



**Bildung mit Energie**  
ENTDECKEN, ERFORSCHEN, ERLEBEN

## **BEGLEITDOKUMENT - MODUL 5**

### **Elektrifizierung im Verkehrssektor – Fokus Elektromobilität**

○ **zukunftsgeladen**

## Inhalt

1	Einordnung des Moduls in Gesamtkontext	3
2	Gesamtübersicht der Unterrichtseinheit	3
3	Ziele für diese Unterrichtseinheit	4
4	Checkliste zur Vorbereitung der Unterrichtseinheit	4
5	Detailerklärungen zu einzelnen Schwerpunkten der Agenda	4
5.1	Check-In (10min)	4
5.1.1	Erläuterung der Motivation für die kommenden Unterrichtseinheiten (UE)	4
5.1.2	Kennenlernen der SchülerInnen	5
5.2	Einleitung und Themenbegründung (10min)	6
5.3	Gruppenarbeit zur Historie und technologischen Reife der Elektromobilität (15min)	6
5.4	Gegenseitige Kurzpräsentation der Ergebnisse (10min)	7
5.5	Thesen zur Mobilität (10min)	7
5.6	Gruppendiskussion zu den ausgewählten Themen (20min)	8
5.7	Check-Out (15min)	8
6	Zusammenfassung	9
7	Anhang	10
7.1	Poster zur Einleitung (Datei M5_01)	10
7.2	Arbeitsblätter für die Gruppenarbeit (Dateien M5_02 bis _03)	11
8	Gelerntes aus fünf Modulen	21
8.1	Allgemeine Dinge	21
8.2	Modul 1: Einführung Klimawandel und Erneuerbare Energien	21
8.3	Modul 2: Stromgewinnung aus Windenergie	21
8.4	Modul 3: Stromgewinnung aus Sonnenenergie	21
8.5	Modul 4: Bau einer Photovoltaikanlage – Planung, Wirtschaftlichkeit und Ansprechpartner	21
8.6	Modul 5: Elektrifizierung im Verkehrssektor – Fokus Elektromobilität	22

## 1 Einordnung des Moduls in Gesamtkontext



## 2 Gesamtübersicht der Unterrichtseinheit

Agenda		
Zeit	Schwerpunkte	Inhaltliche Ausgestaltung
10min	Check-In	
10min	Einleitung und Themenbegründung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenüberstellung von Status Quo und Zielzahlen von Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch nach Sektoren</li> <li>• Begründung für Notwendigkeit der Elektrifizierung des Transportsektors</li> </ul>
15min	Gruppenarbeit zur Historie und technologischen Reife der Elektromobilität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der Elektromobilität</li> <li>• Technologische Reife der Elektromobilität</li> <li>• Weitere Elektrifizierungsmöglichkeiten im Verkehrssektor</li> </ul>
10min	Gegenseitige Kurzpräsentation der Ergebnisse	
10min	Thesen zur Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der Thesen</li> <li>• Voting der SchülerInnen, welche Themen als größte Herausforderung gesehen werden</li> </ul>
20min	Gruppendiskussion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl der am häufigsten abgestimmten Thesen</li> <li>• Debatte zu den Herausforderungen und Perspektiven der Elektromobilität</li> <li>• Bewertung der Thesen nach Wahrheitsgehalt</li> </ul>
15min	Check-Out und Gesamtzusammenfassung der 5 Module	

### 3 Ziele für diese Unterrichtseinheit

Mit der Unterrichtseinheit (UE) zum Thema Elektrifizierung im Verkehrssektor – Fokus Elektromobilität zielen wir auf folgende Sachverhalte ab:

- Die SchülerInnen verstehen, warum die Elektrifizierung des Transportsektors notwendig ist und Sinn macht, um dem Klimawandel entgegenzuwirken.
- Die SchülerInnen haben einen Überblick zur Technologie Elektromobilität und einen in andere Elektrifizierungsmöglichkeiten im Verkehrssektor erhalten. Sie können die historische und aktuelle Entwicklung der Elektromobilität nachvollziehen.
- Die SchülerInnen diskutieren Herausforderungen der Mobilitätswende, alltäglichen Thesen und Meinungen zum Thema und mögliche Perspektiven.
- Die SchülerInnen erkennen den Zusammenhang zwischen Klimawandel, Erneuerbaren Energien, Elektrifizierung und Nachhaltigkeit. Die SchülerInnen bekommen eine umfangreiche, reflektierte Einsicht in die Thematik.

