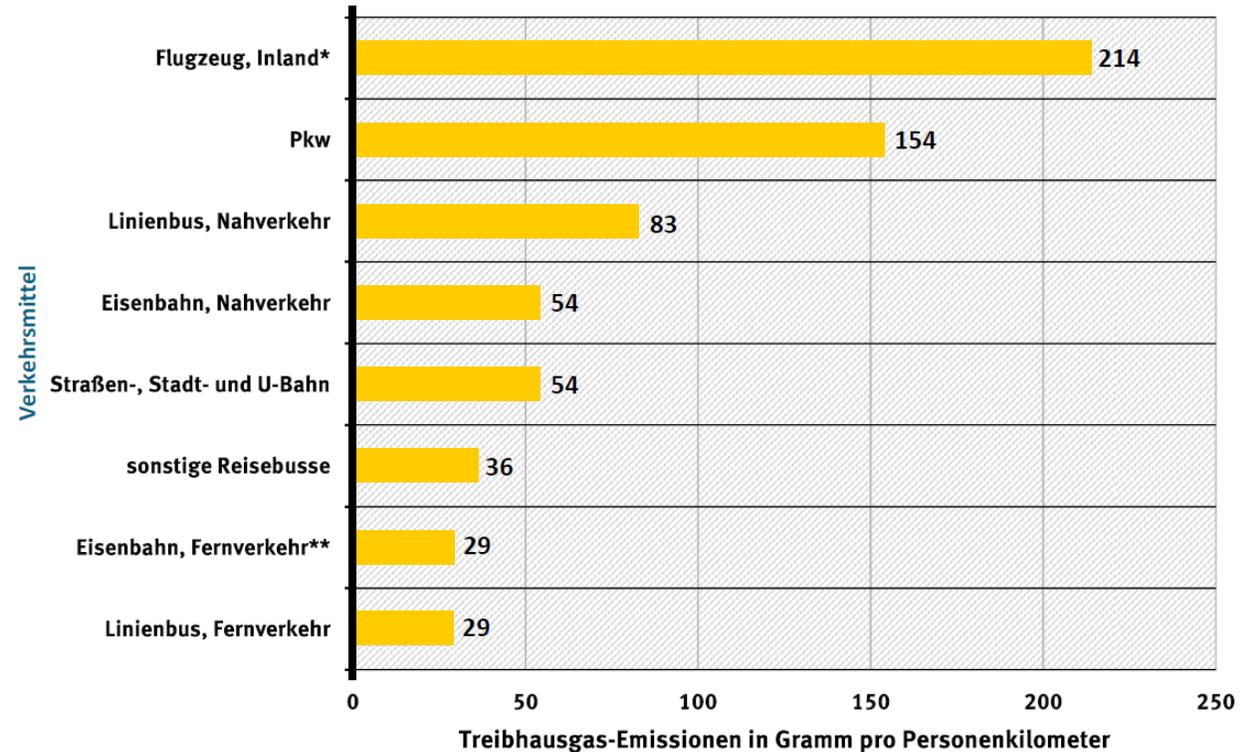


# Treibhausgasemissionen einzelner Verkehrsmittel

Vergleich der durchschnittlichen Treibhausgas-Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland – Bezugsjahr 2019

→ Der PKW führt diese Liste nicht an

Auch der Seeverkehr war während der Coronapandemie für 2,2 % der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen zuständig. Das entspricht den CO<sub>2</sub>-Emissionen von ganz Deutschlands unter normalen Umständen. Gleichzeitig ist der Seeverkehr aber auch für 90% des Welthandels zuständig.



g/Pkm = Gramm pro Personenkilometer; CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O angegeben in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten inkl. der Emissionen aus Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Benzin, Diesel und Kerosin

\* inkl. Nicht-CO<sub>2</sub>-Effekte

\*\* Die in der Tabelle ausgewiesenen Emissionsfaktoren für die Bahn basieren auf Angaben zum durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland. Emissionsfaktoren, die auf unternehmens- oder sektorbezogenen Strombezügen basieren (siehe z. B. den „Umweltmobilcheck“ der Deutschen Bahn AG), weichen daher von den in der Grafik dargestellten Werten ab.

