



Ziele der Unterrichtseinheit

- Die Schüler/innen analysieren anhand verschiedener Stromrechnungen den Energiemix verschiedener Stromanbieter.
- Die Schüler/innen erarbeiten Wissen in Bezug auf die Umweltfreundlichkeit von Elektrofahrzeugen.
- Die Schüler/innen erarbeiten aus Grafiken und Tabellen selbstständig die Vor- und Nachteile von Elektromobilität sowie Argumente von Befürwortern und Kritikern.
- Die Schüler/innen berechnen mithilfe des UMBReLA-Umweltrechners die Emissionen eines Beispielautos und prüfen, ob und unter welchen Umständen ein Elektrofahrzeug umweltfreundlicher abschneidet als ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.

Fächer und Altersstufe

- Biologie, Chemie, Physik, Geografie
- Ab der 9. Schulstufe

Dauer der Einheit

- 1 Unterrichtsstunde
- Optional: 1 Unterrichtsstunde zur Arbeit mit dem UMBReLA-Umweltrechner

Benötigte Materialien

- Kopien von Stromrechnungen der Schüler/innen
- Internetzugang zum Recherchieren (Computer oder Smartphones)

Möglicher Unterrichtsverlauf

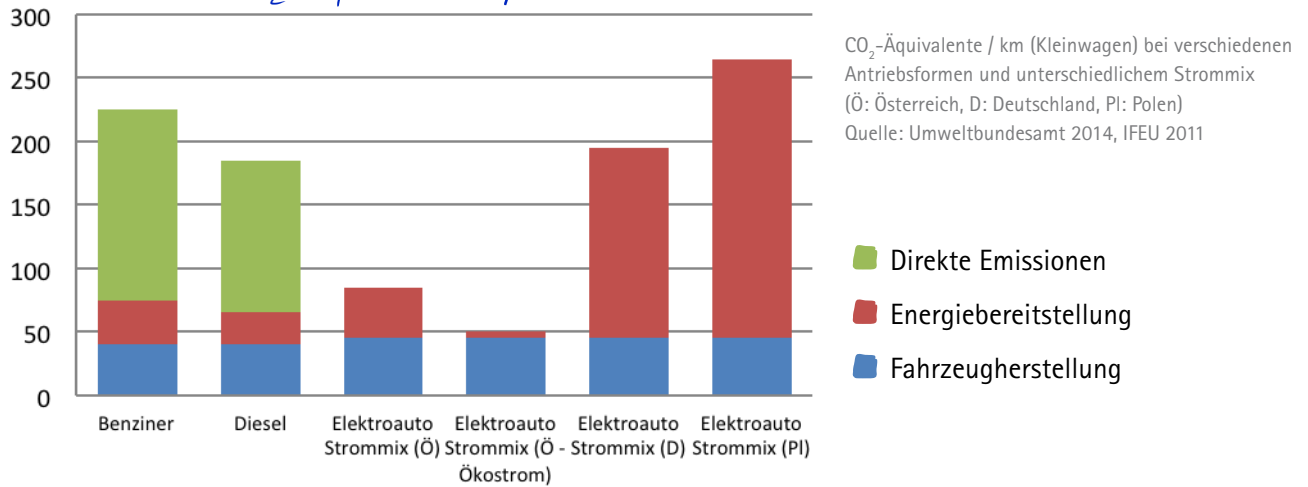
- 1 Schüler/innen diskutieren in Kleingruppen, ob Elektroautos ihrer Meinung nach umweltfreundlicher sind als Autos mit Verbrennungsmotoren und notieren ihre Argumente.
- 2 Im Plenum werden die verschiedenen Argumente gesammelt und einander gegenübergestellt.
- 3 Die Schüler/innen analysieren den österreichischen Strommix auf Basis der Stromrechnungen ihrer Eltern.
- 4 Die Schüler/innen interpretieren die Grafik zum CO₂-Ausstoß unterschiedlicher Antriebsarten. Was wird unter direkten Emissionen, Energiebereitstellung und Fahrzeugherstellung verstanden? Warum gibt es zwischen Elektroautos in Österreich, Deutschland und Polen so große Unterschiede?
- 5 Die Schüler/innen analysieren den Strommix der Länder Österreich, Deutschland und Polen und notieren die wichtigsten Unterschiede. Wie hoch sind in den Ländern die Anteile an erneuerbaren Energieträgern und an fossilen Energieträgern?
- 6 Die Schüler/innen diskutieren, unter welchen Voraussetzungen Elektrofahrzeuge umweltfreundlicher sind als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.
- 7 Die Schüler/innen schauen sich eine Animation zum Auto der Zukunft an und halten die derzeitigen Vor- und Nachteile der verschiedenen alternativen Antriebsformen in einer Tabelle fest.
- 8 Die Schüler/innen berechnen mithilfe des UMBReLA-Umweltrechners die Emissionen eines Beispielautos und prüfen, ob und wann ein Elektrofahrzeug umweltfreundlicher abschneidet als ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.