### 4 Checkliste zur Vorbereitung der Unterrichtseinheit

Vorbereiten

- Flipcharts mit Agenda, KPIs und Stimmungcheck erstellt (siehe 5.1.1)
- M5\_04 „Hintergrundinformationen zur Gruppendiskussion“

Ausdrucken

- M5\_01 „Poster zur Einleitung“, Empfehlung DIN A0 (siehe 7.1)
- M5\_02 „Aktueller Stand der Elektromobilität in Deutschland, Alternativen im Mobilitätssektor und Historische Entwicklung der Elektromobilität Zeitung“, Empfehlung DIN A4 und 1 je Gruppenmitglied (siehe 7.2)
- M5\_03 „Thesen und Diskussion Modul 5“, Empfehlung DIN

Mitbringen

- Flipcharts zur Ergebnispräsentation der Gruppenarbeiten
- Klebepunkte
- Beamer

### 5 Detailerklärungen zu einzelnen Schwerpunkten der Agenda

#### 5.1 Check-In (10min)

##### 5.1.1 Erläuterung der Motivation für die kommenden Unterrichtseinheiten (UE)

👤 Ziel: Zu Beginn der UE stellt der Lehrer den SchülerInnen den Plan sowie die Ziele für das fünfte Modul vor. Die SchülerInnen sollen verstehen, welche Themen angesprochen werden und was wir gemeinsam erreichen wollen.

⚙️ Vorbereitung: Um den SchülerInnen den Rahmen und die Ziele der UE dauerhaft während der UE anzeigen zu können, ist es möglich Flipcharts mit Agenda und KPIs vorzubereiten wie beispielhaft in den untenstehenden Bildern dargestellt:

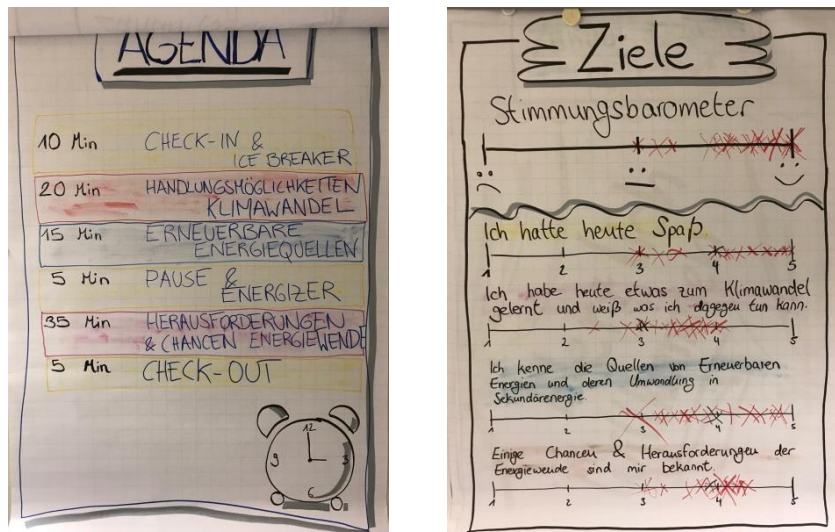


Abb. 1: Beispiele für Flipcharts mit Agenda, KPIs und Stimmungcheck

☞ Durchführung: Die Stimmung aller Teilnehmer wird im Vorfeld abgefragt, die Bewertungen der anderen Ziele werden im Nachgang erfasst.

🕒 Tipps & Tricks: Für eine Zusammenfassung aller UE siehe Anhang Modul 5.

### 5.1.2 Kennenlernen der SchülerInnen

👤 Ziel: Die Teilnehmer der UE lernen sich gegenseitig kennen und machen sich vertraut. Optional kann dies durch eine einfache Fragerunde oder einen spielerischen Ice-Breaker (eine gelockerte Atmosphäre wird geschaffen) realisiert werden. Für den spielerischen Einstieg siehe beispielhaft die nachfolgenden Punkte:

🌀 Vorbereitung: Die SchülerInnen stellen sich im Kreis auf (ideal für den zweiten Abschnitt dieses Teils ist ein Stuhlkreis).