Quelle: Umweltbundesamt, TREMOD 6.16 (05/2021)

# Treibhausgasemissionen der EU



Veränderung 1990 bis 2018: -22,5%

## Vergleich Pro-Kopf-Emissionen (2018):

Katar: 31,27 Tonnen

USA: 15,03 Tonnen (steigend)

EU27: 8,4 Tonnen (sinkend)

Deutschland: 8,4 Tonnen (sinkend)

China: 6,84 Tonnen (wachsend)

Indien: 1,71

→ Es gibt ein weltweites Emissionsproblem

Treibhausgas-Emissionen der Europäischen Union in Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalenten\*

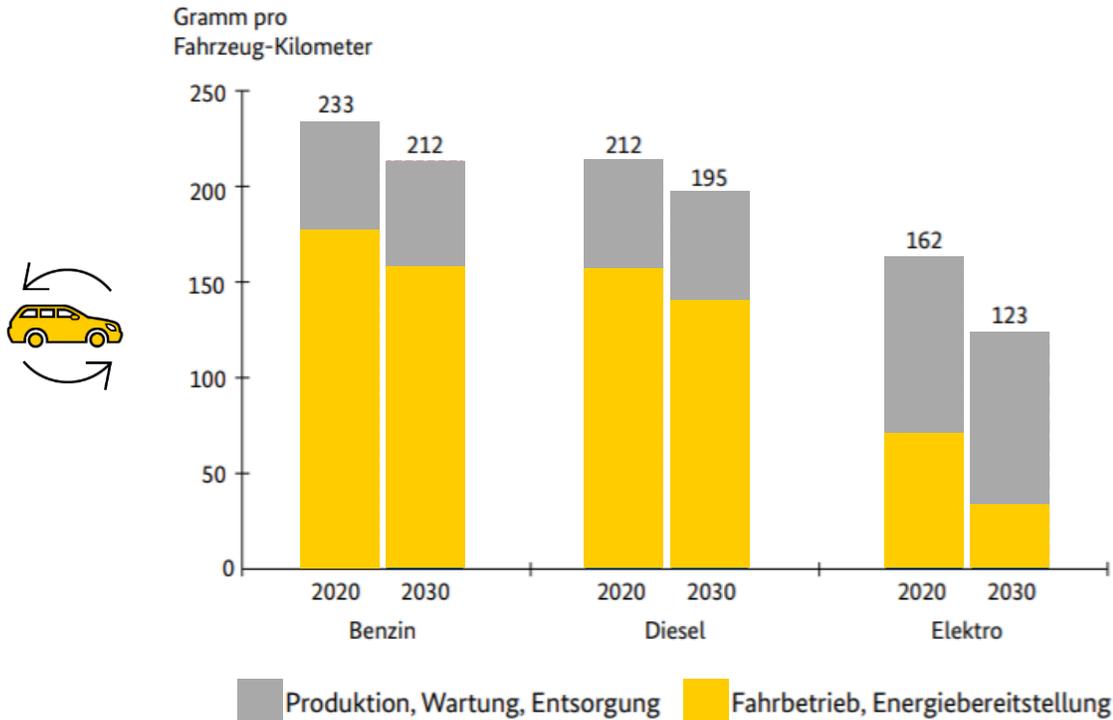
	1990 (Millionen Tonnen)	2017 (Millionen Tonnen)	2018 (Millionen Tonnen)	Veränderung 2017-2018 (Millionen Tonnen)	Veränderung 2017-2018 (Prozent)	Veränderung 1990-2018 (Prozent)
Belgien	146,4	118,0	118,5	0,5	0,4 %	-19,1 %
Bulgarien	101,8	61,7	57,8	-3,9	-6,3 %	-43,2 %
Dänemark	70,8	48,4	48,2	-0,1	-0,3 %	-31,9 %
Deutschland	1.249,5	894,3	858,4	-35,9	-4,0 %	-31,3 %
Estland	40,3	20,9	20,0	-0,9	-4,5 %	-50,4 %
Finnland	71,2	55,4	56,4	1,0	1,8 %	-20,8 %
Frankreich	548,3	463,5	444,8	-18,7	-4,0 %	-18,9 %
Griechenland	103,3	95,6	92,2	-3,4	-3,5 %	-10,7 %
Irland	55,5	61,0	60,9	-0,1	-0,1 %	9,9 %
Italien	516,1	431,3	427,5	-3,8	-0,9 %	-17,2 %
Kroatien	31,9	25,0	23,8	-1,2	-5,0 %	-25,4 %
Lettland	26,3	11,2	11,7	0,5	4,4 %	-55,5 %
Litauen	48,0	20,6	20,3	-0,4	-1,7 %	-57,8 %
Luxemburg	12,7	10,2	10,5	0,3	3,0 %	-17,2 %
Malta	2,6	2,2	2,2	0,0	1,4 %	-14,9 %
Niederlande	221,7	193,3	188,2	-5,1	-2,7 %	-15,1 %
Österreich	78,5	82,0	79,0	-3,1	-3,7 %	0,6 %
Polen	475,1	414,7	412,9	-1,8	-0,4 %	-13,1 %
Portugal	58,6	70,6	67,4	-3,2	-4,6 %	15,0 %
Rumänien	248,0	116,9	116,1	-0,8	-0,7 %	-53,2 %
Schweden	71,2	52,7	51,8	-0,9	-1,8 %	-27,3 %
Slowakei	73,5	43,5	43,3	-0,1	-0,3 %	-41,0 %
Slowenien	18,6	17,4	17,5	0,1	0,8 %	-6,0 %
Spanien	289,4	340,3	334,3	-6,0	-1,8 %	15,5 %
Tschechien	199,1	129,8	128,1	-1,6	-1,3 %	-35,6 %
Ungarn	94,0	63,8	63,2	-0,6	-0,9 %	-32,7 %
Zypern	5,7	9,0	8,8	-0,2	-1,8 %	55,0 %
<b>EU-27 (2020)</b>	<b>4.857,9</b>	<b>3.853,3</b>	<b>3.763,9</b>	<b>-89,4</b>	<b>-2,3 %</b>	<b>-22,5 %</b>

