

DRIVE

VOLKSWAGEN GROUP FORUM



EINE FRAGE DES ANTRIEBS

Batterie oder Brennstoffzelle?

Dieses Unterrichtsmaterial ist eine Ergänzung zum Heft „Elektromobilität entdecken“ und richtet sich an Lehrkräfte der Sekundarstufe I. In dieser Unterrichtseinheit erfahren die Schüler*innen, welche Vor- und Nachteile die Energieträger Lithium und Wasserstoff haben und warum die meisten Automobilhersteller auf den batterieelektrischen Antrieb setzen.

BATTERIE ODER BRENNSTOFFZELLE?

Um zu beurteilen, wie nachhaltig verschiedene Antriebsarten sind, muss der gesamte Lebenszyklus eines Fahrzeugs betrachtet werden – von der Gewinnung der Rohstoffe und der Produktion über die Phase der Nutzung bis hin zum Recycling der eingesetzten Materialien und Komponenten. Im Folgenden wird das batterieelektrische Auto dem Fahrzeug mit Brennstoffzelle gegenübergestellt.

Das batterieelektrische Auto

setzt auf die Batterie als Energiespeicher. Derzeit gilt, je größer und schwerer die Batterie, desto größer ist die Reichweite des Fahrzeugs.

Vorteile:

- » Die Ladeinfrastruktur existiert bereits, die Bundesregierung fördert ihren Ausbau: Bis 2030 soll es eine Million Ladepunkte geben.
- » Bei Betrieb und Speicherung geht wenig Energie verloren. Der Wirkungsgrad des Antriebs liegt bei bis zu *90 Prozent.
- » Die Reichweiten der Batterien wachsen kontinuierlich. Es gibt mittlerweile Fahrzeuge, die je nach Modell mit einer Ladung 400 bis 600 km zurücklegen können.
- » Batterien können künftig recycelt und die Rohstoffe wiederverwendet werden.
- » Die Modellauswahl ist schon heute groß und wird weiter wachsen.

Nachteile:

- » Batterien für Elektro-Autos sind derzeit noch auf teilweise kritische Rohstoffe angewiesen, zum Beispiel Lithium und Kobalt.
- » Die Ladezeiten variieren und liegen je nach Modell und Ladestation bei mindestens 20 Minuten.

Das Wasserstoff-Auto

nutzt die wasserstoffbasierte Brennstoffzelle als Energiespeicher. Wasserstoff ist ein Gas, das mit dem Elektrolyseverfahren gewonnen.

Vorteile:

- » Sofern der Wasserstoff mithilfe regenerativer Energien gewonnen wurde, sind mit Brenn-

stoffzellen angetriebene Fahrzeuge über den gesamten Lebenszyklus klimaneutral.

- » Die Reichweiten können mehr als 700 km erreichen.
- » Sie können innerhalb von drei bis fünf Minuten betankt werden.

Nachteile:

- » Die Ladeinfrastruktur ist bisher noch nicht ausgebaut. Derzeit gibt es in Deutschland 91 zugängliche Wasserstofftankstellen im Netz der H2 Mobility.**15 weitere sind im Bau. Dazu kommen weitere Tankstellen, zum Beispiel in Firmenbesitz.
- » Die Brennstoffzelle arbeitet sehr energieintensiv. Schon bei der Herstellung des Wasserstoffs gehen 45 Prozent der Energie verloren. Mehr als die Hälfte der verbleibenden Energie wird dann noch einmal benötigt, um Wasserstoff wieder in Strom für das Fahrzeug umzuwandeln. Je nach Modell kommt das wasserstoffbetriebene E-Auto nur auf einen Wirkungsgrad von 25 bis 35 Prozent.
- » Das heißt, ein Wasserstoff-Auto verbraucht auf der gleichen Strecke zwei- bis dreimal so viel Strom wie ein batterieelektrisches E-Auto.
- » Bisher ist die Auswahl an Wasserstoff-Autos noch relativ klein, sie sind in Anschaffung, Wartung und Betrieb zudem vergleichsweise teuer.***

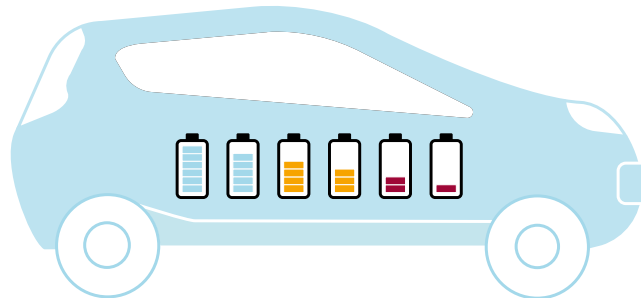
* Batterie oder Brennstoffzelle, das ist hier die Frage“, <https://bit.ly/3scdvzn> [Stand: 13.08.2021]

** H2.LIVE: Wasserstofftankstellen in Deutschland & Europa

*** Horváth & Partners (2019): Controlling der Transformation der Automobilindustrie, <https://bit.ly/3BfSrv5> ; ADAC (2020): Es gurgelt und summt: Testfahrt im neuen Toyota Mirai, <https://bit.ly/2VSvJtR> ; VW-Newsroom (2019): Elektromobilität: Darum setzen wir auf E, <https://bit.ly/2UeAg9n>

VOR- UND NACHTEILE

für den Einsatz in Elektrofahrzeugen



Einstieg ins Unterrichtsprojekt

Ausrichtung am Rahmenlehrplan

Die Unterrichtseinheit ist ausgerichtet am Rahmenlehrplan für Berlin und Brandenburg und knüpft an die Empfehlungen der Kultusministerkonferenz zur Bildung in der digitalen Welt an. Es ermöglicht insbesondere die Auseinandersetzung mit dem Kompetenzbereich **„Problemlösen und Handeln“** und eignet sich für fächerübergreifende Unterrichtsprojekte.

Sensibilisierung

Erläutern Sie die Funktion und die Vorteile eines Energiespeichers. Zeigen Sie zum Einstieg ein Video, das die Energieübertragung modellhaft veranschaulicht, z.B. ARD Wissen „Energiespeicher – dringend notwendig für die Energiewende“.

Diskutieren Sie gemeinsam mit der Klasse die Kriterien, die zur Entscheidung des Einsatzes einer Technologie zugrunde gelegt werden können.

→ Sozialform: Plenum/ Ergebnissicherung: Tafel/ Moderationswand

Erarbeitung

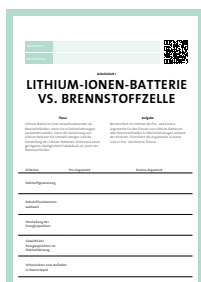
In Kleingruppen beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler nun mit einem Thema – Lithium-Batterie oder Brennstoffzelle – und recherchieren im Internet die Argumente zu ihrem Einsatz in Elektrofahrzeugen. Nutzen Sie das Arbeitsblatt, um Pro und Contra-Argumente für den jeweiligen Energieträger zu sammeln.

→ Sozialform: Kleingruppenarbeit/ Ergebnissicherung: Arbeitsblatt 1

Sicherung

Im Plenum werden die Ergebnisse nun verglichen und diskutiert.