☞ Durchführung Schritt 1: Im Kreis stehende Teilnehmer werfen sich imaginären Ball zu und beantworten folgende Fragen, bis jeder Teilnehmer einmal gesprochen hat:

- Wie heiße ich?
- Wo komme ich her?
- Worauf bin ich heute am meisten gespannt/freue ich mich am meisten?

☞ Durchführung Schritt 2: Zum weiteren Kennenlernen wird das Spiel „Der Wind weht für alle, die...“ gespielt. Es wird wie folgt durchgeführt:

1. Aufstellen von n-1 Stühlen im Kreis.
2. Ein Teilnehmer beginnt und stellt sich in die Mitte des Kreises.
3. Ziel dieses Teilnehmers ist es, sich einen Sitzplatz zu sichern.
4. In der Mitte stehender Teilnehmer beginnt Satz mit „Der Wind weht für alle, die ...“.
5. Satz wird beendet durch typische und untypische Vorlieben, Hobbys, Eigenschaften, etc. (idealerweise keine äußeren Erscheinungsmerkmale).
6. Alle, auf die die Aussage zutrifft, müssen sich einen neuen Sitzplatz suchen.
7. Während des Wechsels muss der in der Mitte stehende Teilnehmer versuchen einen Sitzplatz zu finden.
8. Wer keinen Platz im Kreis findet, stellt sich in die Kreismitte und vervollständigt als Nächster den Satz.
9. Ziel ist es sich gegenseitig besser kennenzulernen und eine vertraute Atmosphäre zu schaffen.






## 5.2 Einleitung und Themenbegründung (10min)

-  Ziel: Durch die einleitenden Worte soll den SchülerInnen anhand des beigefügten Posters aufgezeigt werden, warum sich abschließend mit dem Thema „Elektromobilität“ beschäftigt wird. Die Begründung und Herausforderung ist im Abschnitt „Durchführung“ nachzuvollziehen.
-  Vorbereitung: Das Poster, welches im Anhang unter Punkt 7.1 dargestellt ist, kann zu Darstellungszwecken auf A0 geplotet werden oder während der Erklärung über einen Beamer an die Wand projiziert werden.
-  Durchführung: Die folgenden Punkte dienen der Erklärung des Posters. Sie sind ebenfalls zur Orientierung im Schaubild selbst nummeriert. Die Werte gelten für Deutschland:
  - **1 & 2)** Vergleicht man die aktuellen Treibhausgasemissionen mit den Zielzahlen für 2050 (siehe Diagramm 1 auf dem Schaubild), erkennt man, dass der Energiesektor für einen Großteil der Emissionen verantwortlich ist, gleichzeitig aber auch eine vollständige Dekarbonisierung des Energiesektors bis 2050 angestrebt wird. Andere Sektoren wie Forst- oder Landwirtschaft tragen in verhältnismäßig geringem Umfang zu den THG-Emissionen bei.
  - **3)** Vergleicht man den aktuellen Energieverbrauch und die prognostizierten Zahlen für 2050 nach den verschiedenen Sektoren, kann man feststellen, dass über ein Viertel des Verbrauchs bereits heute dem Verkehrssektor zugeschrieben werden kann, der Verbrauch bis 2050 aber noch auf anteilmäßig ca. die Hälfte steigen wird. Der Verbrauch des Haushaltssektors wird beispielsweise durch höhere Energieeffizienz bis 2050 stark sinken.
  - **4)** Die zwei Diagramme zeigen, dass es einer Entkopplung von Energiebedarf und Emissionserzeugung in allen Sektoren, vorrangig aber dem Mobilitätssektor, bedarf.
  - **5 & 6)** Die Möglichkeit für eine emissionsarme Erzeugung sind dabei Atomkraft und Erneuerbare Energien, wobei ersteres in Deutschland perspektivisch nicht mehr zur Erzeugung beitragen wird. Die Energie wird in Form von Strom gewonnen, weshalb die Elektrifizierung notwendig ist.
  - **7 - 9)** Die Sektoren neben dem Verkehr sind bereits stark von Strom dominiert und verhältnismäßig einfach zu elektrifizieren. Die Herausforderung liegt vielmehr im Verkehrssektor, da hier bisher stark auf fossile Kraftstoffe und Antriebstechnologien gesetzt wurde. Die mit der Elektrifizierung einhergehenden Optionen sind Elektromobilität sowie strombasierte Kraftstoffe.

