



empfohlen für
Klassen 8–10

Porsche **4**School

Prof. Dr. Stefan Kruse

Zukunft Elektromobilität

Innovative Antriebstechnik von morgen
schon heute erleben

Nwt, Technik, Physik, Chemie, Gemeinschaftskunde

Lehrerhandreichung Elektromobilität



Porsche 4School
Finden Sie das passende Angebot
für Ihre Schulklassen. Mehr Infor-
mationen unter [www.porsche.de/
museum](http://www.porsche.de/museum) oder scannen Sie hier:



Liebe Lehrerinnen und Lehrer,

Elektromobilität und die damit verbundene drastische Verringerung des CO₂-Ausstoßes im Mobilitätssektor ist einer der entscheidenden Hebel, um die Klimaschutzziele zu erreichen. So strebt unser Land an, durch die Elektrifizierung von neu zugelassenen Fahrzeugen die nationalen Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor bis 2030 um ca. 40 % gegenüber dem Jahr 1990 zu senken.

Um die Verkehrswende in Richtung CO₂-neutrale Mobilität zu bewerkstelligen, sind viele Themen rund um die Elektromobilität von Bedeutung. Technische Bildung im Unterricht kann maßgeblich dazu beitragen, Schülerinnen und Schüler im Kontext der Mobilität zu mündigen Bürgern der Gesellschaft zu bilden, die in der zunehmend technisierten Welt eigenständige Meinungen vertreten und Entscheidungen treffen können.

Der Wandel hin zur Elektromobilität bedeutet aber auch grundlegende Veränderungen für Wirtschaft und Industrie. Veränderungen im Mobilitätsverhalten, die Akzeptanz neuer Verkehrsmittel sowie die Einführung neuer Technologien müssen bei den Menschen vor Ort ansetzen. Die vorliegenden Unterrichtsmaterialien sollen dazu beitragen, die vor unserer Gesellschaft liegenden Aufgaben durch frühe Technische Bildung bei Schülerinnen und Schülern (SuS) zu bewältigen. Denn die Jugendlichen von heute sind die Verkehrsteilnehmer von morgen.

Dr. Stefan Kruse

Lehrerhinweise und Fachbezug

Bildungsplanbezug

Aufgrund der je nach Bundesland unterschiedlichen Verankerung von Technischer Bildung in den Bildungsplänen orientieren sich die in „Zukunft Elektromobilität“ umgesetzten Themen an den bundeslandübergreifenden Bildungsstandards des VDI und an dem gemeinsamen Kompetenzrahmen für Naturwissenschaften, Informatik und Technik (GeRRT). Bei der Umsetzung wurden folgende Forderungen thematisiert:

- Technisches Handeln im Zielkonflikt verschiedener Zielperspektiven.
- Dem Klimawandel entgegenwirken und dabei den Wohlstand für alle sichern.
- Die Menschen motivieren, in technischen Berufsfeldern tätig zu werden.
- Ein Problembewusstsein bezüglich des übergreifenden gesellschaftlichen Themas „Elektromobilität“ entwickeln.
- Erkenntnisse von Strukturen und Funktionen technischer Sachsysteme und Prozesse ausbilden.
- Bedingungen und Folgen von Technik vermitteln.
- Vorbereiten der SuS auf die Bewältigung von Anforderungen heutiger Technik im privaten, beruflichen und öffentlichen Leben.
- Befähigen der SuS, gegenwärtige und zu erwartende, durch Technik mitbestimmte Lebensverhältnisse verantwortungsbewusst mit zu gestalten.

Mediennutzung

In den Materialien sind an verschiedensten Stellen QR-Codes integriert. Mithilfe eines Smart Devices (z.B. Smartphone) können die SuS die für die Aufgabe benötigten Informationen in einfacher Weise erschließen. Das benötigte Datenvolumen hält sich in Grenzen. Einfache QR-Reader sind in der Regel auf modernen Geräten bereits vorinstalliert oder können als App für alle Geräte bezogen werden.

Methodenwechsel

Alle Themen werden über Arbeitsblätter erarbeitet. Verschiedene Arbeitsformen ermöglichen die Gestaltung eines abwechslungsreichen Unterrichts. Hierzu zählen wechselnde mediale Einsatzmöglichkeiten, Gruppenarbeiten, Gruppendiskussionen und Expertengruppen. Alle Themen sind unabhängig voneinander im Unterricht und durch die zusätzlichen digitalen Informationen größtenteils auch in Einzelarbeit einsetzbar.

