05.05.2022 | Hintergrund

Elektroautos, Carsharing, multimodaler Verkehr

Sekundarstufe, Grundschule

Wer am gesellschaftlichen Leben teilnehmen möchte, muss mobil sein. In unserer Gesellschaft erledigen die Menschen ihre Wege überwiegend mit dem eigenen Auto. Das schafft zunehmend Probleme. Der Platz wird knapp auf den Straßen und der Verkehr schädigt die Umwelt und die Gesundheit. Neue Technologien wie Elektroantriebe und intelligente Verkehrssysteme versprechen einen umweltfreundlicheren Verkehr – und zum Teil auch mehr Mobilität durch weniger Autos.

Gehört zu:

Thema des Monats: Die Zukunft des Autos?
Unterrichtsvorschlag: Wohin entwickeln sich Autos? (Variante für Fortgeschrittene) (SEK)
Unterrichtsvorschlag: Wohin entwickeln sich Autos? (Basisvariante) (SEK)
Unterrichtsvorschlag: Autos früher, heute und morgen (Variante für Fortgeschrittene) (GS)
Unterrichtsvorschlag: Autos früher, heute und morgen (Basisvariante) (GS)

Ob Tempolimit auf deutschen Autobahnen, Abgas-Skandale oder Parkplatz-Probleme: Immer wieder ist das Auto und der gesellschaftliche Umgang damit Gegenstand öffentlicher Diskussionen.

Das Auto ist das Verkehrsmittel Nummer eins der Deutschen. 77 Prozent aller Haushalte besitzen mindestens einen Wagen, jeder vierte sogar zwei und mehr. Die Menschen nutzen ihre eigenen Autos häufig. Der Anteil der damit zurückgelegten Kilometer ist hoch. Etwa 75 bis 80 Prozent der zurückgelegten Strecken gehen auf das Konto des Autos. Das häufige Autofahren – ob aus Gründen der Bequemlichkeit, der Gewohnheit oder weil man darauf angewiesen ist – wird jedoch zunehmend zum Problem. Die Folgen sind mehr Lärm und mehr Staus in den Ballungsgebieten sowie auf den Autobahnen.

Die meisten Autos verbrennen beim Fahren Treibstoff. Die Abgase, die dabei entstehen, schädigen Umwelt und Klima sowie die Gesundheit der Menschen. Dazu gehören gasförmige Emissionen wie Kohlenstoffdioxid (CO_2), Stickstoffoxide (NO und NO_2, auch als NOX bezeichnet) sowie Partikel wie Feinstaub. Partikelemissionen entstehen nicht nur beim Verbrennungsprozess im Motor, sondern auch durch den Abrieb von Bremsen und Reifen.

Eine Strategie, um entscheidende Verbesserungen im Hinblick auf die Emissionen von Autos herbeizuführen, ist der Antriebswechsel. Das bedeutet, dass der Verbrennungsmotor durch einen Elektromotor ersetzt wird. Statt mit Benzin oder Diesel werden Autos dann mit Strom angetrieben.

Selbstfahrende oder autonome Autos sollen künftig außerdem den Verkehrsfluss verbessern und die Sicherheit im Straßenverkehr steigern.

Immer wieder berichten Medien auch von Drohnen, die ebenfalls autonom unterwegs sind. Sie können leichte Lasten wie medizinische Waren transportieren, aber auch schwere Lasten in Europalettengröße. Inzwischen wurden ersten Drohnenmodelle entwickelt, die Menschen befördern sollen. Noch ist diese Technik jedoch in der Entwicklungsphase. Es ist offen, ob sie jemals im Alltag genutzt werden wird.

Um den Umstieg auf die Elektromobilität zu beschleunigen, zahlt die Bundesregierung seit einigen Jahren einen Zuschuss bei der Beschaffung eines neuen Elektro- oder Plug-in-Hybridfahrzeugs. Dieser Zuschuss

wird als Umweltbonus bezeichnet. Aber auch zur Herstellung und zum Betrieb von Elektroautos werden Ressourcen und öffentlicher Raum benötigt. Und auch Elektroautos verursachen die besonders gesundheitsgefährdenden Partikelemissionen – den Feinstaub – durch den Abrieb von Reifen und Bremsen, wenn auch in geringerem Maße als bei vergleichbaren Verbrennerfahrzeugen. Fachleute fordern daher ein generelles Umdenken in der Alltagsmobilität der Menschen. Das beinhaltet, klimafreundliche Alternativen zum Privatwagen zu schaffen, aber auch Verkehr zu vermeiden . So sollen mehr Menschen statt des Autos lieber das Fahrrad oder die Bahn nutzen oder aber – wenn der Weg nicht zu weit ist – laufen. Es gibt auch immer mehr Lastenfahrräder, um größere Einkäufe oder schwerere Gegenstände und sogar Personen zu transportieren.