Im fünften Modul wird sich aufgrund der Präsenz und technologischen Reife der Technologie auf die Elektromobilität fokussiert. Das Thema strombasierte Kraftstoffe kann ggf. als Vertiefungsthema angehangen werden.

## 5.3 Gruppenarbeit zur Historie und technologischen Reife der Elektromobilität (15min)

-  Ziel: Durch das eigenständige Erarbeiten und die kurzen Diskurse in der Gruppe lernen die SchülerInnen interaktiv etwas zur historischen Entwicklung der Technologie sowie dem aktuellen Stand der Technik als Grundlage für die spätere Gruppendiskussion. Methodisch lernen die SchülerInnen die wesentlichen Inhalte aus einem Arbeitsblatt mit (zu) vielen Informationen herauszufiltern.
-  Vorbereitung: Die im Anhang unter Punkt 7.2 eingefügten Arbeitsblätter sind im Vorfeld in mehrfacher Ausführung für die SchülerInnen auszudrucken. Die Klasse ist in drei Gruppen zu gleichen Teilen einzuteilen, wovon je eine Gruppe ein Thema erarbeitet. Im nächsten Schritt wird das Erarbeitete den jeweils anderen Gruppen/SchülerInnen präsentiert. Gegebenenfalls können den SchülerInnen Flipcharts o.Ä. zur Verfügung gestellt werden, um während der Gruppenarbeit das Material als kleine Präsentation aufbereiten zu können.
-  Durchführung: Die jeweiligen Gruppen haben 15min Zeit, das ausgedruckte Material durchzulesen/durchzuarbeiten und für ihre MitschülerInnen aufzubereiten. Die Aufbereitung kann dabei ausschließlich mündlich erfolgen oder während der 15min wird ein kurzes Schaubild

z.B. am Flipchart erstellt. Dies ist ganz den SchülerInnen überlassen bzw. kann im Vorfeld bestimmt werden.

- ⊗ Tipps & Tricks: Eine an die Wand geworfene Stoppuhr kann den SchülerInnen helfen, sich ihre Zeit gut einzuteilen. Für Rückfragen und zur Unterstützung sollte während der Zeit zur Verfügung gestanden werden. Sinnvollerweise sollte im Vorfeld jedes Arbeitsblatt durchgelesen werden, damit eigene Fragen ausgeräumt werden können.






#### 5.4 Gegenseitige Kurzpräsentation der Ergebnisse (10min)

- ✎ Ziel: Ziel ist es, dass alle SchülerInnen zu jedem Thema die wichtigsten Informationen vermittelt bekommen. Bedingt durch die sehr knappe Durchführungszeit lernen die SchülerInnen, sich auf die wesentlichen Inhalte zu fokussieren und ihren MitschülerInnen eine gute Zusammenfassung zu präsentieren.
- ⊗ Vorbereitung: Für diesen Teil ist keine Vorbereitung notwendig.
- 👥 Durchführung: Die in der Gruppenarbeit ausgearbeiteten Ergebnisse sollen präsentiert werden. Pro Gruppe sind drei Minuten für die Präsentation vorgesehen. Nach jeder Blitzpräsentation sollte Zeit für kurze Rückfragen der SchülerInnen eingeplant werden. Jede Gruppe hat die Möglichkeit ihre Ergebnisse zu präsentieren (drei Durchgänge: Historische Entwicklung, Entwicklung der Elektromobilität, Alternativen im Verkehrssektor). Idealerweise sollte jedes Gruppenmitglied einen kleinen Redeanteil haben.
- ⊗ Tipps & Tricks: Als spielerischen Anreiz bietet es sich auch hier an eine Stoppuhr über den Beamer an die Wand zu werfen. Gestalten sie die Präsentationen als einen kleinen Wettbewerb, um die SchülerInnen für ihre Präsentation zusätzlich zu motivieren (Gamification-Faktor) – nur drei Minuten Zeit zur Übermittlung der Informationen ist keine leichte Aufgabe. Applaus kann helfen.