Elektromobilität früher, heute, morgen

Hier geht es um die historische Entwicklung der Elektromobilität. Diese war zu Beginn der Entwicklung des Individualverkehrs den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor voraus. **Aufgabe 1** bietet durch plakative Beispiele eine Zuordnung von technischen Daten. **Aufgabe 2** ermöglicht die Erarbeitung der Vor- und Nachteile von Hybridfahrzeugen an einem historischen Beispiel. **Aufgabe 3** führt zur problemlösenden Erfindung des elektrischen Anlassers. **Aufgabe 4** thematisiert die Herausforderungen, vor denen die Elektromobilität nach wie vor stehen. **Aufgabe 5** zeigt die technischen Unterschiede

der verschiedenen Antriebskonzepte auf. **Aufgabe 6** greift zukunftsweisende Themen im Kontext der Elektromobilität auf. Abgeschlossen wird das Thema mit zukünftigen Entwicklungen rund um die Elektromobilität. Viele Aufgaben enthalten QR-Codes für weiterführende Informationen.

Elektromotoren treiben Fahrzeuge an

Das Thema befasst sich mit dem Aufbau und der Nutzung von Elektromotoren. Der Schwerpunkt liegt auf in der Sek I behandelten Motorenarten. **Aufgabe 1** verdeutlicht die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Elektromotoren und die Vielseitigkeit dieser Antriebsart. **Aufgabe 2** befasst sich mit dem grundlegenden Aufbau und dem Funktionsprinzip von einfachen Elektromotoren. Das Verständnis hierzu wird in **Aufgabe 3** gefestigt. **Aufgabe 4** zeigt technisch aufwendigere Motorentypen. **Aufgabe 5** thematisiert die physikalischen Eigenschaften verschiedener Motorentypen. Kurze Videosequenzen verdeutlichen die Prinzipien von Reihen- und Nebenschlussmotor. **Aufgabe 6** rundet das Thema mit einem direkten Bezug zu Antriebsmotoren in Elektrofahrzeugen ab. Hierbei wird das Zusammenspiel verschiedener am Antrieb beteiligter Komponenten behandelt. Die meisten Aufgaben enthalten QR-Codes für weiterführende Informationen.

Hybrid, Plug-in oder doch ein reines Elektrofahrzeug

Dieses Thema vertieft die Vorerfahrungen der SuS im Rahmen der verschiedenen elektrisch angetriebenen Fahrzeugarten. Außerdem können spezifische Alltagssituationen bewertet werden. Einen zusätzlichen inhaltlichen Input bietet das hinter dem QR-Code befindliche Interview zur derzeitigen Strategie der Automobilhersteller. **Aufgabe 1** bringt eine Struktur in das Vorwissen über die verschiedenen Fahrzeugtypen. **Aufgabe 2** thematisiert die spezifischen bauartbedingten Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme. In **Aufgabe 3** werden die spezifischen Konzepte aus **Aufgabe 2** mithilfe von Expertengruppen bewertet. **Aufgabe 4** verdeutlicht das allgemeine Funktionsprinzip eines Hybridfahrzeugs. Vertiefung bietet die Videosequenz hinter dem QR-Code. **Aufgabe 5** vertieft das Verständnis über das Funktionsprinzip eines Hybridfahrzeugs. In **Aufgabe 6** arbeiten die SuS mit aktuellen statistischen Werten. Sie sollen Aussagen über zukünftige Entwicklungen treffen. **Aufgabe 7** befasst sich mit aktuellen Fördermöglichkeiten im Kontext der Elektromobilität. **Aufgabe 8** behandelt aktuelle gesellschaftliche Problemstellungen bei zukünftigen Kaufentscheidungen.

Elektromobilität früher, heute, morgen

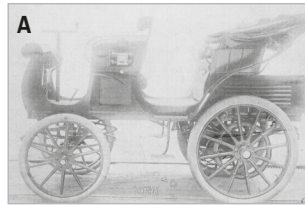
Die Idee, Autos mit Elektromotor zu bauen, ist älter als das Konzept von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Schau dir das Video aus dem Porsche Museum an. Auch diese Geschichte beginnt elektrisch...