\* alle Angaben ohne Emissionen aus der Kategorie LULUCF

Quelle: Europäische Umweltagentur - European Environment Agency (EEA), EEA greenhouse gas - data viewer  
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> (25.08.2020)

# Lebenszyklus-Emissionen

Kohlenstoffdioxid-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus am Beispiel eines Pkw der Kompaktklasse



## Welche Annahmen liegen der Berechnung zugrunde?

1. Es wird der gesamte Lebensweg der Fahrzeuge betrachtet. Neben dem Betrieb gehören dazu auch die Herstellung, Wartung, Entsorgung und Recycling von Fahrzeug und Batterie sowie Verbrauch und Aufwände zur Bereitstellung von Strom und Kraftstoffen.
2. Für die Fahrzeugherstellung wird die Produktion in Europa angenommen, während die Batterieherstellung für die heutige Situation entsprechend dem aktuellen Mix der Herstellungsländer berücksichtigt wird. Für den Ausblick auf 2030 wird dann von einer europäischen Batterieproduktion ausgegangen.
3. Es wird berücksichtigt, dass sowohl der Strom als auch die Kraftstoffe in Zukunft klimafreundlicher werden, weil der Anteil von erneuerbaren Energien bei beidem steigt. Auch die Beimischung von Biokraftstoffen zu Diesel und Benzin gemäß den nationalen Zielen und der europäischen Vorschriften fließen in die Berechnungen ein.
4. Es wird auch angenommen, dass neue Fahrzeuge tendenziell häufiger genutzt werden als ältere.
5. Für den Strom- und Kraftstoffverbrauch werden realitätsnahe Daten von typischen Beispielfahrzeugen aus dem ADAC EcoTest verwendet, die deutlich über den offiziellen Herstellerangaben liegen. Flottendurchschnittswerte werden nicht berücksichtigt.
6. Um einen fairen Vergleich zwischen verschiedenen Nutzungsarten zu ermöglichen, werden die Gesamtemissionen auf eine durchschnittliche Lebensfahrleistung von 150.000 Kilometern umgelegt