Hintergrundinformationen

(Quelle: Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg, Umweltbundesamt Wien)

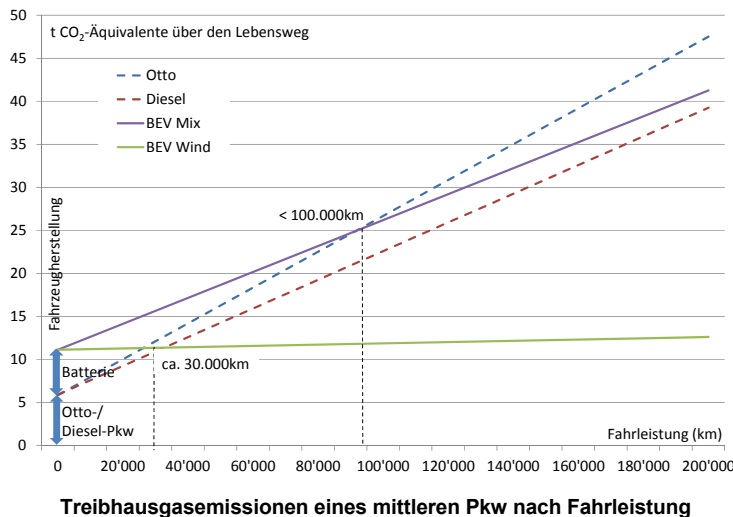
Die der Tabelle zugrunde liegenden Daten berücksichtigen die direkten Emissionen und die vorgelagerten Prozesse bei der Fahrzeugherstellung und Energiebereitstellung (z. B. Stromerzeugung für Elektroautos) verschiedener Antriebssysteme. Nicht berücksichtigt wurde die Fahrzeugentsorgung, da hier wenig valide Daten vorhanden sind, wobei davon auszugehen ist, dass es keine sehr großen Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Antriebssystemen gibt.

Gramm CO₂-Äquivalente pro km



Die Analysen zeigen, dass Elektrofahrzeuge heute bei der Bilanzierung des gesamten Lebensweges (inkl. Fahrzeugherstellung und Energiebereitstellung) und bei Nutzung des durchschnittlichen österreichischen Strommixes eine wesentlich bessere Klimabilanz haben als Verbrennungsfahrzeuge. Bei der Verwendung des durchschnittlichen deutschen Strommixes

weisen Elektrofahrzeuge und Verbrennungsfahrzeuge eine ähnliche Klimabilanz auf. Hier kann die Klimawirkung der Batterieherstellung gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren etwa ab einer Lebensfahrleistung von 100.000 Kilometern ausgeglichen werden. Verwendung von Ökostrom verbessert die Klimabilanz wesentlich.



Treibhausgasemissionen eines mittleren PKW (Verbrennungsmotor, Diesel, BEV (Battery Electric Vehicle) mit deutschem Strommix und Windstrom) im Vergleich; Quelle: Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg, 2011

Elektroautos mit einem polnischen Strommix schneiden schlechter ab als herkömmliche Verbrennungsmotoren, da die Strombereitstellung in Polen sehr stark auf Braun- und Schwarzkohlekraftwerken basiert.

Die Bilanz von Elektrofahrzeugen hängt also sehr stark von den CO₂-Emissionen des genutzten Stroms ab. Die Nutzung zusätzlicher erneuerbarer Energien (z. B. Windstrom) führt zu deutlichen Klimavorteilen gegenüber konventionellen PKWs.

Aber auch die Art der Nutzung beeinflusst die Ökobilanz von Elektrofahrzeugen. Besonders vorteilhaft stellen sich batterieelektrische Nutzungen im Innenstadtbereich dar. Hier ist der Elektroantrieb deutlich effizienter als der Verbrennungsmotor und die Reichweite des Elektrofahrzeugs ist in der Regel für die täglichen Fahrten ausreichend. Andererseits ist bei rein städtischer Nutzung die Fahrleistung im Privatverkehr häufig gering. Daher wird der Umweltaufwand der Batterieherstellung schlechter

ausgeglichen. Besonders vorteilhaft ist daher die Nutzung im städtischen Güterverkehr, wo durch die intensive Nutzung der Fahrzeuge auch im Stadtbereich hohe Fahrleistungen erreicht werden. Zukünftig werden sich die Umweltwirkungen durch Elektrofahrzeuge mit dem Ausbau erneuerbarer Energien und durch Fortschritte bei den Batterien verbessern.