→ Sozialform: Plenum/ Ergebnissicherung: Arbeitsblatt 1



Die Arbeitsblätter, didaktische Anregungen und Informationen zum methodischen Vorgehen finden Sie in den zusätzlichen Materialien online auf drive-volkswagen-group.com/driven-by-kids/.

DRIVE

VOLKSWAGEN GROUP FORUM

Das digitale Lernlabor: Elektromobilität entdecken!

Im DRIVE. Volkswagen Group Forum können Schulklassen unterschiedliche Facetten der Elektromobilität im Rahmen einer Führung durch die Ausstellung kennenlernen und im digitalen Lernlabor die Welt der Elektromobilität selbst erforschen.

In einem Workshop erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler spielerisch Grundlagen zu alternativen Antriebsenergien und zur Zukunft der Mobilität.



Das Angebot entstand in Zusammenarbeit zwischen dem

**21st Century Competence Center
im Förderverein für Jugend und Sozialarbeit e.V.**

Marchlewskistraße 27

10243 Berlin

www.21ccc.de

und

**Volkswagen Aktiengesellschaft
DRIVE. Volkswagen Group Forum**

Friedrichstraße 84 / Ecke Unter den Linden

10117 Berlin

drive-volkswagen-group.com

Dein Name:

Deine Klasse:



Arbeitsblatt 1

LITHIUM-IONEN-BATTERIE VS. BRENNSTOFFZELLE

These

Lithium-Batterien sind umweltschonender als Brennstoffzellen, wenn sie in Elektrofahrzeugen verwendet werden. Denn die Gewinnung von Lithium belastet die Umwelt weniger und die Herstellung der Lithium-Batterien hinterlässt einen geringeren ökologischen Fußabdruck als jener von Brennstoffzellen.

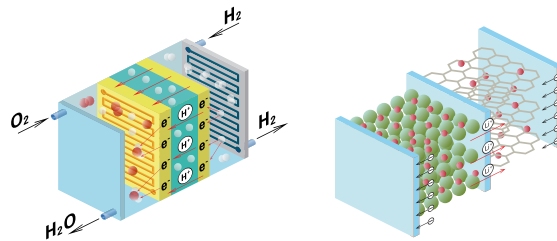
Aufgabe

Recherchiert im Internet die Pro- und Kontraargumente für den Einsatz von Lithium-Batterien oder Brennstoffzellen in Elektrofahrzeugen anhand der Kriterien. Formuliert die Argumente in dieser Liste in Pro- und Kontra-Thesen.

Kriterien	Pro-Argument	Kontra-Argument
Rohstoffgewinnung		
Rohstoffvorkommen weltweit		
Herstellung des Energiespeichers		
Gewicht des Energiespeichers im Elektrofahrzeug		
Infrastruktur zum Aufladen in Deutschland		

Methode

PRO- & KONTRA-DEBATTE



Aufgabe

Die Schülerinnen und Schüler recherchieren und formulieren in Kleingruppen die Argumente für die nachhaltige und umweltfreundliche Produktion von Lithium-Batterien. Weitere Kleingruppen hingegen widmen sich dem Thema Brennstoffzelle. Nach der Methode „Pro-und-Kontra-Debatte“ steigen die Schülerinnen und Schüler in die Diskussion ein. Nach einer Auswertungsrunde werden per Abstimmung die Stimmen dafür und dagegen ermittelt.

These

Lithium-Batterien sind umweltschonender als Brennstoffzellen, wenn sie in Elektrofahrzeugen verwendet werden. Denn die Gewinnung von Lithium belastet die Umwelt weniger und die Herstellung der Lithium-Batterien hinterlässt einen geringeren ökologischen Fußabdruck als jener von Brennstoffzellen.

Methode

Anders als bei einer Diskussion erlernen die Schülerinnen und Schüler bei einer Debatte den argumentativen Austausch zu einem Thema und halten sich im Gespräch an die strengen Regeln. Anhand einer konkreten These erarbeiten sie schlagkräftige Argumente, mit dem Ziel, die gegnerische Partei zu überzeugen. Dabei lernen sie zuzuhören, abzuwarten, zu kommentieren und Argumente geschickt zu formulieren. Sinn der Debatte ist, die Schülerinnen und Schüler mit verschiedenen Formen der Argumentation vertraut

zu machen, mit denen Urteile gerechtfertigt werden können. Auf diese Weise trägt die Debatte in besonderer Weise zum Beurteilungsvermögen und zur Kommunikationsfähigkeit bei.

Vorgehen

- » Teilen Sie die Klasse in zwei Gruppen. Dies kann durch das Ziehen eines Loses oder durch Abzählen durchgeführt werden. Bestimmen Sie anschließend, welche Gruppe die These und welche die Gegenthese übernimmt.
- » In Kleingruppen notieren sich die Schülerinnen und Schüler Stichpunkte und Argumente, die ihre These untermauern.
- » Dann beginnt die Debatte. Dabei können Sie die Rolle des Moderators übernehmen und die Debatte eröffnen.
- » Nun beginnt jeweils ein Sprecher der Gruppen mit einem kurzen Eingangsvortrag. Daran anschließend beginnt die Rede und Gegenrede. Neben dem Austausch der Argumente ist es rhetorisch geschickt, unmittelbar an die Argumentation des Vorredners anzuknüpfen.
- » Zur Auswertung beziehen die Schülerinnen und Schüler Stellung, die nicht an der Debatte teilgenommen haben. Die Debatte kann mit einer Abstimmungsrunde beendet werden. Mit dieser Methode werden instrumentell-strategisches Denken und taktische Überlegungen trainiert, um so in besonderer Weise einen Beitrag zur Urteilsbildung zu leisten.

DRIVE

VOLKSWAGEN GROUP FORUM



E-AUTOS UND GRÜNER STROM

Elektromobilität und Energiewende

Dieses Unterrichtsmaterial ist eine Ergänzung zum Heft „Elektromobilität entdecken“ und richtet sich an Lehrkräfte der Sekundarstufe I. In dieser Unterrichtseinheit erfahren die Schüler*innen, welchen Beitrag Elektromobilität zur Energiewende leisten kann.

ELEKTROMOBILITÄT UND ENERGIEWENDE



Elektromobilität kann nur dann klimaneutral sein, wenn Fahrzeuge in der Nutzungsphase mit Strom aus regenerativen Quellen geladen werden. Der Strommix in Deutschland hat sich in den letzten Jahren zu Gunsten der erneuerbaren Energien verschoben – 2021 liegt ihr Anteil am Strommix bei 47,5 Prozent*.

Bisher wird Strom in Deutschland aus Kohle (Stein- und Braunkohle), Atomkraft, Erdgas und erneuerbaren Energien gewonnen – Wind, Sonne, Wasser, in dieser Reihenfolge. Besonders problematisch ist es, Strom mithilfe fossiler Energiequellen wie Kohle und Gas zu erzeugen. Diese Art der Stromproduktion ist mit einem erheblichen CO₂-Ausstoß verbunden, der die Klimaziele der Bundesregierung und der Europäischen Union gefährdet.

