



AktionswocheKlima.net

## Fächer-Modul: Deutsch / Natur & Technik (fächerübergreifend)

# CO<sub>2</sub>-Bilanz von Elektrofahrzeugen

45 - 90 Minuten

Mittleres Niveau

### Kernkompetenzen<sup>1</sup>:

**Erkennen - Analyse des globalen Wandels** Die Schüler\*innen analysieren Globalisierungs- und Entwicklungsprozesse, die durch den Klimawandel/ Klimakrise ausgelöst bzw. verändert werden mithilfe des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung.

**Bewerten - Kritische Reflexion und Stellungnahme** Die Schüler\*innen reflektieren Globalisierungs- und Entwicklungsfragen in Bezug auf die Klimakrise, beziehen Stellung und orientieren sich dabei an der internationalen Konsensbildung, am Leitbild nachhaltiger Entwicklung und an den Menschenrechten.

### Unterrichtsziele<sup>2</sup>:

- Die Schüler\*innen wissen, welche menschlichen Aktivitäten - auf globaler, nationaler, lokaler und individueller Ebene - am meisten zum Klimawandel beitragen.
- Die Schüler\*innen antizipieren und schätzen die Auswirkungen von persönlichen, lokalen und nationalen Entscheidungen oder Aktivitäten auf andere Menschen und Weltregionen ab und erschließen sich Änderungsmöglichkeiten.

### Operationalisierbare Ziele:

- Die Schüler\*innen entnehmen einem Fachtext die Bestandteile, aus welchen sich die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Elektrofahrzeugs zusammensetzt.
- Die Schüler\*innen erklären mit eigenen Worten wovon die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Elektrofahrzeugs abhängig ist.

---

<sup>1</sup> Kultusministerkonferenz: Orientierungsrahmen Globale Entwicklung, auf: [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2015/2015\\_06\\_00-Orientierungsrahmen-Globale-Entwicklung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_00-Orientierungsrahmen-Globale-Entwicklung.pdf), S. 95

<sup>2</sup> UNESCO: Education for sustainable development goals, auf: [https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-08/unesco\\_education\\_for\\_sustainable\\_development\\_goals.pdf](https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-08/unesco_education_for_sustainable_development_goals.pdf)

- Die Schüler\*innen vergleichen die CO<sub>2</sub>-Bilanz von PKW verschiedener Antriebsklassen über deren Lebensdauer mit Hilfe eines Diagramms und erklären so die Methodik von Analysen zur CO<sub>2</sub>-Bilanz von Fahrzeugen.
- Die Schüler\*innen nennen Werte, die für einen Vergleich herangezogen werden müssten, damit nicht „Äpfel mit Birnen“ verglichen werden.
- Die Schüler\*innen erkennen die Bedeutung des schnellen Ausbaus der erneuerbaren Energiequellen für eine CO<sub>2</sub>-freie Mobilität.

**Kurzbeschreibung:** Die aktuelle CO<sub>2</sub>-Bilanz von Fahrzeugen mit elektrischem und verbrennungsmotorischem Antrieb ist oft Gegenstand von Diskussionen. Diese Diskussionen sind anspruchsvoll zu führen, da allein der Vergleich in Zahlen aufgrund der sich stetig verändernden Stromzusammensetzung und anderer Faktoren komplex ist. Zudem machen verschiedene Grundannahmen die Analysen schwer nachvollziehbar. Kennt man die wesentlichen Grundannahmen und Einflussfaktoren, lassen sich geeignete Analysen besser auswählen. So kann die Diskussion auf eine sachliche Grundlage gestellt werden. Es zeigt sich zunehmend, dass Elektrofahrzeuge bereits heute einen CO<sub>2</sub>-Vorteil haben. Unabhängig davon ist nur mit E-Fahrzeugen eine Ressourcen schonende Mobilität nahezu ohne Emissionen möglich.