Die zusätzliche Stromnachfrage durch Elektrofahrzeuge birgt jedoch auch die Gefahr, dass verstärkt fossile Kraftwerke eingesetzt werden. Ein plötzlicher rapider Anstieg von Elektrofahrzeugen in Österreich würde natürlich auch den Strombedarf ansteigen lassen und Österreich müsste mehr Strom importieren. Günstig importierter Strom kommt oft aus Kohlekraftwerken oder Atomkraftwerken, wodurch die Ökobilanz von Elektrofahrzeugen wieder schlechter ausfallen würde als die Ökobilanz von Verbrennungsmotoren – aus ökologischen Überlegungen ist daher die Kopplung des Ausbaus von Elektromobilität und erneuerbaren Energien notwendig. Die Ökobilanzierung von Elektrofahrzeugen wirft folgende Fragen auf, die auch mit den Schüler/innen diskutiert werden können:

- Wie entwickeln sich Lebensdauer und Energiedichte von Batterien?
- Welche Materialien werden in Batterien und Fahrzeugen eingesetzt, wie ist ihre Verfügbarkeit und welche Möglichkeiten des Recycling gibt es?
- Welche Fahrzeugkonzepte werden zukünftig wo und wie eingesetzt und wie ist die Wechselwirkung mit dem Energiesektor?
- Wie stellen sich die Umweltbilanzen der Elektromobilität unter anderen Rahmenbedingungen (z.B. in Schwellenländern – Stichwort Strommix China) dar?
- Welchen Beitrag kann Elektromobilität zu neuen, zukunftsfähigen Mobilitätsstrukturen leisten?

Weiterführende Links

Infos zum Thema Elektromobilität in Österreich

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/elektromobilitaet/index.html>

Hilfreiche Faktenblätter und Grafiken aus dem Verkehrsplan Österreich

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/gvp/faktenblaetter/index.html>

Hintergrundinformationen zur Berechnung von CO₂-Bilanzen verschiedener Antriebssysteme

<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0440.pdf>

Umweltbilanzrechner Elektromobilität

<http://www.emobil-umwelt.de>



Mobilität ist eine zentrale Voraussetzung dafür, dass sich Wirtschaft und Gesellschaft entwickeln können. Gleichzeitig belastet sie die Umwelt und die menschliche Gesundheit. Der zunehmende Verkehr verursacht knapp ein Viertel der Treibhausgase europaweit und Schadstoffe aus Abgasen belasten die Luft und damit die Atemwege. Hilft Elektromobilität, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren?



© Wien Energie / Ian Ehrm

CHECKLIST

- Sind Elektroautos umweltfreundlicher als Benzin- oder Dieselfahrzeuge? Diskutiert diese Frage in der Gruppe!
- Fragt eure Eltern nach eurer letzten Stromrechnung. Dort findet ihr Angaben zum **Strommix**.
 - Welcher Anteil (in %) wird aus erneuerbaren Energien gewonnen?
 - Welcher Anteil (in %) wird aus fossilen Energieträgern (Gas, Öl, Kohle) gewonnen?
- Interpretiert in Kleingruppen die Grafik oben auf der nächsten Seite und diskutiert sie mit eurer Lehrperson!
- Woran liegt es eurer Meinung nach, dass polnische Elektroautos derzeit mehr CO₂-Belastung verursachen als herkömmliche Benzin- und Dieselfahrzeuge?
- Schaut euch auf der nächsten Seite die Zusammensetzung des österreichischen, deutschen und polnischen Strommixes an.
- Diskutiert, unter welchen Voraussetzungen Elektroautos tatsächlich **weniger CO₂-Belastung** verursachen als herkömmliche Antriebsformen.
- Schaut euch die **Animation zum Auto der Zukunft** an (► Weiterführende Links) und stellt die Vor- und Nachteile verschiedener Antriebsarten in einer Tabelle zusammen!

WEITERFÜHRENDE LINKS

Mit dem **UMBreLa-Umweltrechner** kannst du ermitteln, wie klimafreundlich verschiedene Autos und Antriebsarten sind.