1. Ordne die folgenden Elektrofahrzeuge mit Verbindungslinien den passenden technischen Daten zu.

Gustave Trouvé "Tricycle", 1881

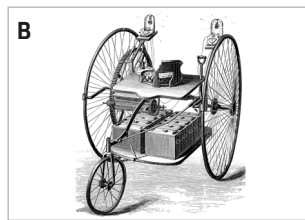
Wieder aufladbarer Blei-Akkumulator mit sechs Zellen.
Motor mit 0,07 kW, Fahrzeuggewicht inklusive Fahrer etwa 160 kg, Höchstgeschwindigkeit ca. 12 km/h.



Bildquelle: Unternehmensarchiv Porsche AG

Camille Jenatton "La Jamais Contente", 1899

Wieder aufladbarer Blei-Akkumulator mit 82 Zellen.
2 Motoren mit je 25 kW, Fahrzeuggewicht inklusive Fahrer etwa 1450 kg, Höchstgeschwindigkeit ca. 105 km/h.



Bildquelle: gettyimages, Nastasic

"Egger-Lohner C2 Phaeton", 1898

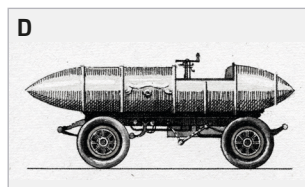
Wieder aufladbarer Blei-Akkumulator mit 44 Zellen.
Oktagonmotor mit 3-5 PS, Fahrzeuggewicht inklusive Fahrer etwa 1350kg, Höchstgeschwindigkeit ca. 25 km/h, Reichweite ca. 80 Kilometer.



Bildquelle: Adobe Stock, Whiteaster

Baker "Stanhope", 1904

Wieder aufladbarer Blei-Akkumulator mit zwölf Zellen.
Motor mit 1,75 kW, Fahrzeuggewicht inklusive Fahrer etwa 431kg, Höchstgeschwindigkeit.



Bildquelle: Adobe Stock, Juulijis

2. Die Batterie (Batteriekapazität, Ladedauer und Ladeinfrastruktur) wurde früh als eine der größten Schwächen eines Elektrofahrzeugs im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor erkannt. Bereits 1900 wurde daher das erste funktionsfähige Vollhybridfahrzeug mit einer Kombination aus den besten Anteilen beider Systeme entwickelt und 1901 vorgestellt. Beschreibe, wie das Hybridsystem beim "Semper Vivus" funktionierte, dessen Vor- und Nachteile und den Unterschied zu einem modernen Hybridfahrzeug.



3. Etwa ab 1910 setzte der Niedergang der frühen Elektroautos ein. Recherchiere im Internet was hierfür in erster Linie der Grund war.

4. Im Laufe der Zeit haben sich die Herausforderungen bei der Konstruktion und dem Bau von Elektrofahrzeugen nicht wesentlich verändert. Sammle Stichworte und beschreibe diese kurz.

5. Stimmt es, dass Elektrofahrzeuge wirklich immer die bessere Alternative zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor sind? Und wer ist wirklich klima- und umweltschonender unterwegs? Da sich dies nicht pauschal sagen lässt, müssen bei einer Ökobilanz verschiedene Punkte berücksichtigt werden.

a) Sammle Aspekte, die beim Vergleich der Ökobilanz der beiden Fahrzeugarten beachtet werden müssen.

b) Informiere dich im Internet über eine vergleichbare Ökobilanz der Fahrzeugtypen und beschreibe das Ergebnis deiner Suche in Stichworten.



6. Erstellt im Team einen kurzen Speed-Pitch zu den im Folgenden aufgeführten Themen. Nutzt bei der Erarbeitung eures Pitches die digitalen Hilfestellungen des QR Codes. Bildet nun neue Teams und präsentiert euch gegenseitig eure Pitches.

- Mobilität in Großstädten ▪ Carsharing-Konzepte
- 800V Schnellladen ▪ seltene Erden ▪ Mobilitätskonzept "last mile" ▪ Entsorgung von Fahrzeugen
- Wirkungsgrad ▪ Energiedichte moderner Batterien



Tip: Mit Hilfe eines Speed-Pitch hat der Vortragende die Möglichkeit, innerhalb kurzer Zeit – ca. drei bis fünf Minuten – interessierte Zuhörer von seiner Idee zu überzeugen. In der Regel wechselt man nach dem Pitch den Gesprächspartner und präsentiert seine Idee und seinen Inhalt noch einmal.

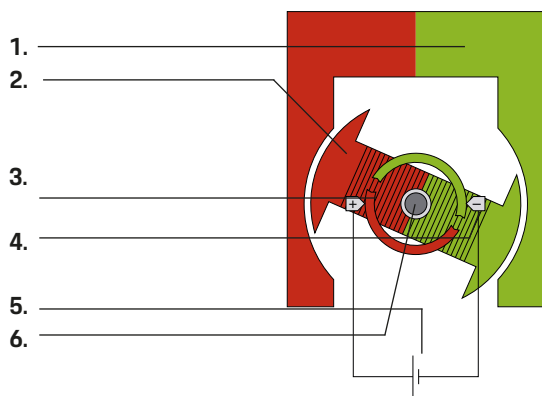
7. Damit sich elektrische Antriebe zukünftig noch stärker durchsetzen werden, müssen sich einige Komponenten weiterentwickeln. Benenne in diesem Zusammenhang mögliche Verbesserungen.

Elektromotoren treiben Fahrzeuge an

Elektromotoren bilden das Herzstück moderner Elektrofahrzeuge. Sie wandeln die in elektrischen Speichern geladene elektrische Energie in mechanische Energie um. Die dazu benötigte Kraft wird von einem Magnetfeld und dem stromdurchflossenen Leiter einer Spule erzeugt.

1. Wo überall werden Elektromotoren in Fahrzeugen verbaut? Sammle die verschiedenen Einsatzbereiche die Elektromotoren in modernen Fahrzeugen erfüllen und beschreibe ihre Funktionen.

2. Die folgende Abbildung zeigt das Funktionsprinzip eines zweipoligen Elektromotors. Ein drehbarer Elektromagnet, auch Läufer, Rotor oder Anker genannt, dreht sich im Magnetfeld eines feststehenden Dauermagneten. Der Dauermagnet wird deshalb auch als Stator oder Feldmagnet bezeichnet. Ordne die folgenden Bezeichnungen und deren Funktion zu.



Stator: Äußerer Permanentmagnet oder Elektromagnet

Rotor: Anker mit drehbaren Elektromagneten

Kommutator: Stromwender zum Polungstausch und damit zum Tausch der Richtung des Magnetfeldes

Stromanschluss: z. B. Pole einer Spannungsquelle

Antriebswelle: Mechanischer Anschluss zum Getriebe und zum Antrieb

Schleifkontakte: Fest mit dem Stromanschluss verbunden; streifen sie am Kommutator und stellen dabei eine leitende Verbindung her.

3. Beschreibe das Funktionsprinzip des Elektromotors. Vervollständige die begonnenen Sätze und verwende als Hilfe hierzu die Abbildung aus Aufgabe 2 und das Video hinter dem QR Code.



- Wird der Stromkreis geschlossen, beginnt der Rotor....
- Da sich nun der entstandene Elektromagnet im Magnetfeld des Stators befindet und sich ungleichnamige Pole anziehen....
- Nach jeder halben Umdrehung wird
- Durch den Schwung dreht sich der Rotor weiter und seine Polung...
- Dadurch dreht sich der Rotor weiter. Ansonsten würde er...

4. In Aufgabe 2 ist ein zweipoliger Elektromotor dargestellt. Welche Vorteile haben Motoren mit mehr als zwei Polen gegenüber dem Zweipolmotor? Nutze die Animationen hinter dem QR-Code und beschreibe.



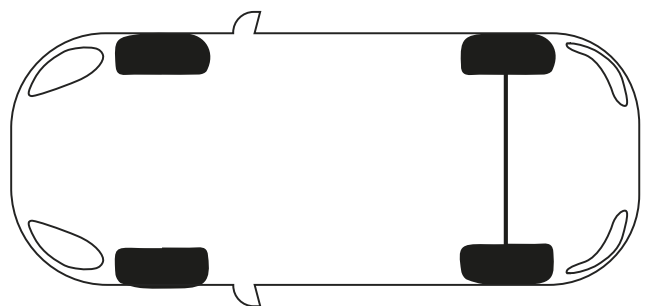
5. Man unterscheidet zwischen Hauptschlussmotoren und Nebenschlussmotoren. Beschreibe mit Hilfe der Informationen des QR-Codes den Unterschied der beiden Motorarten.



6. Sieh dir mit Hilfe des abgebildeten QR-Codes den hinterlegten Film zum Funktionsprinzip eines Elektromotors als Antriebsorgan in einem Elektrofahrzeug an. Übertrage die Informationen in ein Fahrzeugschema, z. B. wie im Folgenden abgebildet, auf ein DIN-A4-Blatt. Verwende die folgenden Komponenten:



Elektromotor, Batterie, Getriebe



Hybrid, Plug-in oder doch ein reines Elektrofahrzeug?

Seit im Jahr 1900 das Fahrzeug „Semper Vivus“ als erstes funktionsfähiges Vollhybridfahrzeug der Welt erfolgreich auf der Straße fuhr, blieb die Grundidee dieselbe: Das Beste aus zwei technischen Welten zu einem innovativen Konzept verbinden. Technisch wurde das Konzept im Laufe der Jahre natürlich weiterentwickelt und verfeinert.

1. Verbinde die Fahrzeugbezeichnungen mit der passenden Antriebsart und ihrer englischen Bezeichnung.

Fahrzeug mit Verbrennungsmotor	HEV	Plug-in-Hybrid Electric Vehicle;
Hybridantrieb, bei dem die Batterie an einer extern Steckdose geladen wird	BEV	Hybrid Electric Vehicle
Hybridantrieb, bei dem der Verbrennungsmotor die Batterie lädt	ICE	Battery Electric Vehicle
Fahrzeug mit Elektroantrieb	PHEV	Internal Combustion Engine

2. a) Sammle die jeweiligen Vorteile der Antriebskonzepte Verbrennungsmotor bzw. Elektromotor in einer Tabelle. Nutze ggf. den Film aus der Einleitung.

b) Beschreibe, warum man nicht einfach ein Fahrzeug baut, welches an einer Achse mit einem Elektromotor und an der anderen Achse mit einem Verbrennungsmotor angetrieben wird?

3. In einem modernen Hybridfahrzeug müssen bei der Verbindung der jeweiligen Vorteile der Systeme immer auch Kompromisse eingegangen werden. Je nach Anforderung durch den Nutzer gibt es so verschiedene Konzepte.

- **Micro-Hybrid**
- **Mild-Hybrid**
- **Voll-Hybrid**
- **Range Extender**

Teilt euch in vier Teams auf. Jede Gruppe bearbeitet eines der folgenden Hybridkonzepte und wird dadurch zur Expertengruppe. Recherchiert, was die Bezeichnung bedeutet und welches Konzept sich dahinter verbirgt. Erstellt einen kurzen Steckbrief. Bildet nun neue Gruppen in denen jeweils ein Experte ist. Dieser erklärt den anderen Gruppenmitgliedern sein Hybridsystem.

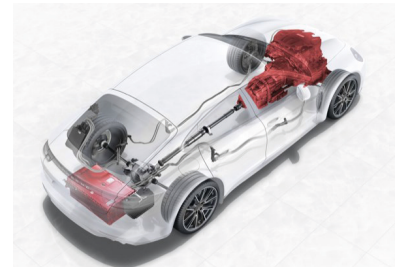
4. Wie funktioniert ein Hybridsystem im Detail? Schaut euch den **Film** hinter dem abgebildeten QR-Code an. Beschreibt das Funktionsprinzip und verwendet hierzu folgende Begriffe:

Batterie, Getriebe, Elektromotor, Verbrennungsmotor, Drehmoment, Leistungselektronik, Rekuperation, Segeln, Start-Stop



5. In den unterschiedlichen Situationen, in denen ein Hybridfahrzeug eingesetzt wird, werden verschiedene Bauteile beansprucht. Sortiere die folgenden Situationen zu den passenden Abbildungen.

1. Plug-in-Laden an einer Schnellladestation
2. Elektrisches Fahren
3. Sportliches Fahren
4. Höchste Leistung
5. Bremsen
6. Parken



6. Die Verbreitung von Hybridfahrzeugen stieg in den letzten Jahren deutlich. Interpretiere die Grafik und den Presstext hinter dem QR-Code und bearbeite folgende Fragen.



- Welchen prozentualen Anteil hatten Hybridfahrzeuge etwa 2010 und 2020 im Verhältnis zu den in Deutschland zugelassenen PKWs.
- Welche Aussage lässt sich auf die Art der Hybridfahrzeuge treffen?
- Welche Vorhersage lässt sich auf zukünftige Antriebs- und Energiekonzepte machen?

7. In Deutschland werden momentan der Kauf und/oder der Betrieb von Hybridfahrzeugen mit staatlichen Anreizen gefördert. Informiere dich im Internet, mit welchen Anreizen der Kauf von Hybridfahrzeugen derzeit bezuschusst wird.

8. Familie Kaiser möchte ein neues Fahrzeug kaufen. Es stehen ein Plug-in-Hybrid, ein Elektroauto oder ein klassischer Verbrenner mit Benzinmotor zur Diskussion. Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Konzepte haben zur Verwirrung geführt. Wie sollten sich Kaisers entscheiden?



- Schaut euch das Mobilitätsverhalten der Familie mit Hilfe des QR-Codes an.
- Teilt die Klasse in drei Gruppen. Jede Gruppe sammelt in einer kurzen Diskussionsphase Argumente zum Kauf eines Fahrzeugtypen und nimmt die jeweilige Position ein.
- Bestimmt einen Moderator und pro Gruppe zwei Gruppensprecher.
- Führt nun eine Konferenzmoderation durch. Welches Fahrzeugkonzept passt zu der Familie?

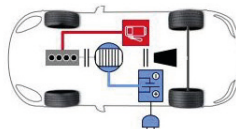
Elektromobilität früher, heute, morgen

- Gustave Trouvé "Tricycle", 1881 ist Abb. B / "Egger-Lohner C2 Phaeton", 1898 ist Abb. A / Camille Jenatton "La Jamais Contente", 1899 ist Abb. D / Bakers "Stanhope", 1904 ist Abb. C
- Der Lohner-Porsche "Semper Vivus" von 1900 gilt als das erste funktionsfähige Vollhybridfahrzeug der Welt. Der Verbrennungsmotor treibt einen Generator an, der die Radnabe mit Elektrizität versorgt. 1901 kommt die serienreife Version als Lohner-Porsche "Semper Vivus" auf den Markt. Technische Daten: Verbrennungsmotor: 2 x 2,6 kW, E-Motor: 2 x 1,8 kW, Höchstgeschwindigkeit: 35 km/h. **Vorteile:** Der Antrieb des Fahrzeugs erfolgt über Elektromotoren mit hohem Wirkungsgrad. Der benötigte Strom wird durch Verbrennungsmotoren erzeugt. Moderne Hybridfahrzeuge haben in der Regel eine zusätzliche Speicherbatterie und deutlich höhere Leistungen. Je nach Typ können sie auch an einer Steckdose geladen werden. Dadurch wird der Verbrennungsmotor erst bei einer leeren Batterie benötigt.
- Der Niedergang setzte ab etwa 1910 ein. Einerseits wurde das Starten von Benzinern durch den Anlasser anstelle des Ankerbells sehr viel bequemer. Dadurch konnten auch Frauen selbstständig mit Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren fahren und diese nach dem Abstellen wieder starten. Andererseits überzeugten die größere Reichweite und das immer größere Tankstellennetz. Auch billiges Öl für die Produktion von Kraftstoffen war ein Faktor für das Verschwinden der elektrischen Transportmittel. Zudem wurden Verbrenner in größerer Stückzahl gebaut und waren günstiger.
- Reichweite:** Durch die niedrige Energiedichte in Batterien ist die Reichweite von Elektrofahrzeugen in der Regel deutlich niedriger als die von Verbrennern.
Ladezeit: Das Laden von Fahrzeugbatterien dauert je nach zur Verfügung stehender Leistung deutlich länger als das Befüllen von Kraftstoff in Fahrzeugtanks
Gewicht: Durch die sehr schweren Fahrzeugbatterien sind Elektrofahrzeuge in der Regel schwerer als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, obwohl sie weniger Bauteile in Getriebe oder Motoren haben.
Hohe Ströme: Um große Leistung abrufen zu können, werden hohe Ströme von der Fahrzeugbatterie benötigt. Hierfür werden dicke Stromleitungen verwendet. Um die Ströme und die Leitungsquerschnitte kleiner zu halten, wird die Spannung der Batterien bis auf 800V erhöht.
- a) Rohstoffverbrauch bei der Fahrzeugherstellung
 - Energiebedarf bei der Fahrzeugherstellung
 - Lebenszyklus eines Fahrzeugs
 - CO₂-Emission beim Fahren
 - Strommix und Kraftstoffarten
 - Nutzungsintensität eines Fahrzeugs
 - Recyclingmöglichkeiten der Fahrzeuge
- b) Die durch ihre Produktion anfänglich schlechtere CO₂-Bilanz von z. B. elektrischen Kompaktwagen verbessert sich gegenüber Benzinfahrzeugen nach etwa acht Jahren.
 - Elektrische Kompaktwagen fahren auf lange Sicht klimaschonender als Verbrenner. Bei Kleinwagen ist die erforderliche Laufzeit, bezogen auf die schlechte Bilanz in der Produktion, oft zu hoch.
 - Der hohe Anteil an Kohlestrom und der derzeitige Strommix in Deutschland sind schlecht für die Ökobilanz von elektrischen Fahrzeugen.
 - Durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und energieeffizientere Herstellung bzw. längere Lebensdauer der Akkus würde sich die Ökobilanz von Elektroautos gegenüber Verbrennern weiter verbessern.
- Schülerindividuelle Antwort.
- Verringerung der Ladezeit, Erhöhung der Kapazität der Batterien, Preissenkungen der Fahrzeuge, Ausbau der Ladeinfrastruktur, Konzepte zum Recycling und der Entsorgung der Batterien....

Elektromotoren treiben Fahrzeuge an

- Antriebsmotor:** dient zum Antreiben des Fahrzeugs und zur Rekuperation
Linearmotoren: führen klar definierte Bewegungen aus, z. B. in Sitzen, Spiegeln oder Ausstattungsdetails
Stellmotoren: stellen klar definierte Winkel ein z. B. in Assistenzsystemen
Universalmotor: einfache Rotationsbewegung z. B. in Lüftern
- 1: Stator: Äußerer Permanentmagnet oder Elektromagnet
2: Rotor: Anker mit drehbaren Elektromagneten
3: Schleifkontakte: Fest mit dem Stromanschluss verbunden, streifen sie am Kommutator und stellen dabei eine leitende Verbindung her.
4: Kommutator: Stromwender zum Polungstausch und damit zum Tausch der Richtung des Magnetfeldes des Rotors
5: Stromanschluss: z. B. Pole einer Spannungsquelle
6: Antriebswelle: Mechanischer Anschluss zum Getriebe und zum Antrieb
- Wird der Stromkreis geschlossen, so wird die innere drehbare Spule, der Rotor, von einem Magnetfeld umgeben.
 - Da sich der so entstandene Elektromagnet im Magnetfeld des äußeren Magneten, des Stators, befindet und sich ungleichnamige Pole anziehen, dreht sich der Rotor.
 - Nach jeder halben Umdrehung wird durch den Kommutator der Stromkreis kurz unterbrochen.
 - Durch den Schwung dreht sich der Rotor weiter und seine Polung wird getauscht. Aus diesem Grund dreht sich der Rotor weiter. Ansonsten würde er in der waagerechten Position (Totpunkt) stehen bleiben.

- Die Anzahl der Pole in einem Motor kann beliebig sein. Sie wirkt sich auf die Drehgeschwindigkeit, den Energieverbrauch und die Leistung aus. Zweipolige Motoren können Anlaufschwierigkeiten haben, wenn die Schleifkontakte im neutralen Bereich des Kommutators stehen.
- Beim Hauptschluss- oder Reihenschlussmotor sind Rotor und Stator in Reihe geschaltet. Beim Nebenschlussmotor sind Rotor und Stator parallel geschaltet. Einen Nebenschlussmotor zeichnet eine fast gleich bleibende Drehzahl bei schwankender Belastung aus. Ein Hauptschlussmotor hat dagegen ein hohes Anzugsvermögen.
-



Hybrid, Plug-in oder doch ein reines Elektrofahrzeug?

1. Fahrzeug mit Elektroantrieb	ICE	Internal Combustion Engine
Hybridantrieb, bei dem die Batterie an einer externen Steckdose geladen wird	PHEV	Plug-in-Hybrid Electric Vehicle;
Hybridantrieb, bei dem der Verbrennungsmotor die Batterie lädt	HEV	Hybrid Electric Vehicle
Fahrzeug mit Verbrennungsmotor	BEV	Battery Electric Vehicle

- a) Verbrennungsmotor
 - schnelles Tanken
 - ausgebautes Tankstellennetz
 - ausgereifte Technik
 - einheitliche Standards
 - hohe Energiedichte
 - hoher Wirkungsgrad
 Elektroantrieb
 - CO₂-neutraler Betrieb
 - hoher Wirkungsgrad
 - hohes Drehmoment
 - geräuscharmer Antrieb
 - Rückgewinnung der Bremsenergie
- b) Durch den Einbau beider eigenständiger Konzepte hätte das Fahrzeug ein sehr hohes Eigengewicht. Im Fahrbetrieb wäre meist ein Antriebssystem überflüssig.
- Micro-Hybrid:** Der Verbrennungsmotor wird zeitweilig durch einen Elektromotor unterstützt, z. B. beim Anfahren oder beim Beschleunigen.
Mild-Hybrid: Es wird ein Elektromotor mit einer leistungsstarken Batterie und einem Verbrennungsmotor kombiniert. So werden die Vorteile beider Systeme optimal genutzt.
Voll-Hybrid: Der Verbrennungsmotor wird so erweitert, dass der Motor automatisch abgeschaltet wird, wenn er nicht benötigt wird, z. B. an der Ampel oder im Stau. Möchte man weiterfahren, wird er wieder angeschaltet.
Range Extender: Zusätzliche Aggregate, z.B. ein kleiner Verbrennungsmotor, der einen Generator antreibt, welcher die Reichweite des Elektrofahrzeugs erhöht.
- Benzin-/Diesel-Elektro-Hybridfahrzeuge kombinieren die Vorteile des Elektro- und die des Verbrennungsmotors miteinander. Das Gesamtsystem arbeitet dabei möglichst effizient, mit hohem Drehmoment und mit gutem Wirkungsgrad. Überschüssige Leistung des Verbrennungsmotors oder beim Bremsen frei werdende kinetische Energie wird in elektrische Energie umgewandelt und in einem Akku gespeichert. Ein elektrischer Antriebsmotor, der direkt mit dem Getriebe verbunden ist, unterstützt bei Bedarf den Verbrennungsmotor oder treibt das Fahrzeug sogar eigenständig an. Lässt die Batterieleistung nach, arbeitet der Elektromotor automatisch als Generator und lädt die Batterie während der Fahrt wieder auf. Um die Vorteile der beiden Antriebe optimal auszunutzen zu können, muss automatisch permanent der optimale Betriebsmodus ausgewählt werden. Auf geraden oder leicht abschüssigen Strecken werden alle Motoren abgeschaltet und das Fahrzeug rollt im sogenannten Segelbetrieb. Auch bei stehendem Verkehr oder im Start-/Stopp-Betrieb wird der Verbrenner abgeschaltet.
- a) Anteil 2010 etwa 0,25 % / 2020 etwa 13,5 %
 - Spitzenreiter bei den Zulassungen sind Plug-in-Hybridfahrzeuge gefolgt von reinen Elektrofahrzeuge die etwas beliebter sind als Vollhybridfahrzeuge.
 - Das Feld der alternativen Fahrzeuge wird sich erweitern und Biofuel-Fahrzeuge und Hybrid-Systeme mit größeren elektrischen Reichweiten werden sich verbreiten. Elektrische Antriebe werden stark ausgebaut werden.
- Die derzeitigen Innovationsprämien sind für jedes Bundesland spezifisch festgelegt. Reine E-Autos bekommen derzeit eine Förderung von bis zu 9000 Euro, Plug-in-Hybride erhalten eine Förderung von bis zu 6750 Euro. Plug-in-Hybride werden nur gefördert, wenn diese höchstens 50 Gramm CO₂ pro Kilometer emittieren oder bis Ende 2021 eine rein elektrische Mindestreichweite von 40 Kilometern haben, ab 2022 eine Mindestreichweite von 60 Kilometer, ab 2025 von mindestens 80 Kilometer.
- Schülerindividuelle Antwort. Vermutlich ist ein Plug-in-Hybrid am sinnvollsten.

Geschichtsstunde mit Wow-Effekt.

Und Lernkurven mit Spaßfaktor.

Das passt nicht zusammen? Dann kennst Du das umfangreiche Porsche 4Kids Programm auf www.porsche4kids.de noch nicht. Spielerische Online-Erlebnisse fördern dabei die Verkehrserziehung und mit unseren virtuellen Museumsführungen entstehen Geistesblitze mit Zukunftsbezug.



Stromverbrauch (in kWh/100 km) kombiniert: 26,9–26,0; CO₂-Emissionen kombiniert: 0 g/km



PORSCHE