→ Elektrofahrzeuge haben weniger Emissionen, aber nicht Null

# Lebenszyklus-Emissionen

Neuste Studie der Eindhoven University of Technology (2020) widerlegt bisherige Studien und gibt den größten und umfangreichsten Überblick über den Vergleich der lebenslangen Treibhausgasemissionen von Elektroautos mit den Emissionen von Fahrzeugen mit Benzin- oder Dieselmotoren.

## Was haben bisherige Studien nicht betrachtet?

1. Übertreibung der Treibhausgasemissionen von der Batterieproduktion
2. Unterschätzung der Batterielaufzeit
3. Vermutung, dass die Elektrizität während der Lebensdauer eines Autos nicht sauberer wird
4. Unrealistische Annahmen beim Spritverbrauch
5. Keine Berücksichtigung der Voremissionen bei Diesel und Benzin bspw. beim Herstellungsprozess
6. Fehlender Blick in die Zukunft

# Lebenszyklus-Emissionen

Es werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen über die Lebensdauer in g/km von Fahrzeugen betrachtet. Dabei spielt die Herstellung der Fahrzeuge ohne Batterie eine Rolle, die Herstellung der Batterie und die schon zuvor aufgezeigte Emissionen während des Fahrbetriebs – auch bei E-Fahrzeugen.

Zudem wird aufgezeigt wie viel Kilometer ein E-Fahrzeug zurücklegen muss, damit es die Emissionen der Batterieherstellung ablegen kann.

Vergleich der CO<sub>2</sub>eq-Emissionen über die Lebensdauer von zwei ähnlichen Autos in Gramm/km

	Toyota Prius 1.8l 2020	Volkswagen eGolf
Herstellung ohne Batterie	28	24
Herstellung der Batterie	-	11 (36 kWh Batterie)
Fahren	140	43
Gesamt g CO <sub>2</sub> eq per km	<b>168</b>	<b>78 (54% weniger)</b>
Anzahl der km, die das Elektrofahrzeug benötigt, um die Batterie "zurückzuzahlen"		28 000 km

	Mercedes C 220d	Tesla Model 3
Herstellung ohne Batterie	32	28
Herstellung der Batterie	-	23 (75 kWh Batterie)
Fahren	228	40
Gesamt g CO <sub>2</sub> eq per km	<b>260</b>	<b>91 (65% weniger)</b>
Anzahl der km, die das Elektrofahrzeug benötigt, um die Batterie "zurückzuzahlen"		30 000 km

	Bugatti Veyron	Porsche Taycan S
Herstellung ohne Batterie	40	36
Herstellung der Batterie	-	28 (93 kWh Batterie)
Fahren	738	76
Gesamt g CO <sub>2</sub> eq per km	<b>778</b>	<b>140 (82% weniger)</b>
Anzahl der km, die das Elektrofahrzeug benötigt, um die Batterie "zurückzuzahlen"		11 000 km

Quelle: Eindhoven University of Technology

# Lebenszyklus-Emissionen

## Berechnung der Treibhausgas Emissionen eines Elektrofahrzeugs

Die Grundformeln, die man verwenden sollte, sind einfach:

$$\text{Emissionen pro km} = \frac{\text{Emissionen aus der Herstellung} + \text{Emissionen aus dem Fahrbetrieb}}{\text{gefahrte km}}$$

*Emissionen aus der Herstellung = Summe aus (Batterie + Antriebsstrang + Rest des Pkws)*

$$\text{Emissionen aus dem Fahrbetrieb} = \text{Pkw} - \text{Energieverbrauch in } \frac{\text{kWh}}{\text{km}} * \text{Stromemissionen in kWh}$$

Sobald die Faktoren in diesen Formeln richtig bestimmt sind, werden Vergleiche einfach und unumstößlich. Unsere Feststellungen zu den wichtigsten Faktoren lauten wie folgt:

- Bei der Batterieherstellung werden ca. 75 kg CO<sub>2</sub>eq/kWh emittiert.
- Die Lebensdauer der im Jahr 2020 verkauften Autos wird auf 250 000 km geschätzt.