Die wachsenden Anteile erneuerbarer Energien am Strommix sind vor allem auf politische Maßnahmen zurückzuführen. Die Bundesregierung hat beschlossen, bis 2022 aus der Atomkraft auszusteigen, bis 2038 aus der Kohle. Dementsprechend soll der Anteil erneuerbarer Energien bis 2030 auf 65 Prozent steigen.**

Regenerativer Strom in der Nutzungsphase

E-Autos sollten idealerweise mit Strom aus nachwachsenden Energiequellen geladen werden. So wird ihr CO₂-Fußabdruck deutlich kleiner.

An öffentlichen Ladepunkten gibt es heute schon häufig Strom aus regenerativen Quellen, bei IONITY, einem Unternehmen, das Ladestationen in ganz Europa betreibt, sind es zum Beispiel 100 Prozent.

Auch zuhause können die Verbraucher und Verbraucherinnen einen Ökostrom-Tarif wählen. Oder ihren Strom mit einer Solaranlage selbst erzeugen. Künftig wird es sogar möglich sein, den selbst erzeugten Ökostrom im E-Auto zwischenspeichern und abends, wenn man ihn braucht, wieder zurück ins

Haus zu speisen. Das nennt man bidirektionales Laden. So können auch Privathaushalte einen Beitrag zur Energiewende leisten.

Regenerativer Strom in der Produktion

Auch bei der Produktion von E-Autos wird Energie verbraucht. Insbesondere die Fertigung der Batteriezellen ist sehr energieintensiv. Der sogenannte CO₂-Rucksack, den E-Autos aus der Produktion mitnehmen, ist deshalb etwas größer als bei herkömmlichen Autos. In der Nutzungsphase dreht sich das dann um.

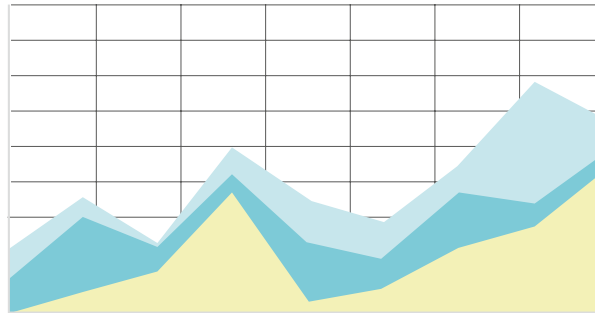
Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die CO₂-Belastung in der Produktion zu reduzieren. Die Batteriezellen werden zum Beispiel immer effizienter. Das heißt: Für die gleiche Batteriekapazität wird immer weniger Material benötigt. Ähnliches gilt für die gesamte Fertigung von Fahrzeugen: auch hier nutzen die Automobilhersteller zunehmend regenerativen Strom.

Fest steht: Die Verkehrswende muss zwingend mit einer konsequenten Energiewende eingehen – nur dann kann das Potenzial der Elektromobilität voll ausgeschöpft werden. Mobilitäts- und Energiewende gehen also Hand in Hand.

* Monatlicher Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland bis 2021 | Statista

**Bundesregierung: Ein neues Zeitalter hat begonnen, <https://bit.ly/3AHzykj> [Stand: 13.08.2021]

STROMQUELLEN



Einstieg ins Unterrichtsprojekt

Ausrichtung am Rahmenlehrplan	Die Unterrichtseinheit ist ausgerichtet am Rahmenlehrplan für Berlin und Brandenburg und knüpft an die Empfehlungen der Kultusministerkonferenz zur Bildung in der digitalen Welt an. Sie ermöglicht insbesondere die Auseinandersetzung mit dem Kompetenzbereich „mit Fachwissen umgehen“ und eignet sich für fächerübergreifende Unterrichtsprojekte.
Sensibilisierung	<p>Tragen Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern die unterschiedlichen Energiequellen (Kernkraft, Braunkohle, Steinkohle, Öl, Gas, Wasser, Wind, Sonne, Biomasse) zusammen und sortieren Sie diese nach konventionellen und regenerativen Energien.</p> <p>→ Sozialform: Plenum/ Ergebnissicherung: Tabelle an der Tafel</p>
Erarbeitung	<p>1. Auf der Website energy-charts.de recherchieren die Schülerinnen und Schüler nun in Kleingruppen, wie sich die Stromerzeugung aus regenerativen Energien in den letzten 10 Jahren in Deutschland entwickelt hat. Für die Energieformen Wasserkraft, Solar und Wind.</p> <p>→ Sozialform: Kleingruppen/ Ergebnissicherung: Arbeitsblatt</p> <p>2. Im zweiten Schritt beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit Speichertechnologien, deren Parameter sie mithilfe der Website https://bit.ly/3AHzykj recherchieren und daraus ein eigenes Quartett erstellen.</p> <p>→ Sozialform: Kleingruppen/ Ergebnissicherung: Energiequartett</p>
Sicherung	<p>Die einzelnen Kleingruppen stellen ihre Rechercheergebnisse vor. Im Klassenverband werden anschließend die Quartettkarten zusammengetragen (ggf. kopiert) und in Kleingruppen als Energiequartett gespielt.</p> <p>→ Sozialform: Plenum/ Ergebnissicherung: Quartettspiel</p>



Das Arbeitsblatt, didaktische Anregungen und Informationen zum methodischen Vorgehen finden Sie in den zusätzlichen Materialien online auf drive-volkswagen-group.com/driven-by-kids/.

DRIVE

VOLKSWAGEN GROUP FORUM

Das digitale Lernlabor: Elektromobilität entdecken!

Im DRIVE. Volkswagen Group Forum können Schulklassen unterschiedliche Facetten der Elektromobilität im Rahmen einer Führung durch die Ausstellung kennenlernen und im digitalen Lernlabor die Welt der Elektromobilität selbst erforschen.

In einem Workshop erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler spielerisch Grundlagen zu alternativen Antriebsenergien und zur Zukunft der Mobilität.



Das Angebot entstand in Zusammenarbeit zwischen dem

**21st Century Competence Center
im Förderverein für Jugend und Sozialarbeit e.V.**

Marchlewskistraße 27

10243 Berlin

www.21ccc.de

und

**Volkswagen Aktiengesellschaft
DRIVE. Volkswagen Group Forum**

Friedrichstraße 84 / Ecke Unter den Linden

10117 Berlin

drive-volkswagen-group.com

ENERGIE & SPEICHER

Schritt 1: Rufe die Website energy-charts.de/power_de.htm auf und ermittle die Entwicklung der Stromproduktion einer regenerativen Energie: Solar oder Wasser oder Wind.