## Unterrichtsverlaufsplan

### Einstieg (5 Min.)

- Lehrkraft zeigt erstes Bild von Video, „Elektroauto oder Verbrenner – Wer hat die bessere Klimabilanz“ (Link siehe unten) und erklärt, dass man sich das Video nun aber nicht anschauen werde, sondern die Schüler\*innen die Lösung für Deutschland mit Hilfe eines Fachtextes und Studienergebnissen selbst herausfinden werden.

### Erarbeitung (30 Min.)

- Die Schüler\*innen lesen den Infotext und bearbeiten die Aufgaben.

### Sicherung (10 Min.)

- Die Schüler\*innen stellen ihre Lösungen vor.
- Die Lehrkraft zeigt ausführliches Video von „Gewaltig Nachhaltig“ oder den „Faktencheck“ von SWR 3 (Achtung: Beide dauern circa 15 Min! Quellen siehe unten).

### Videoquellen:

- Gewaltig Nachhaltig: „Elektroauto oder Verbrenner – Wer hat die bessere Klimabilanz“, auf: <https://www.youtube.com/watch?v=fZFe6iaOJhQ> letzter Aufruf am 07.09.2021)
- Mogk M.: Faktencheck – sind E-Autos doch Klimakiller, auf: <https://www.swr3.de/aktuell/fake-news-check/faktencheck-sind-e-autos-doch-klima-killer-co2-bei-herstellung-problematisch-100.html> (letzter Aufruf am 07.09.21)

**Hintergrundwissen:** Die CO<sub>2</sub>-Intensität des deutschen Strommix im Jahr 2020 betrug<sup>3</sup> 336 g/kWh. Emissionsmenge, die ein E-PKW mit der Akku-Kapazität von 40 kWh 2020 pro Ladezyklus verursachte: CO<sub>2</sub>-Emissionen: 336g/kWh \* 40 kWh = 13.440 g = 13,4 kg

---

<sup>3</sup> Daten: Umweltbundesamt (2021)

## Lösungsvorschläge

### 1. Beantworte die Fragen:

- Wovon hängt die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Elektroautos ab? *Von den Emissionen bei der Herstellung und beim Betrieb des Fahrzeugs.*
- Warum ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Elektroautos abhängig vom Land in dem das Auto gebaut bzw. genutzt wird? *Weil auch die Herstellungsschritte energieintensiv sind und daher der Strommix des jeweiligen Landes Einfluss auf die Bilanz hat.*

### 2. In den Medien wird immer wieder behauptet, dass Elektroautos nicht klimaschonender seien als Autos mit einem Verbrennermotor<sup>4</sup>. Als Begründung wird oft genannt, dass die Herstellung der Fahrzeuge und insbesondere der Akkus besonders klimaschädlich sei. Lies den Text und **begründe eine Entgegnung** mit Hilfe des Diagramms.

*Die Abb. 2 zeigt, dass unter den gegebenen Annahmen (Lebensdauer bis 2038) ein E-Fahrzeug bereits heute nur noch 80g CO<sub>2</sub> pro Kilometer ausstößt, ein Verbrenner dagegen ca. 250g pro Kilometer. **Das E-Fahrzeug emittiert also in dem Zeitraum insgesamt nur etwa 30% des CO<sub>2</sub> wie ein vergleichbarer Verbrenner.** Diesel und Benzinauto unterscheiden sich dabei kaum. Würde das E-Fahrzeug dagegen bereits **heute mit 100% Ökostrom** betrieben (so einen Strommix gibt es in der EU noch nicht), würden die Emissionen aus dem Betrieb noch einmal **auf fast die Hälfte sinken**. Die Herstellung würde aber dennoch Emissionen verursachen, da nur der Strom für den Betrieb berücksichtigt wurde. Zudem sind in der Herstellung auch „Nicht-Strom-Emissionen“ z.B. aus der Stahlproduktion enthalten. Bei Baujahr 2016 wäre der Emissions-Vorteil der E-Fahrzeuge geringer, da der Strommix vor 5 Jahren mehr fossile Anteile beinhaltete. Leider ist der Unterschied jedoch vermutlich nicht sehr groß, da der Anteil an erneuerbaren Energiequellen nur langsam stieg. Exakte Ergebnisse könnte man mit Hilfe der CO<sub>2</sub>-Intensitäten der vergangenen Jahre berechnen. Ab dem Baujahr 2026 wird der Betrieb (und ggf. auch die Herstellung) des E-Fahrzeugs weniger Emissionen verursachen.*

*Inwieweit die Kraftstoffproduktion bei Benzin und Diesel emissionsärmer wird, lässt sich auf Basis der Daten nicht sagen.*

### 3. Beantworte: Worauf sollte man noch achten, wenn ein Elektroauto und ein Auto mit einem Verbrennungsmotor miteinander verglichen werden?

- *Strommix und CO<sub>2</sub>-Intensität, unterschieden nach Region und Jahren, ggf. nach Herstellern*
- *Prognose zu CO<sub>2</sub>-Intensität des Strommixes über die Lebensdauer*
- *Lebensdauer und Kilometerleistung des Fahrzeugs*
- *Fahrzeugmasse und Energieverbrauch pro Kilometer*
- *Entsorgung und Recycling*

*Konkret:*

- *Zum Beispiel könnte mit 100% Ökostrom bei der Ladung über die gesamte Lebensdauer gerechnet werden („Schönrechnung“) oder mit dem gleichen Strommix von 2020 („Schlechtrechnung“).*
- *Zum Beispiel könnte ein Kleinwagen mit einem SUV verglichen werden.*

## Material

Arbeitsblatt (DOCX/PDF) „CO<sub>2</sub>-Bilanz von E-Fahrzeugen“

---

<sup>4</sup> Siehe z.B. Mogk M.: Faktencheck – sind E-Autos doch Klimakiller, auf: <https://www.swr3.de/aktuell/fake-news-check/faktencheck-sind-e-autos-doch-klima-killer-co2-bei-herstellung-problematisch-100.html> (letzter Aufruf am 07.09.21)

Name:

Datum:

## Über die CO<sub>2</sub>-Bilanz von Elektrofahrzeugen

Die **CO<sub>2</sub>-Bilanz** eines Elektrofahrzeugs setzt sich zusammen aus

- Emissionen (dem Ausstoß von Teilchen oder Gasen) bei der Herstellung und
- Emissionen beim Betrieb des Fahrzeugs (also dem Laden des Akkus).



Die Emissionen stammen dabei aus der Erzeugung des benötigten Stroms. Je CO<sub>2</sub>-ärmer also der Strom wird, desto besser wird die Bilanz. In einem Energiesystem mit 100% Strom aus regenerativen Energiequellen sind Herstellung und Betrieb eines E-Fahrzeugs folglich nahezu CO<sub>2</sub>-frei.

Aktuell beinhaltet der Strommix in Deutschland (siehe Abbildung rechts) aber erst einen Teil regenerativ erzeugten Strom. Die Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle/Gas) hat ebenfalls noch einen Anteil<sup>1</sup>. Die CO<sub>2</sub>-Intensität des aktuellen Strommix kann aus diesen Anteilen berechnet werden. Die gesamt anfallenden Emissionen errechnet man aus der benötigten Strommenge, multipliziert mit der CO<sub>2</sub>-Intensität des verwendeten Strommix.