## Berechnung der Treibhausgas Emissionen von konventionellen Fahrzeugen

Die Grundformeln ähneln denen, die zur Berechnung der Elektrofahrzeug-Emissionen verwendet werden, mit Ausnahme des Ausschlusses der Batterie und des Ersatzes von Elektrizität durch fossile Brennstoffe:

$$\text{Emissionen pro km} = \frac{\text{Emissionen aus der Herstellung} + \text{Emissionen aus dem Fahrbetrieb}}{\text{gefahrte km}}$$

*Emissionen aus der Herstellung = Summe aus (Batterie + Antriebsstrang + Rest des Pkws)*

$$\text{Emissionen aus dem Fahrbetrieb} = \text{Pkw} - \text{Energieverbrauch in } \frac{\text{Liter}}{100 \text{ km}} * \text{Emissionen pro Liter}$$

Sobald die Faktoren in diesen Formeln richtig bestimmt sind, können wir klarer die Emissionen von Elektrofahrzeugen und Verbrennern vergleichen.

Wir haben all diese Variablen bereits im vorherigen Kapitel diskutiert, mit Ausnahme der Emissionen pro Liter Benzin und Diesel, so dass wir dies hier erklären werden.

Quelle: Eindhoven University of Technology

# Anteil E-Fahrzeuge

Europa und Deutschland haben im Vergleich einen recht hohen E-Fahrzeug Anteil. Bis ein E-Fahrzeug einen Verbrenner ersetzt vergehen im Schnitt 12 Jahre.

Lebensdauer: 12 Jahre

Nutzungsdauer in Deutschland: 8 Jahre (danach oft Weiterverkauf ins Ausland)

→ Die Erhöhung von E-Fahrzeugen im Gesamtbestand dauert seine Zeit. Der Weiterverkauf von alten Fahrzeugen ins Ausland verlängert diesen Prozess



Land/Region	Kumulierte Neuzulassungen bis 2020 (Gesamtbestand)	E-Autos pro 1.000 Einwohner
weltweit	9.880.526	1,4
China	4.190.273	3,0
Europa (EU+EFTA inkl. GB)	3.201.644	6,1
USA	1.700.825	5,2
Deutschland	702.981	8,5
Großbritannien	447.486	6,7
Norwegen	433.609	81,0
Frankreich	413.212	6,4
Schweden	212.477	20,6
Südkorea	152.852	2,9
Italien	100.680	1,7
Polen	14.419	0,4
Australien	12.578	0,5
Island	12.440	36,8
Griechenland	3.410	0,3
Russland	1.760	0,0

Quelle: Verband der Automobilindustrie

# Synthetische Kraftstoffe

Bei synthetischen Kraftstoffen ist Wasserstoff das Grundprodukt. Denn Wasserstoff hat den entscheidenden Vorteil, in der Natur nahezu unendlich vorhanden zu sein und außerdem klimaneutral hergestellt werden zu können. Und da Wasserstoff per Elektrolyse von Wasser mithilfe von (regenerativem) Strom freigesetzt wird, reden Wissenschaftler hier von "strombasierten Kraftstoffen" bzw. von **E-Fuels** oder **Power-to-X**.

Aufgrund der zahlreichen einzelnen Schritte fallen **bei der Herstellung von E-Fuels hohe Wirkungsverluste** an. Von der im Prozess eingesetzten Energie bleiben in der "Well-to-Wheel"-Betrachtung am Ende nur 10 bis 15 Prozent übrig. Zum Vergleich: Im Elektroauto kommen 70 bis 80 Prozent der Ausgangs-Energie am Rad an. Und deshalb stellt sich natürlich die Frage nach der Sinnhaftigkeit, die wohl nur beim Einsatz von zusätzlich erzeugtem regenerativen Strom positiv zu beantworten ist.