<http://www.emobil-umwelt.de>

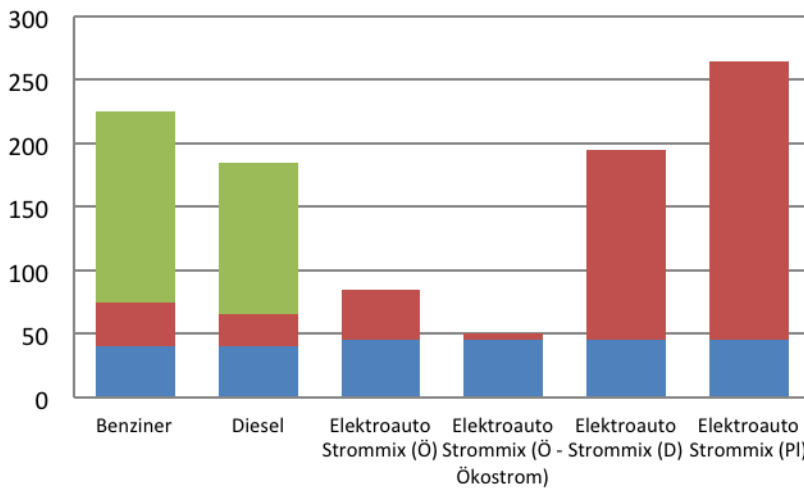
Wie sieht das Auto der Zukunft aus?

[Animation Auto der Zukunft](#)



Weiter geht's auf der nächsten Seite!

Gramm CO₂-Äquivalente pro km

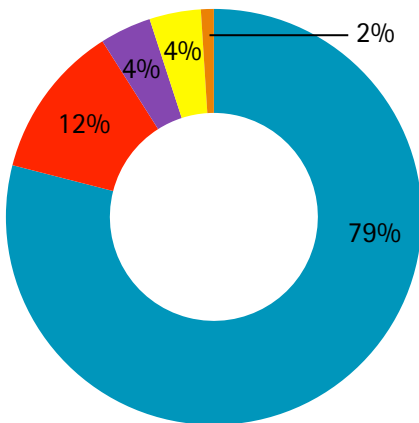


CO₂-Äquivalente/km (Kleinwagen) bei verschiedenen Antriebsformen und unterschiedlichem Strommix (Ö: Österreich, D: Deutschland, PI: Polen)
Quelle: Umweltbundesamt 2014, IFEU 2011

- Direkte Emissionen
- Energiebereitstellung
- Fahrzeugherstellung



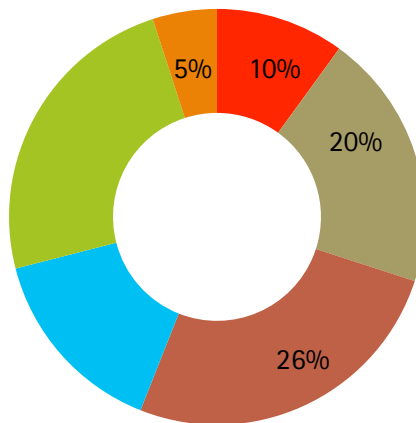
Österreich
Strommix 2013



Quelle: Wien Energie, Stromtarif Optima

- Wasserkraft
- Erdgas
- Biomasse
- Wind-/Sonnenenergie
- Sonstige

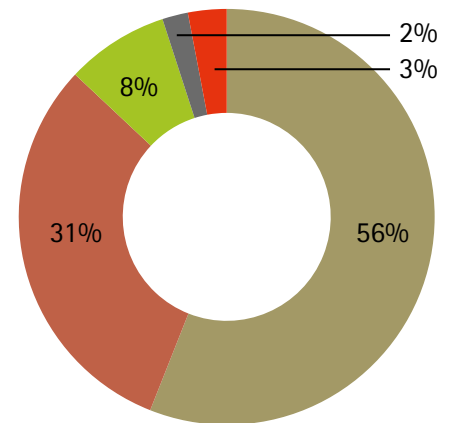
Deutschland
Strommix 2013



Quelle: AG Energiebilanzen

- Erdgas
- Steinkohle
- Braunkohle
- Atomstrom
- Erneuerbare Energien
- Sonstige

Polen
Strommix 2013



Quelle: Außenwirtschaft Österreich

- Steinkohle
- Braunkohle
- Erneuerbare Energien
- Öl
- Erdgas