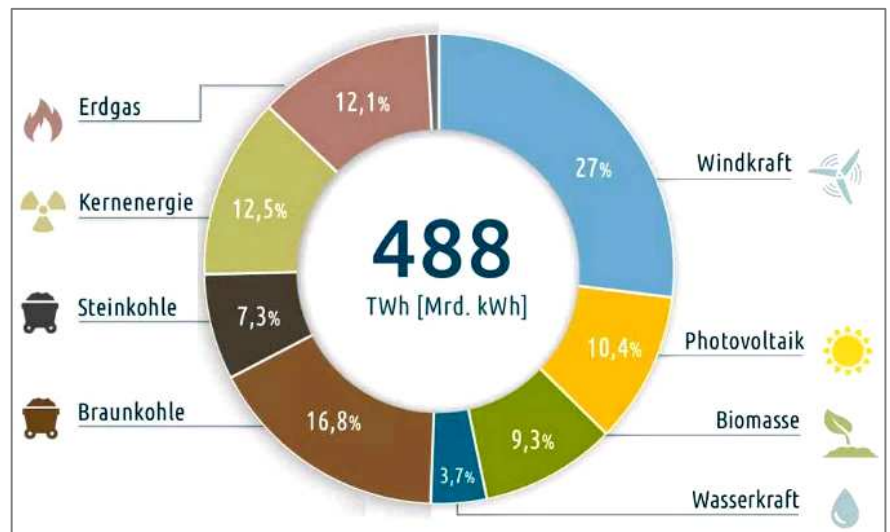


Abb. 1 Strommix Deutschland 2020<sup>1</sup>

Eine zunehmende Zahl von Analysen kommt zu dem Ergebnis, dass E-PKW bereits heute eine deutlich bessere Bilanz als Verbrenner-PKW aufweisen und dass sich die Bilanz der E-Fahrzeuge von Jahr zu Jahr weiter verbessert<sup>2</sup>.

Bei der Akku-Herstellung wird bereits für die Förderung und Aufbereitung der Rohstoffe viel Strom gebraucht und auch andere Fertigungsschritte sind stromintensiv. Da sich der Strommix je nach Land unterscheidet, muss festgelegt werden, welcher Strommix für die Rechnung zugrunde gelegt wurde. Zudem erfolgen verschiedene Fertigungsschritte in unterschiedlichen Ländern und Betrieben.

Beim Fahrzeug-Betrieb ist zusätzlich zu beachten, dass sich selbst innerhalb eines Landes die CO<sub>2</sub>-Intensität des Strommix im Laufe der Zeit ändert und der Anteil der erneuerbaren Energiequellen fast überall zunimmt. Ein Fahrzeug fährt in jedem Jahr also mit unterschiedlich

<sup>1</sup> Daten: Fraunhofer ISE 2021, Grafik: <https://strom-report.de/strom> (CC BY SA 4.0)

<sup>2</sup> Daten/Grafik (verändert): ICCT, Klimabilanz von elektrischen und verbrennungsmotorischen Pkw, 2021.

CO<sub>2</sub>-intensivem Strom. Aussagen über dessen zukünftige CO<sub>2</sub>-Intensität sind auf der Grundlage der Vorhersagungen von Marktforschern möglich, beinhalten aber immer einen unbekanntem Anteil.

Aussagen zu Emissionen beim Betrieb hängen darüber hinaus von Annahmen ab, die man zur Lebensdauer der Fahrzeuge, der gefahrenen Kilometerzahl und ggf. zur Entsorgung bzw. zum Recycling macht. Auch sollte bei Vergleichen der Fahrzeugtyp mit seinem spezifischen Energieverbrauch beschrieben werden, um sinnvolle Vergleiche zu ermöglichen (denn man kann keinen SUV mit einem Kleinwagen vergleichen, unten sieht man einen Vergleich von PKW der Kompaktklasse).

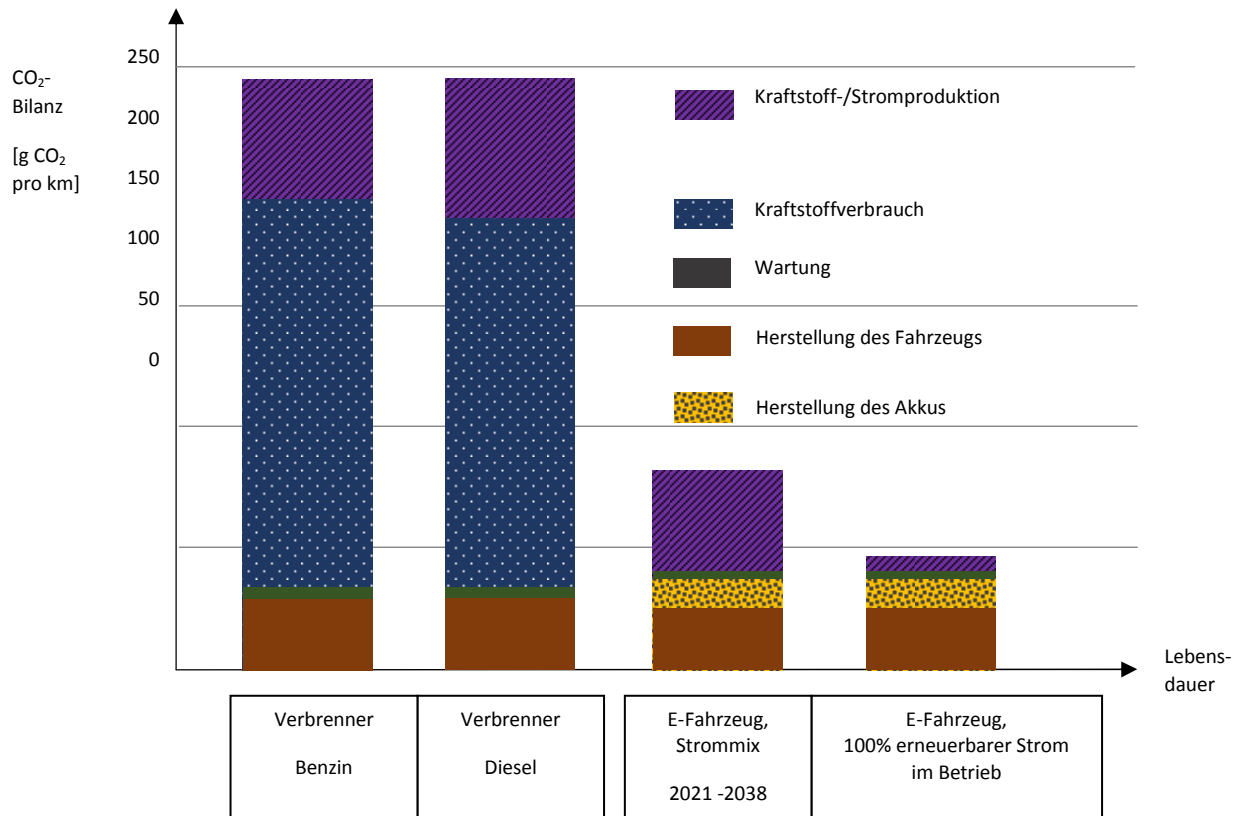


Abb. 2 Vergleich von PKW (Kompaktklasse, Baujahr 2021, Europäische Union) verschiedener Antriebstypen über deren Lebensdauer<sup>2</sup>.

### Aufgaben:

#### 1. Beantworte die Fragen:

- Wovon hängt die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Elektroautos ab?
- Warum ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Elektroautos abhängig vom Land in dem das Auto gebaut bzw. genutzt wird?

2. In den Medien wird immer wieder behauptet, dass Elektroautos nicht klimaschonender seien als Autos mit einem Verbrennermotor<sup>3</sup>. Als Begründung wird oft genannt, dass die Herstellung der Fahrzeuge und insbesondere der Akkus besonders klimaschädlich sei. Lies den Text und **begründe eine Entgegnung** mit Hilfe des Diagramms.

3. **Beantworte:** Worauf sollte man noch achten, wenn ein Elektroauto und ein Auto mit einem Verbrennungsmotor miteinander verglichen werden?

<sup>3</sup> Siehe z.B. Mogk M.: Faktencheck – sind E-Autos doch Klimakiller, auf: <https://www.swr3.de/aktuell/fake-news-check/faktencheck-sind-e-autos-doch-klimakiller-co2-bei-herstellung-problematisch-100.html> (letzter Aufruf am 07.09.21)