Aber selbst wenn man von 100 Prozent erneuerbarem Strom ausgeht, lägen die Kosten für die Vermeidung einer Tonne CO<sub>2</sub> durch wasserstoffbasierte Kraftstoffe derzeit bei 800 Euro für flüssige und 1200 Euro für gasförmige Brennstoffe, errechneten Forscher. Das ist deutlich höher als die aktuellen CO<sub>2</sub>-Preise etwa im europäischen Emissionshandelssystem, die bei knapp 50 Euro pro Tonne liegen.

→ E-Fuels sind heutzutage noch nicht die Lösung

# Kosten einer Tonne CO2

Zu viele **Treibhausgase, Luftschadstoffe und andere Umweltbelastungen schädigen unsere Gesundheit**, zerstören Ökosysteme und lassen Tiere und Pflanzen aussterben. Zudem führen sie zu wirtschaftlichen Einbußen durch z. B. Produktionsausfälle, Ernteverluste oder Schäden an Gebäuden und Infrastruktur. Für **viele dieser Schäden** gibt es etablierte wissenschaftliche Methoden, um sie in **Geldwerten** auszudrücken. Das Umweltbundesamt (UBA) hat seine Empfehlungen zur Ermittlung solcher Schäden aktualisiert und die Kosten durch Umweltbelastungen neu berechnet. Danach verursacht die **Emission einer Tonne Kohlendioxid (CO2) Schäden von rund 180 Euro**. Umgerechnet auf die Treibhausgasemissionen Deutschlands 2016 entspricht dies Gesamtkosten von rund 164 Mrd. Euro.

Unternehmen, die Heizöl, Erdgas, Benzin und Diesel in den Markt bringen, bezahlen ab 2021 dafür einen CO2-Preis. Sie werden verpflichtet, für den Treibhausgas-Ausstoß, den diese Brennstoffe verursachen, Emissionsrechte zu erwerben. Das geschieht über den neuen nationalen Emissionshandel. Der **CO2-Preis** ist ab Januar 2021 auf zunächst **25 Euro pro Tonne** festgelegt. Danach steigt der Preis schrittweise auf bis zu 55 Euro im Jahr 2025 an. Für das Jahr 2026 soll ein Preiskorridor von mindestens 55 und höchstens 65 Euro gelten.

→ Müsste der CO2-Preis noch teurer sein?

# Fazit

- **E-Fahrzeuge haben geringere CO2-Emissionen als Verbrenner**, auch wenn man die Batterieherstellung, die Emissionen der Stromproduktion und den kompletten Lebenszyklus beider Fahrzeugtypen betrachtet
- **ABER: E-Fahrzeuge sind nicht emissionsfrei** und keine Null-Emissionen-Fahrzeuge
- Laut der Beschreibung des Green Deals der EU, dürften also auch ab 2035 keine E-Fahrzeuge mehr zugelassen werden, wenn man Fahrzeuge Well-To-Wheel betrachtet
- Auch wenn es immer mehr Ökostrom im Strommix gibt und die Batterieherstellung emissionsarmer wird, ist man 2035 noch nicht bei 0% Emissionen in diesem Bereich
- Weder der PKW mit Verbrennungsmotor, noch Deutschland oder Europa sind auf den vorderen Plätzen, wenn es um CO2-Emissionen geht
- Es braucht noch **mehr Anstrengungen im Klimaschutz**, wie die neusten Umweltkatastrophen in Deutschland und der Welt zeigen
- E-Fahrzeuge können helfen, Forderungen sollten jedoch mit mehr Augenmaß gestellt und nicht auf dem Rücken privater Nutzer ausgetragen werden
- Zudem darf sich nicht nur auf eine Antriebsart alleine fokussiert werden. Ziel sollte eine Technologieoffenheit sein, auch in Zukunft gegenüber E-Fuels, Wasserstoff, etc.