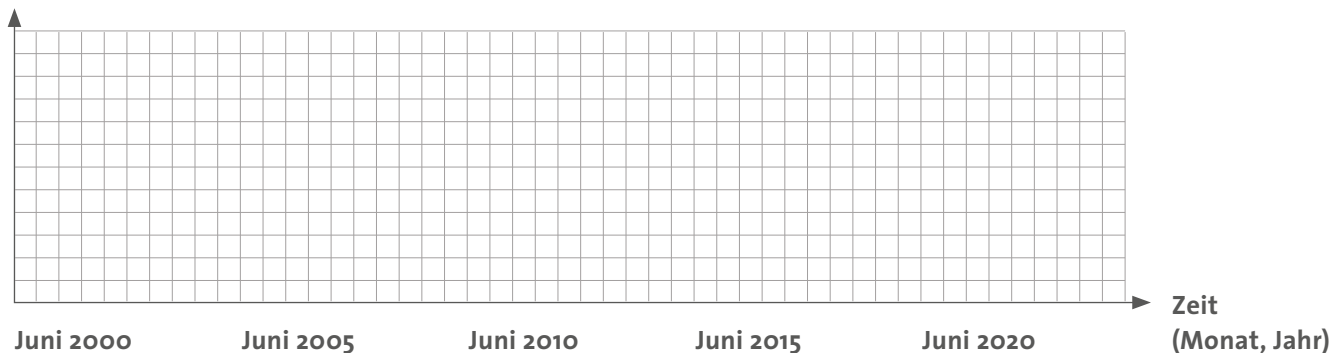
Im Diagramm zeichnest du für die angegebenen Zeitpunkte die Terrawattstunden ein und verbindest die Linien.



Energiequelle: _____

(Trage ein, ob es sich um Solar, Wasser oder Wind handelt.)

Terrawattstunde (TWh)



Schritt 2: Erstelle zwei Karten für das Energiequartett. Grundlage sind die Informationen über Speichertechnologien, die du auf dieser Website findest: <https://bit.ly/3AHzykj>.

Verteilt sie in der Gruppe und informiert euch in den „Fact-Sheets“ über die Kategorien der Quartettkarte. Schneide die Karte aus und stelle mit deinen Mitschülern das Energiequartett zusammen.



Organic-Flow-Batterien



Bildquelle: Wikipedia / RedFlow ZBM Module

Energiespeicherdichte	30 kWh/m ³
Speichergröße	> 1000 MW
Wirkungsgrad	80 %
Speicherdauer	2 bis 12 h
Reaktionszeit	< Sekunden
Lebensdauer (Zyklen)	> 10000

Name des Speichers

Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklen)	

Name des Speichers

Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklen)	

Name des Speichers	
Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklus)	

Name des Speichers	
Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklus)	

Name des Speichers	
Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklus)	

Name des Speichers	
Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklus)	

Name des Speichers	
Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklus)	

Name des Speichers	
Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklus)	

Name des Speichers	
Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklus)	

Name des Speichers	
Energiespeicherdichte	
Speichergröße	
Wirkungsgrad	
Speicherdauer	
Reaktionszeit	
Lebensdauer (Zyklus)	

Methode

RECHERCHE UND WISSENSQUARTETT



Aufgabe

Die Schülerinnen und Schüler recherchieren die Parameter von Speichertechnologien und vergleichen diese anschließend untereinander, indem sie selbst ein Kartenspiel (Energiequartett) erstellen.

Methode Recherche

Innerhalb der Recherche erhalten die Schülerinnen und Schüler detailliertes Wissen. Eine Internetrecherche eignet sich zur Aneignung von Überblickwissen und bringt oft einen schnellen Wissenserfolg. Darüber hinaus werden Quellen für detailliertes Wissen identifiziert.

Eine Literaturrecherche hingegen erfordert Textarbeit. Schülerinnen und Schüler erfassen hier längere Texte und komplexere Zusammenhänge in verschiedenen Textdokumenten oder Büchern. Dabei eignen sie sich Fach- und Expertenwissen an.

Sie entwickeln die Kompetenz „informieren“ und können vertrauenswürdige von nicht-

vertrauenswürdigen Informationen unterscheiden. Weiterhin sind sie dadurch in der Lage, passende Informationen zu sortieren und zu identifizieren.

Methode Wissensquartett

Das Wissensquartett ist geeignet, komplexe Informationen und Eigenschaften bspw. von Fahrzeugen, Tieren oder Technologien zu vergleichen. Dabei vermitteln Sie Ihren Schülerinnen und Schüler die Erstellung von Themenkategorien, die einen Vergleich unterschiedlicher Technologien ermöglichen.

Die individuelle Erstellung einer Quartettkarte und Recherche der dazugehörigen Informationen ermöglicht den Aufbau von Wissen und fördert das Themenverständnis.

Beim Zusammenführen der Karten in der Gruppe teilen und tauschen die Schülerinnen und Schüler die recherchierten Informationen aus und fördern so ihre Kompetenz zur Zusammenarbeit.

DRIVE

VOLKSWAGEN GROUP FORUM

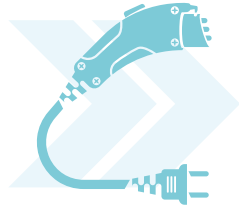


VOLLE LADUNG VORAUSS

Hier gibt es Strom für Elektrofahrzeuge

Dieses Unterrichtsmaterial ist eine Ergänzung zum Heft „Elektromobilität entdecken“ und richtet sich an Lehrkräfte der Sekundarstufe I. In einer Unterrichtseinheit erfahren die Schülerinnen und Schüler, wo und wie Elektrofahrzeuge aufgeladen werden.

HIER GIBT ES STROM FÜR ELEKTROFAHRZEUGE



Damit immer mehr Menschen mit Elektrofahrzeugen unterwegs sein können, brauchen sie flächendeckend Ladestationen – in Deutschland und Europa. Schon heute können Fahrer*innen auch weite Strecken mit dem Elektrofahrzeug zurücklegen, wenn sie smart laden.

Zwei Arten, zu laden

Grundsätzlich wird Strom im Auto immer als Gleichstrom gespeichert. Da die meisten Stromquellen jedoch Wechselstrom liefern, muss der Strom zunächst umgewandelt werden. Beim langsamen AC-Laden (z.B. Steckdose, Wallbox) erfolgt diese Umwandlung direkt im Fahrzeug. Das entsprechende Kabel mit Typ-2-Stecker hat in der Regel jedes E-Auto im Kofferraum liegen.

Beim schnellen DC-Laden, zum Beispiel an der Autobahn, wird der Strom bereits vorher in der hochleistungsfähigen Ladestation umgewandelt. Das Kabel mit CCS-Stecker ist wesentlich dicker und an der Ladestation fest angebracht, es muss also nicht selbst mitgebracht werden. Nahezu alle aktuellen Elektrofahrzeuge können sowohl AC- als auch DC-Laden.

Wie schnell ein Elektrofahrzeug geladen werden kann, hängt letztlich von der Ladeleistung ab. Beim AC-Laden mit 11 kW dauert es je nach Modell rund sechs Stunden, bis die Batterie wieder voll ist. Beim DC-Laden mit 100 kW geht das schon in etwas mehr als 30 Minuten.

Laden, wo das Fahrzeug steht

Laden funktioniert anders als Tanken. Statt extra zu einer Tankstelle zu fahren, lädt man Elektrofahrzeuge vorzugsweise dort, wo sie sowieso stehen: zuhause, am Arbeitsplatz oder vor dem Supermarkt. Hier ist also Umdenken angesagt.

Bislang finden schätzungsweise rund 50 Prozent aller Ladevorgänge zuhause statt. Viele E-Auto-Fahrer nutzen dafür eine sogenannte Wallbox (Wandladestation), die in der Regel 11 kW leistet. Es ist auch möglich, das Fahrzeug an einer herkömmlichen Haushalts-/Schukosteckdose aufzuladen (2,3 kW), das dauert allerdings deutlich länger.

Auch für neue Miets- und Parkhäuser denken Bauherr*innen Ladepunkte häufig mit. Außerdem haben Mieter*innen inzwischen einen gesetzlichen Anspruch darauf, dass sie an ihrem Stellplatz eine eigene Wallbox anbringen dürfen, wenn sie die Kosten für die Installation übernehmen.

Immer mehr Unternehmen stellen auf ihrem Betriebsgelände Ladestationen zur Verfügung – zum Teil kostenlos und auch für die Öffentlichkeit zugänglich. 20 Prozent der Ladevorgänge entfallen auf den Arbeitsplatz. Wer auf dem Weg nach Hause für einen Einkauf noch beim Supermarkt haltmacht, kann dort nebenbei auf dem Parkplatz schnell nachladen. Im öffentlichen Raum finden 25 Prozent aller Ladevorgänge statt.

Vollgeladen kann ein E-Auto je nach Modell und Größe der Batterie mehr als 500 km weit fahren. Durchschnittlich legen die Deutschen täglich rund 39 km mit ihrem Pkw zurück. Die Sorge, mit dem E-Auto liegenzubleiben, ist also unbegründet – auch bei kleineren Fahrzeugen und Batterien. Wer eine längere Reise plant, fährt eine Schnellladestation entlang der Autobahn an. Darauf entfallen derzeit ca. 5 Prozent der Ladevorgänge.

Ladeinfrastruktur in Deutschland

Laut Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft standen Ende 2020 mehr als 33.000 öffentliche Ladepunkte zur Verfügung. Rund 10 Prozent davon liefern 50 kW und mehr. Die Bundesregierung treibt den Ausbau der Lade-Infrastruktur weiter voran: Bis 2030 soll es bundesweit eine Million Ladepunkte geben.

* VW-Automobile Berlin: Elektromobilität - Einfach aufladen, <https://bit.ly/3xORHly> [Stand: 13.08.2021]

**BMVI (2020): Mobilität in Deutschland (MiD), <https://bit.ly/3Az2QBI>

VOLLE LADUNG VORAUS



Einstieg ins Unterrichtsprojekt

Ausrichtung am Rahmenlehrplan

Die Unterrichtseinheit ist ausgerichtet am Rahmenlehrplan für Berlin und Brandenburg und knüpft an die Empfehlungen der Kultusministerkonferenz zur Bildung in der digitalen Welt an. Sie ermöglicht insbesondere den Kompetenzerwerb im Bereich Mobilitätsbildung und eignet sich für fächerübergreifende Unterrichtsprojekte.

Sensibilisierung

Befragen Sie die Schülerinnen und Schüler, wo in Ihrem Wohnort oder Stadtbezirk schon Möglichkeiten zum Aufladen von Elektrofahrzeugen existieren und lassen Sie die Stellen auf einem Stadtplan am Smartboard markieren. Besprechen Sie, welche urbanen und ländlichen Räume geeignet wären, um Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge einzurichten. Die Frage „Wo verbringen Fahrzeuge lange Pausen?“ hilft bei der Identifizierung der Orte.

→ Sozialform: Plenum /Ergebnissicherung: Stadtplan und Smartboard

Erarbeitung

1. Als Expertinnen und Experten für den Ausbau der Ladeinfrastruktur zur Unterstützung der Elektromobilität in ihrem Ort/Landkreis werden die Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen eingeteilt. Sie recherchieren im Internet bereits vorhandene Ladesäulen in unterschiedlichen Regionen ihres Bundeslandes (Dorf, Kleinstadt, Großstadt) auf ladesaeulenregister.de.
2. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Vorschläge zur Erweiterung der Ladeinfrastruktur Ihres Ortes und diskutieren ihre Entscheidung im Plenum.

→ Sozialform: Kleingruppen /Ergebnissicherung: Arbeitsblatt 1

Sicherung

Stellen Sie im Klassenraum eine Landkarte der Region zur Verfügung, auf der die Schülerinnen und Schüler nun die Orte markieren, an denen sie neue Ladepunkte aufstellen würden. Anschließend tauschen sie sich im Plenum aus und argumentieren für die ausgewählten Standpunkte.

→ Sozialform: Plenum /Ergebnissicherung: Diskussion



Die Arbeitsblätter, didaktische Anregungen und Informationen zum methodischen Vorgehen finden Sie in den zusätzlichen Materialien online auf drive-volkswagen-group.com/driven-by-kids/.

DRIVE

VOLKSWAGEN GROUP FORUM

Das digitale Lernlabor: Elektromobilität entdecken!

Im DRIVE. Volkswagen Group Forum können Schulklassen unterschiedliche Facetten der Elektromobilität im Rahmen einer Führung durch die Ausstellung kennenlernen und im digitalen Lernlabor die Welt der Elektromobilität selbst erforschen.

In einem Workshop erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler spielerisch Grundlagen zu alternativen Antriebsenergien und zur Zukunft der Mobilität.



Das Angebot entstand in Zusammenarbeit zwischen dem

**21st Century Competence Center
im Förderverein für Jugend und Sozialarbeit e.V.**

Marchlewskistraße 27

10243 Berlin

www.21ccc.de

und

**Volkswagen Aktiengesellschaft
DRIVE. Volkswagen Group Forum**

Friedrichstraße 84 / Ecke Unter den Linden

10117 Berlin

drive-volkswagen-group.com

Dein Name:

Deine Klasse:

Arbeitsblatt 1

AUFLADEN VOR ORT

In eurem Ort bzw. Landkreis sollen mehr Elektrofahrzeuge unterwegs sein können. Dazu muss der Ausbau von Ladesäulen vorangetrieben werden. Neben einer umfassenden Finanzierungsstrategie ist die Planung der Ladesäuleninfrastruktur wichtig. Recherchiere auf ladesaeulenregister.de



www.ladesaeulenregister.de

Schritt 1: Notiere die Argumente und wähle Standpunkte für private und öffentlich zugängliche Ladepunkte auf der Karte aus. Argumentiere anhand der Kriterien, warum die Ladepunkte an diesen Orten stehen sollen.

Ortsname/Landkreis: _____	Anzahl: _____	Anzahl Schnellladepunkte: _____	
Standorte:			
<input type="checkbox"/> Hotel	<input type="checkbox"/> Supermarkt	<input type="checkbox"/> Museum/Kino	<input type="checkbox"/> Sportstätte
<input type="checkbox"/> Bürohaus	<input type="checkbox"/> Freizeiteinrichtung	<input type="checkbox"/> Wohngegend	<input type="checkbox"/> Sonstiges

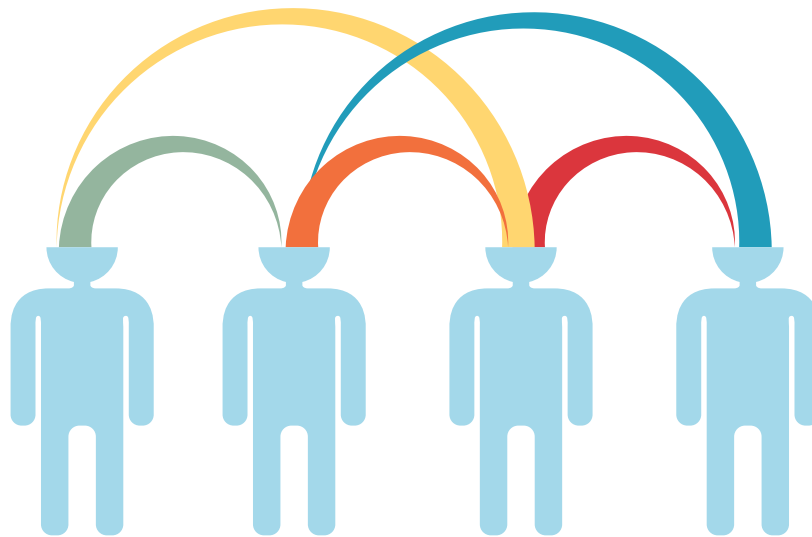
Schritt 2: Überlege nun, an welchen Standorten noch Ladepunkte fehlen und beachte ihre Zugänglichkeit. Orientiere dich dabei an Stadtgebieten mit vielen Parkmöglichkeiten, an der Besucherzahl oder überlege, wo wenig/viele Fahrzeuge vorbeikommen und ggf. anhalten. Sammle in der Tabelle deine Argumente.

Kategorien für Stadtplaner	Öffentlich zugängliche Ladepunkte
Verfügbarkeit im Parkraum / (Stell-) Flächen	
Besuchsaufkommen	
Verknüpfungspunkte mit verschiedenen Verkehrsträgern	

Schritt 3: Trage in die Landkarte im Klassenraum die zusätzlichen Ladepunkte ein und begründe deine Entscheidung. Diskutiert untereinander, welche Gründe es gibt für die Ungleichverteilung der Ladepunkte in der Region/Deutschland. Diskutiert auch, warum nur 12% der in Deutschland öffentlichen Ladepunkte Schnellladesäulen sind.

Methode

THINK PAIR SHARE



Aufgabe

Die Schülerinnen und Schüler recherchieren jeder für sich oder in Kleingruppen die Situation der Ladepunkte in einer festgelegten Region mit einem Umkreis von 20 km. Dabei recherchieren Sie einerseits die existierenden öffentlich zugänglichen Ladepunkte und finden andererseits städtebauliche Argumente für den Ausbau der Ladepunkte.

Methode

Die Methode Think-Pair-Share zeichnet sich durch ein hohes Maß an kooperativem Lernen aus und eignet sich zur Erarbeitung und Erkundung von komplexen Sachverhalten. In drei zeitlich festgelegten Phasen erarbeiten die Schülerinnen und Schüler ein Thema sowohl individuell als auch kooperativ im Lerntandem und im Plenum.

1. Think: In diesem ersten Schritt beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler individuell in Einzelarbeit mit den Aufgaben auf dem Arbeitsblatt und machen sich erste Notizen.

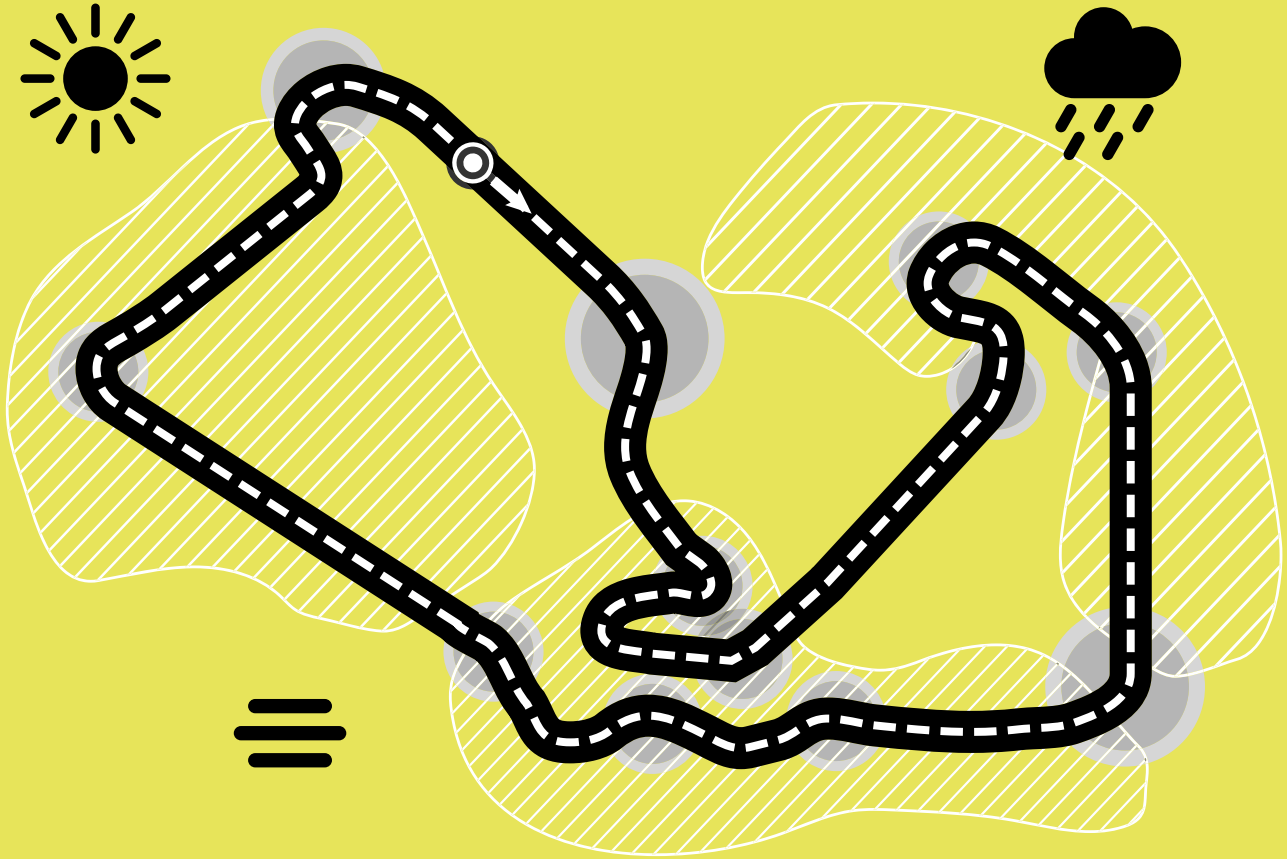
2. Pair: In einem zweiten Schritt suchen sich die Schülerinnen und Schüler einen Partner und stellen sich ihre Ergebnisse und Gedanken gegenseitig vor. Die bereits vorhandenen Ergebnisse und Gedanken werden gegebenenfalls ergänzt.

3. Share: Das gemeinsame Ergebnis wird nun im Plenum vorgestellt und diskutiert.

Die Methode „Think-Pair-Share“ eignet sich besonders für die kommunikative Auseinandersetzung und das soziale Miteinander in der Klasse. Aufgrund der Gliederung in verschiedene Lernphasen wird sowohl die Fähigkeit der individuellen Wissenserarbeitung wie auch der kooperative Austausch gefördert und gefordert. In mehreren Arbeitsschritten erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler ein Thema methodisch auf unterschiedliche Art und Weise.

DRIVE

VOLKSWAGEN GROUP FORUM

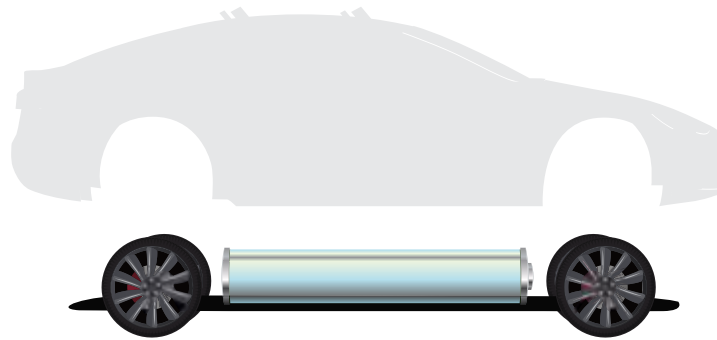


BIS ZUM HORIZONT UND WEITER

Batterie und Reichweite von Elektrofahrzeugen

Dieses Unterrichtsmaterial ist eine Ergänzung zum Heft „Elektromobilität entdecken“ und richtet sich an Lehrkräfte der Sekundarstufe I. In dieser Unterrichtseinheit erfahren die Schüler*innen, welche Faktoren die Leistung von Elektrofahrzeugen beeinflussen.

BATTERIE UND REICHWEITE



Die Batterie ist das Herzstück des Elektrofahrzeugs. Sie entscheidet ganz wesentlich darüber, wie groß die Reichweite ist, wie schnell geladen werden kann und wie teuer das Elektrofahrzeug ist.

Wie die Akkus aufgebaut sind

Eine einzelne Batteriezelle ist die kleinste Einheit im Batteriesystem. Sie kann Energie speichern und wieder abgeben. Mehrere dieser Zellen werden in einem Batteriemodul gekoppelt, also miteinander verbunden. Die Anzahl der Module, die dann zu einem Batteriesystem zusammengesetzt werden, variiert je nach Hersteller und Modell. Je höher die gewünschte Reichweite, desto mehr Module werden im Batteriesystem verbaut. Die grundlegende Struktur aber bleibt ähnlich.

Am weitesten am Markt verbreitet sind aktuell Lithium-Ionen-Batterien, weil sie über eine hohe Energiedichte verfügen. Das heißt, bezogen auf ihr Gewicht können sie im Vergleich zu anderen Akkus relativ viel Energie speichern. Gemessen wird die Energiedichte in Kilowattstunden pro Kilogramm.

Wo die Energie herkommt

Wie jede Batterie verfügt auch ein Lithium-Ionen-Batterie über eine positiv geladene Kathode und eine negativ geladene Anode. Zwischen diesen beiden Elektroden befindet sich der Elektrolyt – eine wasserfreie Flüssigkeit mit Salzen. Außerdem trennt ein sogenannter Separator aus mikroporösem Kunststoff die Anode von der Kathode, damit es keinen Kurzschluss gibt.

Die Kathode besteht im entladenen Zustand aus einem Lithium-Metalloxid, wobei das Metall zum Beispiel Kobalt, Mangan oder Nickel sein kann. Die Anode besteht aus Graphit – also Kohlenstoff. Beim Laden führt die angelegte Spannung dazu, dass die Lithium-Ionen zur Anode wandern.

Wenn alle Ionen dort angekommen sind, ist die Batterie geladen. Wird Strom verbraucht, machen sich die Ionen wieder auf den Rückweg – das griechische Wort dafür lautet „Kathode“.

Welche Faktoren die Reichweite beeinflussen

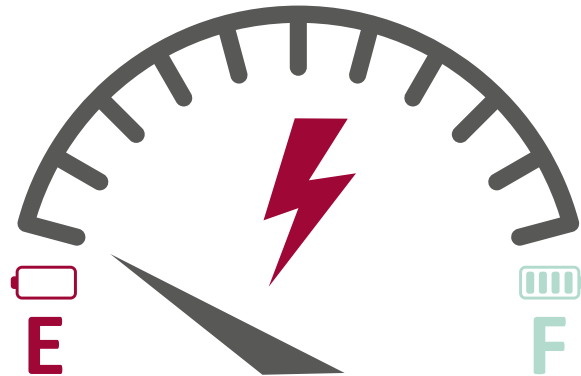
Die Reichweite eines Elektrofahrzeugs wird nach einem einheitlichen Verfahren ermittelt, dem sogenannten „Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure“, kurz WLTP-Zyklus. Dabei werden ganz unterschiedliche Fahrsituationen simuliert, etwa Fahrten in der Stadt, auf der Landstraße und der Autobahn. Aktuelle Elektrofahrzeuge kommen teilweise auf Reichweiten von mehr als 500 Kilometern.

Die tatsächliche Reichweite hängt allerdings auch vom Fahrverhalten und den Rahmenbedingungen ab. Wichtige Faktoren sind zum Beispiel,

- » mit welcher Geschwindigkeit der/die Fahrer*in unterwegs ist,
- » ob er/sie viel beschleunigt und bremst oder eher gleichmäßig fährt,
- » wie die Außentemperatur ist und wie stark der/die Fahrer*in den Innenraum heizt oder kühlt,
- » ob es eine oder mehrere Mitfahrer bzw. Mitfahrerinnen und Gepäckstücke gibt,
- » wie die Straßenverhältnisse sind.

Die Hersteller arbeiten kontinuierlich daran, die Batterien leistungsfähiger und zugleich kostengünstiger sowie umwelt- und sozialverträglicher zu machen. Die Ladezeiten werden kürzer, die Reichweiten größer. In den nächsten Jahren wird Elektromobilität für immer mehr Menschen attraktiv und erschwinglich.

BIS HIERHIN UND NICHT WEITER?



Unterrichtseinheit

Ausrichtung am Rahmenlehrplan

Die Unterrichtseinheit ist ausgerichtet am Rahmenlehrplan für Berlin und Brandenburg und knüpft an die Empfehlungen der Kultusministerkonferenz zur Bildung in der digitalen Welt an. Sie ermöglicht insbesondere die Auseinandersetzung mit dem Kompetenzbereich „Bewertung naturwissenschaftlicher Sachverhalte“ und ist fächerübergreifend umsetzbar.

Sensibilisierung

Legen Sie eine Distanz in Kilometern fest. Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler schätzen, wieviel Energie (Kilowattstunden/Kilokalorien) für verschiedene Fortbewegungsarten (zu Fuß, Fahrrad, Bus, E-Bus, Auto, Elektrofahrzeug) für die festgelegte Distanz aufgewendet werden müssen. Sammeln Sie die Vorschläge am Smartboard.

→ Sozialform: Plenum | Ergebnissicherung: Tafel Moderationswand

Erarbeitung

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten nacheinander auf Arbeitsblättern insgesamt drei Teilschritte und tragen Aspekte der Elektromobilität zusammen. Nach jedem Schritt geben sie das Arbeitsblatt innerhalb der Gruppe weiter. Zur Vorbereitung und Erfüllung der Aufgaben recherchieren sie auf Websites wie [Openstreetmap](https://www.openstreetmap.org/) und goingelectric.de.

1. Schritt: Jede Person denkt sich drei Parameter aus: ❶ Strecke (mind. 500 km), ❷ Außentemperatur, ❸ Steigung bzw. Neigung der Strecke
2. Schritt: Jede Person trägt die Parameter eines Elektrofahrzeugs in die Tabelle ein.
3. Schritt: Jede Person ermittelt nun, wie oft das Elektrofahrzeug aufgeladen werden muss und wie viel Zeit es für die zuvor kalkulierte Strecke benötigt.

→ Sozialform: Einzelarbeit | Ergebnissicherung: Arbeitsblatt 1

Sicherung

In Dreiergruppen oder im Plenum werden die Ergebnisse präsentiert und angeschaut.

→ Sozialform: Plenum | Ergebnissicherung: Arbeitsblatt 1



Die Arbeitsblätter, didaktische Anregungen und Informationen zum methodischen Vorgehen finden Sie in den zusätzlichen Materialien online auf drive-volkswagen-group.com/driven-by-kids/.

DRIVE

VOLKSWAGEN GROUP FORUM

Das digitale Lernlabor: Elektromobilität entdecken!

Im DRIVE. Volkswagen Group Forum können Schulklassen unterschiedliche Facetten der Elektromobilität im Rahmen einer Führung durch die Ausstellung kennenlernen und im digitalen Lernlabor die Welt der Elektromobilität selbst erforschen.

In einem Workshop erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler spielerisch Grundlagen zu alternativen Antriebsenergien und zur Zukunft der Mobilität.



Das Angebot entstand in Zusammenarbeit zwischen dem

**21st Century Competence Center
im Förderverein für Jugend und Sozialarbeit e.V.**

Marchlewskistraße 27

10243 Berlin

www.21ccc.de

und

**Volkswagen Aktiengesellschaft
DRIVE. Volkswagen Group Forum**

Friedrichstraße 84 / Ecke Unter den Linden

10117 Berlin

drive-volkswagen-group.com

Arbeitsblatt 1

DIE REICHWEITE PLANEN

In drei Schritten wirst du mit zwei weiteren Mitschülerinnen und -schülern eine Strecke festlegen, die ein bestimmtes Elektrofahrzeug fahren wird. Ihr ermittelt, wie lange es unterwegs ist und wie oft es laden muss.

Schritt 1

Du bist nun für den 1. Schritt verantwortlich. Denke dir eine Strecke aus und halte die Parameter in der folgenden Tabelle fest. Die Website [openstreetmap.de](https://www.openstreetmap.de) kann dir bei der Planung helfen. Gib das Arbeitsblatt anschließend weiter an eine Mitschülerin oder einen Mitschüler.

Route		Parameter	
Von (Ort)		Kilometeranzahl	
Zwischenstopp (Ort)		Höchste Temperatur	
Nach (Ort)		Niedrigste Temperatur	
Am (Datum)		Steigung in Prozent auf die Gesamtstrecke	
Startzeit (Uhr)		Neigung in Prozent auf die Gesamtstrecke	

Schritt 2

Du hast von einer Mitschülerin/ einem Mitschüler das Arbeitsblatt erhalten. Deine Aufgabe ist es, ein Elektrofahrzeug und seine Eigenschaften einzutragen. Die Reichweite eines Elektrofahrzeuges wird durch die Leistungsfähigkeit der Batterie bestimmt. Aber auch die Aufnahmegeschwindigkeit von Strom, die am Ladestecker und Ladekabel hängt, hat einen Einfluss auf die Reichweite. Recherchiere auf [goingelectric.de](https://www.goingelectric.de) ein Elektrofahrzeug und fülle die folgende Tabelle aus. Gebe das Arbeitsblatt dann weiter an eine dritte Person.

Fahrzeugname:	Verbrauch/l pro 100km:
Batterieleistung (kWh):	Ladestecker:

Schritt 3

Zwei Mitschüler haben vor dir die Strecke und den Fahrzeugtyp bestimmt. Deine Aufgabe ist es nun, zu ermitteln, wie oft das Elektrofahrzeug auf der Strecke aufgeladen werden muss und wie lange es auf der Strecke (inkl. Ladezeit) unterwegs ist.

Ermittle jetzt, wie oft das Elektrofahrzeug auf der Strecke aufgeladen werden muss und wie lange es auf der Strecke (inkl. Ladezeit) unterwegs ist.

Anzahl der Ladevorgänge:
Fahrtzeit inkl. Ladezeiten insgesamt:



BLÄTTERLAWINE

Aufgabe

Die Arbeitsgruppen bestehen aus drei Mitgliedern. Jede Person erhält ein Arbeitsblatt, das nach der Bearbeitung eines Teilschrittes an ein Gruppenmitglied weitergegeben wird. Diese bearbeitet nun den Folgeschritt auf dem Arbeitsblatt und gibt es weiter an die dritte Person. Durch das Rotationsprinzip durchläuft jedes Gruppenmitglied somit jeden der drei Arbeitsschritte. Ziel ist, eine Strecke für Elektrofahrzeuge zu planen und zu wissen, wann es aufgeladen wird und wie lange es unterwegs ist.

Die Schülerinnen und Schüler bereiten gegenseitig die Aufgabe vor und tauschen sich am Ende über die Ergebnisse aus.

Methode

Die Methode Blätterlawine regt die Schülerinnen und Schüler an, sich kooperativ mit einem Thema auseinanderzusetzen. Dies kann in Form von Statements, Fragen, Stichworten, Ideen oder Skizzen erfolgen. Durch die Weitergabe der Arbeitsblätter sind die Schülerinnen und Schüler gefordert, in kürzester Zeit die Beiträge der anderen zu erfassen und diese sinnvoll zu ergänzen.

Schritt 1: Aufgabe verteilen

Verteilen Sie die Arbeitsblätter an die Schülerinnen und Schüler, auf denen bereits die Fragen und Themen notiert sind und bitten Sie darum, diese auszufüllen.

Die Schülerinnen und Schüler werden aufgefordert, sich eine Strecke für ein Elektrofahrzeug auszudenken.

Schritt 2: Die Lawine kommt ins Rollen

Fordern Sie die Schülerinnen und Schüler auf, nach Abschluss des 1. Schrittes, das Arbeitsblatt weiterzugeben. Im zweiten Schritt werden die Parameter für eine Elektrofahrzeug recherchiert und eingetragen.

Schritt 3: Weitergabe

Die Arbeitsblätter werden nun ein weiteres Mal weitergegeben. Die Schülerinnen und Schüler müssen sich nun in die Situation oder das Geschriebene hineindenken. Die Bearbeitungszeit sollte dementsprechend mit jeder weiteren Runde verlängert werden. Die Wechsel werden so lange vollzogen bis jeder sein Ursprungsblatt wieder in den Händen hält.

Schritt 4: Austausch und Diskussion

Die Schülerinnen und Schüler lesen nun die Beiträge auf ihrem Blatt. Einzelne Beispiele können in der Klasse vorgetragen und zur Diskussion gestellt werden.

Diese sehr dynamische Methode dient dazu, vielfältige, individuelle und vertiefende Zugänge zu einem Thema zu erschließen. Mit der Entwicklung eigener Ideen und der Weiterentwicklung von Ideen anderer wird sowohl die Kreativität als auch die Kommunikationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler gestärkt.