Der Autoverkehr wird zum Problem

Mobilität hat einen hohen Stellenwert in unserer Gesellschaft. In Deutschland beruht sie heute weitgehend auf dem individuellen Autoverkehr. Das heißt: Die meisten Wege legen die Menschen allein in ihrem Privatwagen zurück. Anfang 2021 gab es rund 48,2 Millionen Pkw in Deutschland, bei knapp 83,2 Millionen Einwohner*innen. Allein seit 2010 ist die Zahl der Autos um 5,9 Millionen gestiegen. Das heißt, der Autobesitz stieg um 12,2 Prozent, während die Bevölkerung nur um 1,7 Prozent wuchs. Nicht nur in Deutschland wächst der Pkw-Verkehr. Weltweit gibt es heute rund 1,25 Milliarden Pkw.

Diese Zahl hat sich in den vergangenen 20 Jahren verdoppelt und steigt weiter rasant an . Angesichts der Umweltfolgen ist dies für nahezu alle Industrie- und Schwellenländer mit großen Herausforderungen verbunden.

Die Folgen für Klima, Umwelt und Gesundheit

Der heutige Straßenverkehr ist zu etwa 95 Prozent von fossilen Brennstoffen abhängig. Die Folge sind hohe Treibhausgasemissionen. In Deutschland gehen rund 20 Prozent der direkten CO_2-Emissionen auf das Konto des Verkehrs. Circa 95 Prozent davon werden im Straßenverkehr erzeugt.

Zudem verursacht der Verkehr Luftschadstoffe. Zwar haben moderne Katalysatoren dafür gesorgt, dass aktuelle Fahrzeuge sehr viel weniger Schadstoffe ausstoßen, wodurch die Luft in den vergangenen Jahren in den Innenstädten deutlich besser geworden ist. Jedoch bereiten Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub insbesondere in Ballungsgebieten und an vielbefahrenen Straßen weiterhin Probleme. Der Verkehrsbereich trägt zu rund 60 Prozent zur Stickstoffdioxid-Belastung in deutschen Städten bei.

Stickstoffdioxid ist ein Gas, das zu gesundheitlichen Problemen führen kann. Die Aufnahme von Stickstoffdioxid erfolgt über die Atmung. Als stark reaktives Reizgas wirkt es auf die Schleimhäute der Atmungsorgane, vor allem die unteren Atemwege sind besonders betroffen. Akut können Hustenreiz und Atembeschwerden auftreten. Aus der Reizwirkung und dem damit verbundenen Stress resultieren des Weiteren entzündliche Prozesse, die zum Beispiel in der Lunge chronisch schädigende Wirkungen hervorrufen können. Auch wird eine Zunahme von Herz- und Kreislauferkrankungen beobachtet.

Die Mitgliedstaaten der EU haben 1999 beschlossen, dass ab 2010 ein Jahresmittelwert der Konzentration von Stickstoffdioxid von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu g/m^3$) überall eingehalten werden soll. Jedoch wurde dieser Grenzwert, zumindest bis zum Jahr 2021, an einigen verkehrsnahen Messstationen immer noch überschritten. Zwar wurden auch die Abgasgrenzwerte für Fahrzeuge im selben Zeitraum deutlich abgesenkt, jedoch zeigten Tests unter realen Bedingungen, dass nahezu alle Pkw und leichten Nutzfahrzeuge diese Grenzwerte nur unter den unrealistischen Bedingungen der vorgeschriebenen Prüfzyklen im Labor einhielten. Hingegen wurden die Grenzwerte unter realen Bedingungen auf der Straße zunehmend überschritten.

Darüber hinaus wurde im Rahmen des sogenannten Dieselskandals bei einigen Fahrzeugen nachgewiesen, dass die Hersteller durch technische Manipulation dafür gesorgt hatten, dass die Emissionen nur beim Test auf dem Rollenprüfstand unter Laborbedingungen unter dem Grenzwert blieben,

im normalen Straßenbetrieb jedoch mehr als zehnmal höher lagen. Die betroffenen Fahrzeuge deutscher Hersteller mussten zurückgerufen und die illegale Motorsteuersoftware entfernt werden. Des Weiteren wurden seit 2017 mit der EU-weiten Einführung der sogenannten "Real-Driving-Emissions-Tests" mittels mobiler Messtechnik direkt am Auspuff zukünftige Manipulationen deutlich erschwert. Die Real-Emissionen dieser neuen Fahrzeuggeneration wurden signifikant abgesenkt und auch die Luftqualitätsgrenzwerte in den Städten wurden zunehmend eingehalten.

Feinstaub – ein weiteres Produkt des Autoverkehrs – ist ein Teil des Schwebstaubs. Als Schwebstaub oder englisch "particulate Matter" (PM) bezeichnet man Teilchen in der Luft, die nicht sofort zu Boden sinken, sondern eine gewisse Zeit in der Atmosphäre verweilen. Je nach Korngröße der Staubpartikel wird der Schwebstaub in verschiedene Fraktionen unterteilt: Unter PM10 versteht man vereinfacht alle Staubpartikel, deren aerodynamischer Durchmesser kleiner als zehn Mikrometer (das sind zehn Millionstel Meter) ist. Im Allgemeinen wird diese PM10-Fraktion des Schwebstaubes als Feinstaub bezeichnet.

Feinstaub entsteht vorrangig beim Verbrennungsprozess in Diesel- und modernen Benzinmotoren. Zwar sind Partikelfilter in der Lage, den Großteil der Partikel aus den Abgasen zu filtern, jedoch entstehen Partikel auch beim Fahren und Bremsen als Abrieb der Reifen, der Kupplung oder der Bremsen. Reifen verlieren außerdem beim Fahren ständig Gummipartikel, die schädliche Stoffe wie Zink, Blei, Cadmium und Weichmacher enthalten und auch für die zunehmende Gewässerbelastung durch Mikroplastik mit verantwortlich sind. Diese Partikelemissionen entstehen daher nicht nur bei Verbrennungsmotoren, sondern auch bei Fahrzeugen mit alternativen, klimafreundlichen Antrieben.

Es ist erwiesen, dass sich Feinstaub negativ auf den Gesundheitszustand des Menschen auswirkt. Je nach Größe der Staubpartikel können sich ihre Wirkungen unterscheiden, denn je kleiner die Partikel sind, desto tiefer gelangen diese in den Atemtrakt. Besonders kleine Partikel (kleiner als 100 Nanometer) dringen bis in tiefe Zellebenen der Lunge vor und können von dort auch ins Blut oder in das Lymphsystem gelangen.

Die Feinstaubpartikel lösen Entzündungen und Stress in menschlichen Zellen aus. Hält dies über einen längeren Zeitraum an, kann das zu Erkrankungen führen. Die langfristigen Effekte von Feinstaub, die bei einer Belastung über Monate und Jahre entstehen, wirken sich auf die Atemwege (zum Beispiel Asthma, verringertes Lungenwachstum, Bronchitis, Lungenkrebs), das Herz-Kreislauf-System (zum Beispiel Bluthochdruck), den Stoffwechsel (zum Beispiel Diabetes) und das Nervensystem (zum Beispiel Demenz) aus. Insgesamt führt Feinstaub zu einer erhöhten Sterblichkeit.

Darüber hinaus ist der Verkehr eine Quelle von Lärm, der die Lebensqualität in den Städten beeinträchtigt. Rund 75 Prozent der Bürger*innen fühlen sich zum Beispiel durch Verkehrslärm belästigt. Verkehrslärm kann auch krank machen – selbst wann man sich an den Lärm gewöhnt hat. Er kann zum Beispiel den Schlaf beeinträchtigen oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursachen. Denn das Gehör nimmt ständig Geräusche wahr. Es kann nicht an- und ausgeschaltet werden. Das Gehirn verarbeitet diese Geräusche, aktiviert das Nervensystem und schüttet Stresshormone aus. Unsere Vorfahren konnten auf diese Weise schnell auf Gefahren wie wilde Tiere reagieren.

Zusätzlich zu den Auswirkungen des Verkehrs auf Klima und Luftqualität zerschneidet der Bau von Straßen die Landschaft und versiegelt Flächen. Dadurch werden insbesondere Ökosysteme gestört.

Welche Lösungsansätze gibt es?

Ein technischer Ansatz zur Verringerung der Umweltprobleme war und ist die Verbesserung der Verbrennungsmotoren, die Benzin oder Diesel nutzen. Ihre Optimierung sorgt dafür, dass die Energieeffizienz der Pkw seit Jahren steigt. Das heißt, die Fahrzeuge benötigen weniger Kraftstoff für die gleiche Leistung. Rückschlüsse auf den Kraftstoffverbrauch ermöglicht der durchschnittliche CO_2-Ausstoß pro Kilometer, den die Hersteller für jedes Modell angeben müssen. Denn der CO_2-Ausstoß ist proportional zum Kraftstoffverbrauch.

Bei der Optimierung der Fahrzeuge im Hinblick auf den Kraftstoffverbrauch hat es in der Vergangenheit zwar große Fortschritte gegeben. Jedoch wurden diese Erfolge durch die Zunahme des Pkw-Verkehrs und den Trend zu immer größeren und schwereren Autos aufgehoben. Denn diese weisen höhere Kraftstoffverbräuche auf als kleinere Autos.

Autofahren ohne Abgase

Die Elektromobilität wird als ein zentraler Baustein betrachtet, um den Verkehr umweltfreundlicher zu gestalten. Elektrofahrzeuge in Form reiner Batteriefahrzeuge werden von einem Elektromotor angetrieben und beziehen ihre Energie überwiegend aus dem Stromnetz. Die Fahrzeuge müssen regelmäßig aufgeladen werden. Die Nutzung von Strom ist im Vergleich zu herkömmlichem Treibstoff sehr effizient, weil Elektromotoren einen höheren Wirkungsgrad haben als Verbrennungsmotoren. Das bedeutet, dass ein Elektroauto mit einer Kilowattstunde Strom weiter fahren kann als ein Auto mit Verbrennungsmotor mit einer Kilowattstunde aus Benzin oder Diesel. Im Hinblick auf den Klimaschutz ist es dabei von besonderer Bedeutung, dass der zum Laden der Batterien eingesetzte Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammt.

Reine Elektroautos sind ausschließlich mit einem Elektromotor ausgestattet. Sie erhalten die Energie aus den Batterien im Fahrzeug, die über das Stromnetz geladen werden. Sie werden auch als "BEV" bezeichnet, nach dem englischen Ausdruck "battery electric vehicle".

Hybridfahrzeuge haben zusätzlich zum Elektromotor einen Verbrennungsmotor. Wenn ihre Batterie über das Stromnetz geladen werden kann, spricht man von einem "Plug-in-Hybridfahrzeug".

Auch Wasserstofffahrzeuge sind im Grunde Elektrofahrzeuge. Im Fahrzeug ist eine Brennstoffzelle samt Wasserstofftank verbaut, die während der Fahrt den Strom für den Antrieb erzeugt.

Im Jahr 2021 waren eine Million Elektrofahrzeuge auf den Straßen Deutschlands unterwegs. 54 Prozent fuhren rein elektrisch, 46 Prozent waren Plug-in-Hybride. Die Zahl der zugelassenen Wasserstoffautos lag in den vergangenen zehn Jahren bei 1000.

Die Ökobilanz von Elektrofahrzeugen

Sind Elektrofahrzeuge umweltfreundlicher als Benziner und Diesel? Zur Beantwortung dieser Frage ist eine umfassende Untersuchung notwendig, die im Rahmen einer Umweltbilanz durchgeführt wird. Hier fließt der gesamte Lebensweg von Fahrzeugen ein: die Herstellung aller Bauteile, der Betrieb des Fahrzeugs und die dafür benötigte Energie, der Wartungsaufwand und schließlich die Entsorgung des Autos. In all diesen "Lebensphasen" wird auch berücksichtigt, welche Umweltwirkungen die Rohstoffe und Energieträger bei ihrer Gewinnung und Verarbeitung verursachen.

Auf der Straße verursacht ein Elektroauto keine Emissionen von Kohlendioxid (CO_2) oder anderen Treibhausgasen. Für den Klimawandel ist aber nicht relevant, wo die Emissionen entstehen, sondern wie groß diese insgesamt sind. Daher ist es für die Bewertung der Klimaverträglichkeit von Elektrofahrzeugen unerlässlich, die Strombereitstellung – also den Ausstoß der Kraftwerke – und andere Emissionsquellen, einzubeziehen. Das schließt den Energieverbrauch zur Fahrzeugherstellung ein. Bei Autos mit Verbrennungsmotor muss zudem der Energieverbrauch für die Kraftstoffbereitstellung vom Bohrloch bis zur Tankstelle berücksichtigt werden.

Vergleicht man die Gesamtheit der Klimawirkungen der verschiedenen Autotypen resultiert folgende Erkenntnis: Ein heute gekauftes Elektroauto schneidet im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren hinsichtlich der Klimawirkung besser ab – auch beim aktuellen deutschen Strommix und auch, wenn man es mit besonders sparsamen Verbrennern vergleicht.

Bei den anderen Umweltwirkungen ergibt sich ein differenzierteres Bild: Der Rohstoffaufwand ist bei

Elektroautos höher als bei konventionellen Fahrzeugen, ebenso die Masse des insgesamt ausgestoßenen Feinstaubs. Die schweren Plug-in-SUVs könnten laut einer OECD-Studie aufgrund ihres Gewichts beim Fahren sogar mehr Feinstaub produzieren als SUVs, die ausschließlich mit einem Verbrennungsmotor angetrieben werden. Das liegt an dem erhöhten Gewicht durch den zweifachen Antrieb. Dadurch werden die Reifen stärker beansprucht. Der Abrieb ist höher und damit sind es auch die Feinstaub-Emissionen. Bei Stickstoffoxiden ist das Elektroauto hingegen im Vorteil.

Ein weiterer Punkt, der die Umweltbilanz beeinflusst, ist die Herstellung der Batterien. Dafür werden Rohstoffe wie Lithium und Kobalt benötigt. Ihr Abbau ist umweltschädlich und die Arbeitsbedingungen in den Bergwerken sind oft menschenunwürdig. Abgesehen davon, dass diese Bedingungen unbedingt verbessert werden müssen, sind die Rahmenbedingungen in der Erdölgewinnung für traditionelle Treibstoffe häufig ähnlich schlecht. Dort kommen noch Umweltkatastrophen durch austretendes Öl hinzu.

Wenn eine Batterie nur noch 70 bis 80 Prozent ihrer ursprünglichen Kapazität aufweist, ist sie für ein Elektroauto nicht mehr leistungsfähig genug. Laut ADAC können die Batterien dann noch bis zu zwölf Jahre als Stromspeicher verwendet werden. Das erweitert ihre Lebenszeit auf etwa 20 Jahre. Anschließend können die Batterien recycelt werden.

Beliebt sind Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge. Ihr Anteil an den Neuzulassungen ist besonders hoch bei großen und schweren Dienstwagen. Studien zeigen jedoch, dass die Nutzer*innen von Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen häufiger den Verbrennungsmotor nutzen. Das zusätzliche Gewicht des Elektromotors und der Batterie treibt den Kraftstoffverbrauch der Plug-in-Fahrzeuge in die Höhe.

Welche Lösungsmöglichkeiten gibt es?

Deutschland will bis 2045 treibhausgasneutral werden. Dazu muss auch der Straßenverkehr einen wesentlichen Beitrag leisten. Denn hier entsteht der Großteil der transportbedingten Kohlendioxidemissionen, aber auch der Luftschadstoff- und Lärmbelastung. Im kurzfristigen Zeitraum bis 2030 liegt der Schwerpunkt darauf, die Effizienz der Autos zu steigern und ihre Elektrifizierung voranzutreiben.

Längerfristig spielt die Elektromobilität die zentrale Rolle auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität. Elektrofahrzeuge fahren emissionsfrei und leiser als konventionelle Fahrzeuge und sind in der Gesamtbilanz klima- und umweltfreundlicher. Mit Nutzung von 100 Prozent erneuerbaren Energiequellen ist ein nahezu klimaneutraler Betrieb möglich.

Neben dem bereits erwähnten Umweltbonus hat die Bundesregierung weitere Anstrengungen zur Förderung der Elektromobilität unternommen. Mit dem 2015 in Kraft getretenen Elektromobilitätsgesetz wird Kommunen die Möglichkeit gegeben, elektrisch betriebenen Fahrzeugen im Straßenverkehr besondere Privilegien einzuräumen. Dazu gehören beispielsweise die Zuweisung besonderer Parkplätze an Ladestationen im öffentlichen Raum, die Verringerung oder der Erlass von Parkgebühren sowie die Ausnahme von bestimmten Zufahrtsbeschränkungen.

Der Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), des Rad- und Fußverkehrs und der Sharingangebote können zudem den Umstieg auf klima- und umweltfreundliche Alternativen leicht machen. Zu einer klimafreundlichen Mobilität gehört eine deutlich größere Vielfalt an nachhaltigen Mobilitätsangeboten und attraktiven Nutzungsmöglichkeiten, als es heute der Fall ist. Dafür ist unter anderem auch der Wechsel vom Auto auf das Fahrrad notwendig. 53 Prozent der Wege, die bis zu zwei Kilometer lang sind, werden hierzulande mit dem Auto zurückgelegt. Die Strecke könnte theoretisch auch mit dem Fahrrad zurücklegt werden.

Die Bundesregierung fördert den Ausbau des Radverkehrs. In ihrem Nationalen Radverkehrsplan 3.0 setzt sie die Standards für moderne Radinfrastruktur. Geld für die Umsetzung kommt ebenfalls von der Bundesregierung. Im Rahmen des Klimaschutzprogramms wurden allein 900 Millionen Euro für den

Ausbau des Radverkehrs zur Verfügung gestellt. Mit den weiteren Förderprogrammen sind es 1,46 Millarden Euro bis 2023.

Was kann ich selber tun?

Änderungen im Mobilitätsverhalten der Verkehrsteilnehmer*innen – wie die Bevorzugung des ÖPNV und des Fahrrads – können zu einem nachhaltigeren Verkehr beitragen. Außerdem sollte es ihnen möglich sein, verschiedene Verkehrsmittel bequem miteinander zu verknüpfen. Fachleute bezeichnen dies auch als intermodale oder multimodale Ansätze. Das Wechseln zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln kann sogar Vorteile gegenüber der Nutzung eines privaten Pkw haben. So sind Fußgänger*innen und Radfahrer*innen in Verbindung mit öffentlichen Verkehrsmitteln in der Stadt meist schneller und günstiger unterwegs. Auf vielen längeren Strecken sind Züge schneller als Autos.

Zusätzliche Vorteile für die Umwelt kann das sogenannte Carsharing bieten. Es bietet die Möglichkeit, ein Auto mit seinen Vorteilen zu nutzen, ohne selbst ein Auto zu besitzen. Grundprinzip ist, dass sich mehrere Personen ein Auto teilen und es nur nutzen, wenn sie es tatsächlich brauchen. Viele kommerzielle Anbieter bieten Autos zum Teilen an, vor allem in Großstädten. Das Auto wird an einer Station abgeholt oder das nächstgelegene Fahrzeug über eine Carsharing-App auf dem Smartphone geortet. Ein Carsharing-Auto ersetzt auf diese Weise mehrere private Pkw. Das Prinzip hilft nicht nur, Ressourcen zu schonen, sondern ist für die Nutzer*innen oft günstiger als ein eigenes Auto. Denn die Kosten richten sich zum größten Teil nach der tatsächlichen Nutzung.

Ausführliche Informationen zu alternativen und nachhaltigen Verkehrskonzepten enthält das Thema der Woche Mobil ohne Auto [http://www.umwelt-im-unterricht.de//wochenthemen/mobil-ohne-auto].

[http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/]*Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/]*

Sie dürfen diesen Text unter anderem ohne besondere Genehmigung verwenden und bearbeiten, z.B. kürzen oder umformulieren, sowie weiterverbreiten und vervielfältigen. Dabei müssen www.umwelt-im-unterricht.de [http://www.umwelt-im-unterricht.de/] als Quelle genannt sowie die oben genannte Creative Commons-Lizenz verwendet werden. Details zu den Bedingungen finden Sie auf der Creative Commons-Website [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/].

[http://www.unesco.de/oer-faq.html] *Umwelt im Unterricht unterstützt die Erstellung von Bildungsmaterialien unter offenen Lizenzen im Sinne der UNESCO [http://www.unesco.de/oer-faq.html].*

Material herunterladen

Elektroautos, Carsharing, multimodaler Verkehr - GS / SK (PDF - 0 B)

Unterrichtsvorschläge

Wohin entwickeln sich Autos? (Variante für Fortgeschrittene) - SK (PDF - 153 KB)
Wohin entwickeln sich Autos? (Basisvariante) - SK (PDF - 152 KB)
Autos früher, heute und morgen (Variante für Fortgeschrittene) - GS (PDF - 153 KB)
Autos früher, heute und morgen (Basisvariante) - GS (PDF - 152 KB)

Zielgruppe

Sekundarstufe | Grundschule

Fächer

Politik, SoWi, Gesellschaft | Arbeit, Wirtschaft, Technik | Sachunterricht | Geografie | Geschichte

---

Schlagwörter

Individualverkehr | Auto | Elektromobilität | Luftverschmutzung | Pkw | Mobilität | Lärm | Klimaschutz

---