# Literatur

Folie 2: Europäischer Green Deal – Fit for 55

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP\\_21\\_3541](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_21_3541)

Folie 4: Vergleich CO2-Emissionen von E-Fahrzeugen und Verbrennern

[https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub\\_pkw/importers/de/besitzer-und-nutzer/wissenswertes/wltp/WLTP\\_Emissionswerte\\_Emissionsnormen\\_DE\\_07-19.pdf](https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/de/besitzer-und-nutzer/wissenswertes/wltp/WLTP_Emissionswerte_Emissionsnormen_DE_07-19.pdf)

<https://www.bundestag.de/resource/blob/660794/dfdee26b00e44b018b04a187f0c6843e/WD-8-056-19-pdf-data.pdf>

[https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag\\_de/themen\\_az/mobilitaet/pdf/200831-Studie\\_EAuto\\_versus\\_Verbrenner\\_CO2.pdf](https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/mobilitaet/pdf/200831-Studie_EAuto_versus_Verbrenner_CO2.pdf)

[https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub\\_pkw/importers/de/besitzer-und-nutzer/wissenswertes/wltp/WLTP\\_Emissionswerte\\_Emissionsnormen\\_DE\\_07-19.pdf](https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/de/besitzer-und-nutzer/wissenswertes/wltp/WLTP_Emissionswerte_Emissionsnormen_DE_07-19.pdf)

<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/bilanz-2019-co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom>

Folie 5: Betrachtungsweise der Antriebstechnologien

<https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/332825/>

Folie 6: Ökostromanteil im Strommix

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#strom>

<https://www.enbw.com/strom/produkte/oekostrom>

# Literatur

Folie 7: Treibhausgasemissionen einzelner Verkehrsmittel

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#grafik>

<https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/seeverkehr/>

Folie 8: Treibhausgasemissionen der EU

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-der-europaeischen-union#pro-kopf-emissionen>

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167877/umfrage/co-emissionen-nach-laendern-je-einwohner/>

<https://www.wiwo.de/politik/ausland/klimaschaeden-co2-emissionen-china-stoesst-mehr-aus-als-der-rest-der-welt-zusammen/27169308.html>

Folie 9: Lebenszyklus-Emissionen

[https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/elektroautos\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/elektroautos_bf.pdf)

Folie 10 / 11 / 12: Lebenszyklus-Emissionen

[https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag\\_de/themen\\_az/mobilitaet/pdf/200831-](https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/mobilitaet/pdf/200831-)

[Studie\\_EAuto\\_versus\\_Verbrenner\\_CO2.pdf](Studie_EAuto_versus_Verbrenner_CO2.pdf)

Folie 13: Anteil E-Fahrzeuge

<https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/210423-Erstes-globales-E-Mobility-Ranking.html>

[https://praxistipps.focus.de/lebensdauer-von-autos-alle-infos-zu-verschleiss-und-haltbarkeit\\_97525](https://praxistipps.focus.de/lebensdauer-von-autos-alle-infos-zu-verschleiss-und-haltbarkeit_97525)

# Literatur

## Folie 14: Synthetische Kraftstoffe

<https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/synthetische-kraftstoffe/>

<https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/wasserstoff-statt-elektrifizierung-chancen-und-risiken-fuer-klimaziele>

## Folie 15: Kosten einer Tonne CO<sub>2</sub>

<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/hohe-kosten-durch-unterlassenen-umweltschutz>

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/nationaler-emissionshandel-1684508>

## Sonstiges

<https://www.gruene-bundestag.de/themen/mobilitaet/elektroautos-sind-deutlich-besser-fuer-das-klima>

<https://amp2-wiwo-de.cdn.ampproject.org/c/s/amp2.wiwo.de/unternehmen/auto/strombedarf-der-elektromobilitaet-woher-kommt-der-strom-fuer-all-die-e-autos/27404642.html>

<https://www.autozeitung.de/elektroautos-hybridantrieb-umwelt-studie-gutachten-40981.html>

CO<sub>2</sub>-Äquivalent: Emissionen anderer Treibhausgase als Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) werden zur besseren Vergleichbarkeit entsprechend ihrem globalen Erwärmungspotenzial in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet.