



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

Klett MINT

PORSCHE  
MUSEUM

# Lehrerhandreichung Elektromobilität



**Porsche 4School**  
Finden Sie das passende Angebot für Ihre Schulklassen. Mehr Informationen 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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

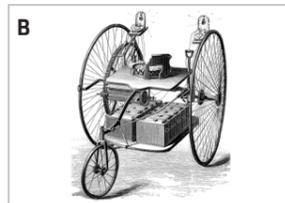
Wieder aufladbarer Blei-Akkumulator mit sechs Zellen. Motor mit 0,07 kW, Fahrzeuggewicht inklusive Fahrer etwa 160 kg, Höchstgeschwindigkeit ca. 12 km/h.



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

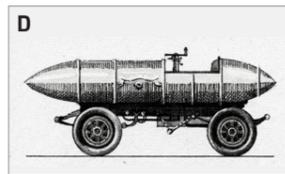
Wieder aufladbarer Blei-Akkumulator mit 44 Zellen. Oktagonmotor mit 3-5 PS, Fahrzeuggewicht inklusive Fahrer etwa 1350kg, Höchstgeschwindigkeit ca. 25 km/h, Reichweite ca. 80 Kilometer.



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 Hybridssystem 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 Elektrofahrzeuge 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.

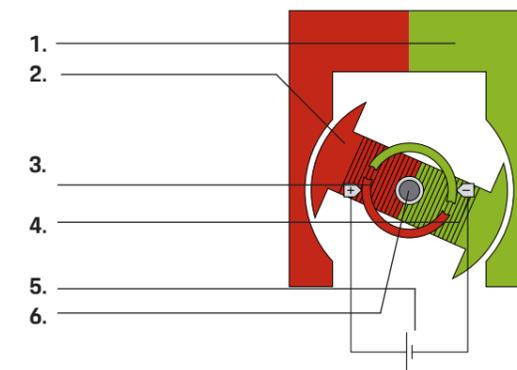
7. Damit sich elektrische Antriebe zukünftig noch stärker durchsetzen werden, müssen sich einige Komponenten weiterentwickeln. Benenne in diesem Zusammenhang mögliche Verbesserungen.

# 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.



- 1. Stator:** Äußerer Permanentmagnet oder Elektromagnet
- 2. Rotor:** Anker mit drehbaren Elektromagneten
- 3. Kommutator:** Stromwender zum Polungstausch und damit zum Tausch der Richtung des Magnetfeldes
- 4. Stromanschluss:** z. B. Pole einer Spannungsquelle
- 5. Antriebswelle:** Mechanischer Anschluss zum Getriebe und zum Antrieb
- 6. 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.



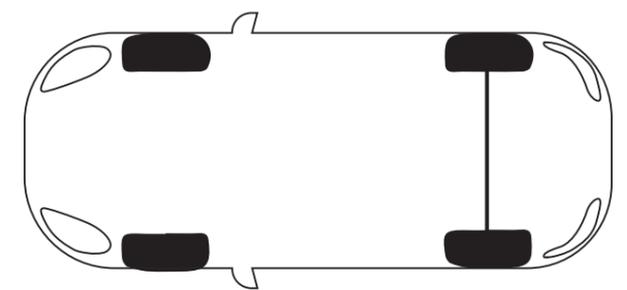
5. Man unterscheidet zwischen Hauptschlussmotoren und Nebenschlussmotoren. Beschreibe mit Hilfe der Informationen des QR-Codes den Unterschied der beiden Motorarten.



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

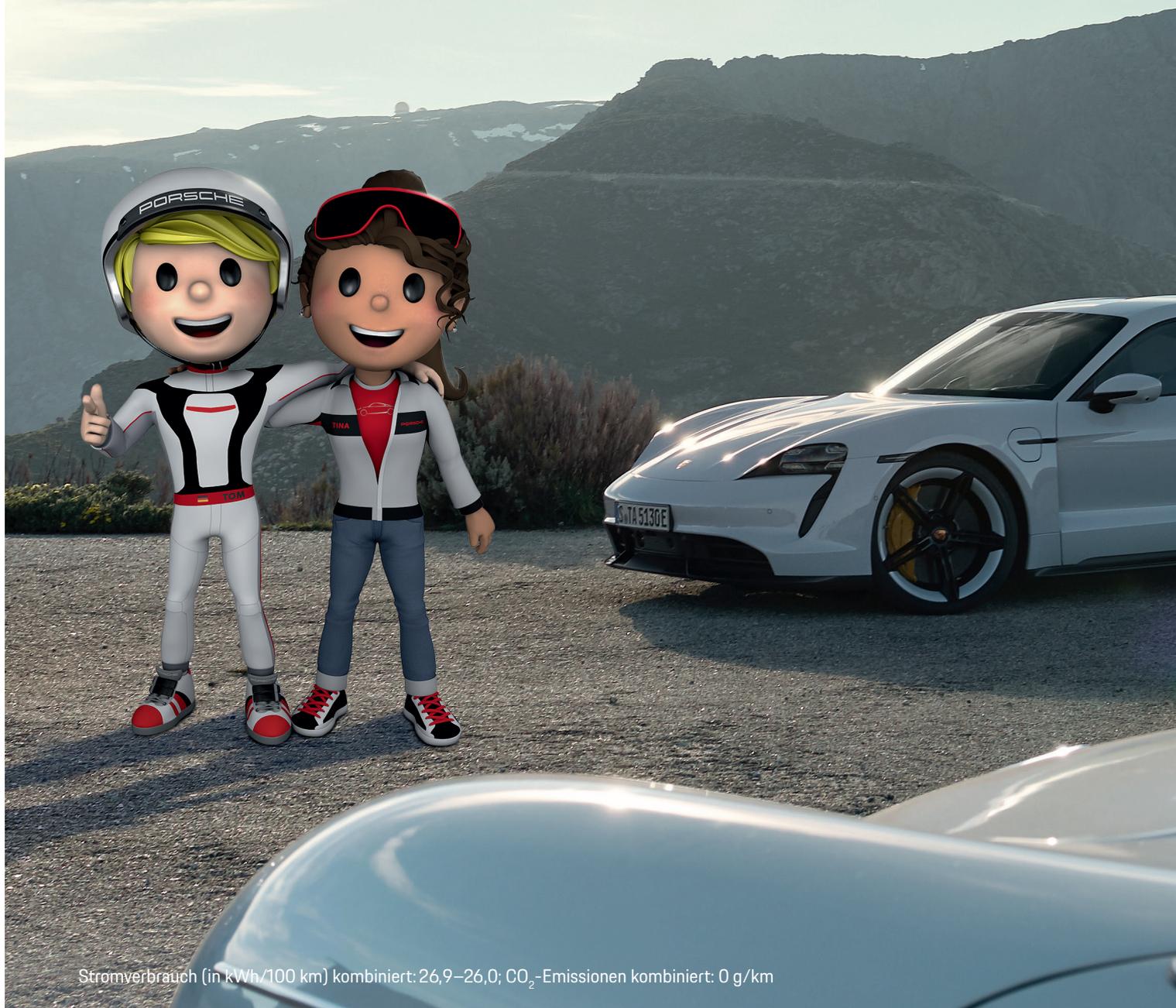




# Geschichtsstunde mit Wow-Effekt.

## Und Lernkurven mit Spaßfaktor.

Das passt nicht zusammen? Dann kennst Du das umfangreiche Porsche 4Kids Programm auf [www.porsche4kids.de](http://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; CO<sub>2</sub>-Emissionen kombiniert: 0 g/km



PORSCHE