#### 5.5 Thesen zur Mobilität (10min)

- ✎ Ziel: Nachdem die SchülerInnen mit den einführenden Themen zur Elektrifizierung des Mobilitätssektors vertraut sind und einen gesamtheitlichen Überblick gewonnen haben, dient der zweite Teil dieses Moduls der Vertiefung. Im Alltag gibt es viele Thesen, darunter einige Vorurteile, zum Thema Elektromobilität. Da aus Zeitgründen in dieser Stunde nicht sämtliche Bereiche diskutiert werden können, haben die SchülerInnen in diesem Teil der Unterrichtseinheit die Möglichkeit, über die Inhalte der nachfolgenden Gruppendiskussion abzustimmen.
- ⊗ Vorbereitung: Die im Anhang aufgeführte Übersicht ist im Vorfeld auszudrucken. Zur Abstimmung sind die rechten beiden Spalten der Übersicht zu verdecken, damit die SchülerInnen unvoreingenommen wählen können. Für das Voting bekommen alle SchülerInnen im Vorfeld drei Klebepunkte ausgehändigt.
- 👥 Durchführung: Im ersten Drittel dieses Agendapunktes werden den SchülerInnen die Themen und Thesen vorgelesen. Danach haben die SchülerInnen ca. 5 Minuten Zeit die drei ausgehändigten Klebepunkte an die Übersicht zu kleben. Dabei können alle Punkte entweder einer These zugeordnet oder verschiedene Themen gewählt werden. Die SchülerInnen sollten für das Thema Stimmen abgeben, das sie als größte Herausforderung im Zuge der Elektromobilität erachten. Abschließend bleibt kurz Zeit, um das Voting auszuzählen und ca. vier Punkte für die anschließende Diskussion zu bestimmen.
- ⊗ Tipps & Tricks: Die Hintergrundinformationen (z.T. im Anhang sowie in der Übersicht selbst aufgeführt) wurden zum Zeitpunkt der Erstellung der Unterlagen erhoben. Da es sich um ein schnell entwickelndes Feld handelt, ist zu empfehlen, im Vorfeld bei Bedarf die aktuellsten Informationen zu sammeln.

## 5.6 Gruppendiskussion zu den ausgewählten Themen (20min)

-  Ziel: Ziel ist es, gemeinsam durch die Diskussion herauszufinden, inwiefern die Thesen stimmen und wie die tatsächliche Situation auf dem Markt ist. Durch das gemeinsame Erarbeiten der Themen können sich die SchülerInnen eine Meinung bilden.
-  Vorbereitung: Für diesen Teil ist keine Vorbereitung notwendig.
-  Durchführung: Die provokant gestellten Thesen aus dem vorherigen Teil werden diskutiert. Die Diskussion beginnt mit der beliebtesten These. Je nach Zeit werden die Themen nacheinander abgearbeitet. Empfohlen ist die Bearbeitung von ca. 3-4 Themen. Dabei wird eine gewisse Bandbreite aufgegriffen, gleichzeitig bleibt aber noch Zeit für die individuelle Diskussion. Die SchülerInnen können beispielsweise befragt werden, warum sie genau dieses Thema als große Herausforderung erachten, warum sie also dafür abgestimmt haben oder warum die Thesen stimmen könnten bzw. falsch sind.
-  Tipps & Tricks: Sollte die Möglichkeit bestehen, mehr Zeit, als hier aufgeführt, für die Diskussion zu verwenden, wäre dies selbstverständlich ideal, da die SchülerInnen tiefergehender oder umfassender zur Thematik diskutieren könnten.
-  Tipps & Tricks: Auch wenn nicht alle Punkte während der Diskussion behandelt werden können, sollten die SchülerInnen abschließend dazu ermutigt werden, sich die gesamte Übersicht noch einmal anzusehen. Das Plakat kann auch im Klassenraum hängen gelassen werden, damit die SchülerInnen zu einem späteren Zeitpunkt auf die Informationen zurückgreifen können.

## 5.7 Check-Out (15min)

-  Ziel: Im letzten Agendapunkt soll zum einen die Diskussion noch einmal abgerundet werden, als auch die Brücke zwischen allen behandelten Modulen geschlagen werden. Die SchülerInnen verstehen den Zusammenhang zwischen Klimawandel, erneuerbaren Energien, Elektrifizierung und Nachhaltigkeit.
-  Vorbereitung: Für diesen Teil ist keine Vorbereitung notwendig.
-  Durchführung 1: Der untenstehende Text kann beispielhaft für den Wrap Up der Diskussion genutzt werden:

„Jetzt haben wir ganz viel über Elektrifizierung speziell im Verkehrssektor gelernt. Aber ist das die ganze Lösung? Wir haben ja mehrfach (speziell in Modul 1) gehört, dass es nicht ausreicht einfach auf Erneuerbare Energien umzusteigen. Genauso zählt das auch für die Elektromobilität.

Fallen euch denn im Bereich der Mobilität noch mehr Dinge ein, die wir ändern können?

1. Sharing Economy / Carsharing
2. Förderung öffentlicher Verkehrsmittel
3. Fahrradfahren
4. Flugverhalten überprüfen (Muss ich wirklich in den Urlaub fliegen?)

...

Ganz genau. Und wie wir jetzt wieder feststellen, reicht es nicht aus, einfach nicht mehr in den Urlaub zu fliegen. Es kommt auf eine gesamtheitliche Lösung an. Es kann und muss an verschiedenen Stellen gleichzeitig gearbeitet werden.“

-  Durchführung 2: Der untenstehende Text kann beispielhaft für die Zusammenfassung aller Module genutzt werden:

„Einige Lösungsansätze haben wir in den letzten Wochen gemeinsam mit euch angerissen. Diese möchten wir nun noch einmal mit euch zusammenfassen.

Als kleine Erinnerungstütze: wir haben über die Energiewende im Allgemeinen gesprochen, haben ein Modul zur Windkraft, zwei Module zu Photovoltaik und heute das Modul zu



Elektrifizierung gehört. Schießt los, was ist euch noch im Gedächtnis? Was habt ihr gelernt zum Thema Energiewende? Welche Chancen und Herausforderungen seht ihr?“

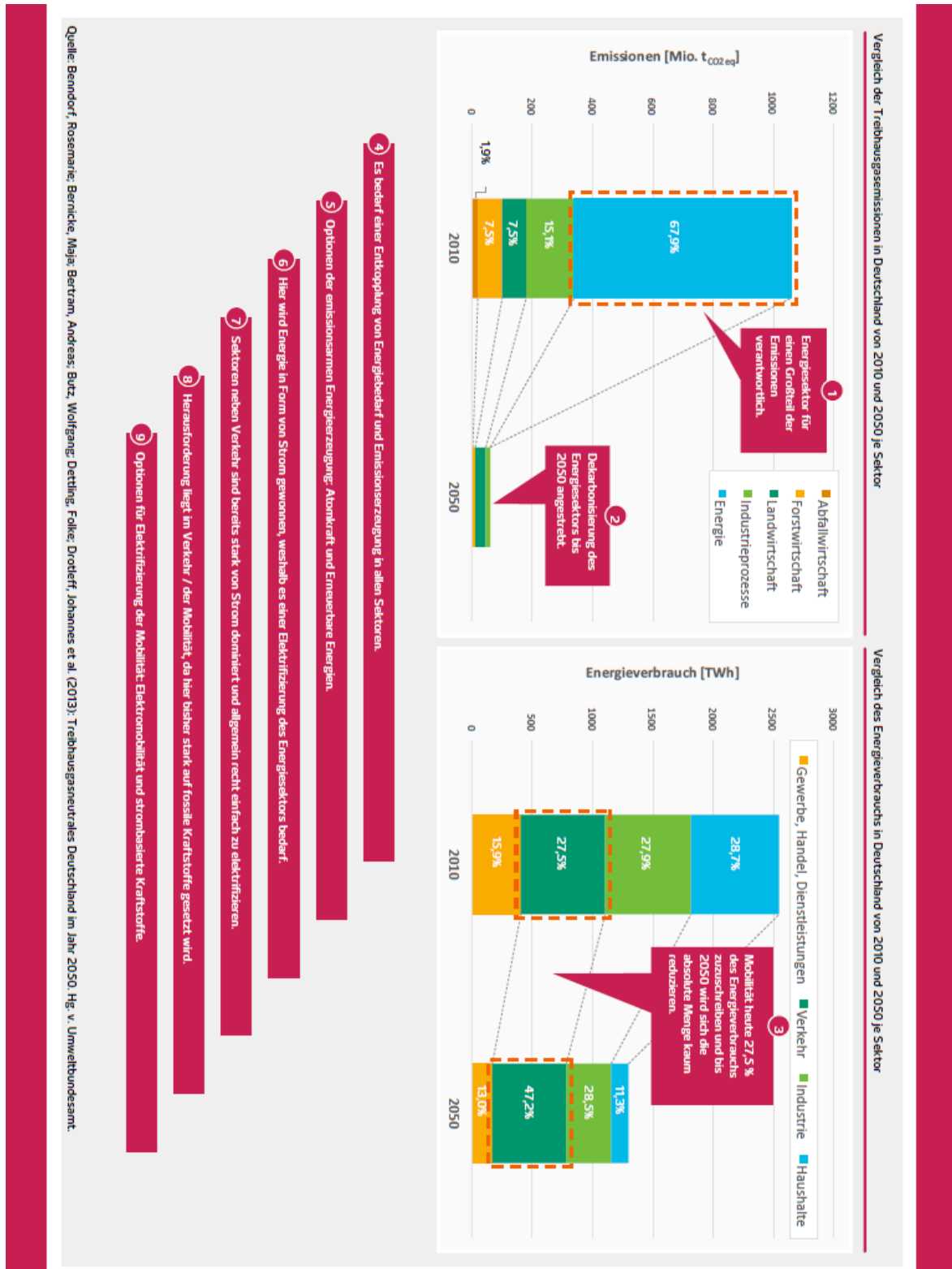
☞ Durchführung 3: Im Anhang unter Kapitel 8 sind noch einmal die wichtigsten Erkenntnisse, auf die die SchülerInnen kommen sollen, zusammengefasst. Abgeschlossen wird das Modul mit dem Abfragen von Feedback zu den zurückliegenden Modulen.

## 6 Zusammenfassung

- Die Dekarbonisierung des Verkehrssektors (mit anteilmäßig hohem Energieverbrauch) ist nur über Elektrifizierung möglich: Entweder über Elektromobilität oder strombasierte Kraftstoffe.
- Die Anfänge der Elektromobilität reichen bis ins 19. Jahrhundert zurück.
- Die Technologie der Elektromobilität entwickelt sich rasant weiter; strombasierte Kraftstoffe sind aktuell parallel ebenfalls am Kommen.
- Zur weitergehenden Dekarbonisierung des Verkehrssektors ist zudem ein Mentalitätswechsel in der Gesellschaft gegenüber Mobilität notwendig, z. B. bezüglich Carsharing und Nutzung der ÖPNV.

## 7 Anhang

### 7.1 Poster zur Einleitung (Datei M5\_01)



## 7.2 Arbeitsblätter für die Gruppenarbeit (Dateien M5\_02 bis M5\_03)

### Entwicklung der Elektromobilität

1821 – 1908

Die Entwicklung eines Rotationsmotors, der über Elektromagnetismus eine Rotationsbewegung ermöglicht, bereitet 1821 die Grundlage des Elektroautos. Darauf aufbauend wurden in den 1830er-Jahren die ersten Elektromobile, wie der erste elektrische Karren von 1832, entwickelt.

1881 wurde das erste historisch anerkannte Elektromobil durch den Franzosen Gustave Trouve entwickelt. Es handelte sich um ein Fahrrad mit drei Rädern, dessen Energie aus einem Bleiakкумуляtor bezogen wurde. Die Spitzengeschwindigkeit lag bei 12 km/h mit einer Reichweite zwischen 14 und 26 km. Im Jahr 1888 entwickelte Werner Siemens den ersten Kutschenwagen (auch Elektromote genannt), welcher heute als der Vorbote der Oberleitungsbusse gilt. Im gleichen Jahr brach das erste wirkliche Elektroauto nach gültiger Definition der Coburger Fabrik Flocken zu seiner Jungfernfahrt auf. Als Auto gilt laut Definition eine Maschine mit mindestens vier Rädern, welches Personen transportieren kann. Die meisten bisherigen Erfindungen haben jedoch entweder nur drei Räder oder waren kleinere Transporthilfen, die keine Personen befördern konnten.

1900 führen in den Vereinigten Staaten bereits 34.000 elektrisch betriebene Wagen und machten damit 38% aller in den USA gebauten und verkauften Automobilen aus. Damit lagen die Elektroautos nur knapp hinter den Dampfwagen, die mit 40% den Großteil ausmachten. Der Benziner dagegen belegte mit 22% den dritten Platz. Die Reichweite dieser Elektromobile lag zwischen 60 km und 100 km, wobei einige Modelle bis 130 km Reichweite besaßen. Zwischen 1896 und 1939 soll es weltweit bis zu 565 Hersteller von elektrischen Fahrzeugen gegeben haben. Der Vorsprung der Elektroautos zeigte sich auch 1899, als der Belgier Camille Jenatton mit seinem Elektrowagen "La Jamais Contente" (dt. "Die nie Zufriedene") mit 105,88 km/h als erster die 100 km/h Marke durchbrach.

1908 – 1990

Der Aufschwung der Elektrofahrzeuge schwächte sich deutlich ab, als 1908 das Ford Modell T als erstes massengefertigtes Verbrennerfahrzeug vorgestellt wurde. Ein Benziner kostete fortan nur noch einen Bruchteil eines Elektroautos. Zusätzlich wurde in Zusammenarbeit mit der Ölindustrie der Ausbau des Tankstellennetzes weiter angekurbelt. Dies erhöhte die Reichweite der Fahrzeuge, da sie einfach nachgetankt werden konnten. Der Benzinmotor punktete zudem mit einem Anlasser, der den Start deutlich komfortabler gestaltete - Elektrofahrzeuge mussten noch angekurbelt werden.

1920 hatten die Verbrennungsmotoren die Elektromobile vollkommen abgelöst und die Elektrofahrzeuge verschwanden aus der Öffentlichkeit. Im öffentlichen Nahverkehr behielten sie jedoch eine bedeutende Rolle bei: Da der Nahverkehr feste Routen fuhr, wurden hier schließlich die Oberleitungen als Energiequelle der Fahrzeuge entwickelt. So konnte auf die schweren Akkumulatoren in den Fahrzeugen verzichtet werden.

Ab 1953 wurden in der DDR Elektromobile als Paketwagen eingesetzt, auch wenn diese nicht zu diesem Zweck hergestellt wurden. Sie basierten vielmehr auf Fahrzeugen aus den 1920er Jahren, wurden umgebaut und mit aktueller Technik versehen. Gleichzeitig fanden sich beispielsweise in den Niederlanden, Großbritannien und Dänemark innovative Unternehmen, die an Projekten mit elektrischen Antrieben arbeiteten - jedoch ohne echten Durchbruch.

Zu den Olympischen Spielen 1972 entwickelte BMW den 1602e - ein Konzeptfahrzeug, welches unter anderem als Begleitfahrzeug beim Marathon eingesetzt wurde. Es hatte eine Reichweite bis zu 60 Kilometern bei einer Spitzengeschwindigkeit von 100 km/h. Der Werbeeffect für die Elektromobilität verpuffte jedoch schnell wieder.

Ebenfalls in den 1970er Jahren begann VW den Golf zu elektrifizieren. Die sogenannten Citystromer basierten auf den Modellen Golf I bis Golf III und wurden in kleinen Stückzahlen bis 1990 produziert. Jedoch wurden sie nur in Flottenversuchen eingesetzt und kamen nie in den Handel.



1990 - 2014

In den 1990er Jahren kam es zum Umbruch der Elektromobilität: Durch die Ölkrise und den Anstieg des allgemeinen Umweltbewusstseins wanderte der Blick auf alternative Antriebsarten. Insbesondere ein vom California Air Resources Board (CARB) erlassenes Gesetz, welches die Automobilindustrie zu neuen Innovationen verpflichtete, trug allmählich zum Umschwung auf emissionsfreie Fahrzeuge bei. Folglich entstanden neue Elektromodelle, wie beispielsweise das Konzeptfahrzeug Horlacher Sport 1 mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 55 km/h und ca. 550 km Reichweite. Nach einer Lockerung der Gesetzgebung der CARB-Behörde flachte auch der Eifer vieler Hersteller wieder ab. In den Folgejahren kam es immer wieder zu einem kleinen Aufblühen der Elektromobilität. Anteile sind auf Unternehmen wie Toyota, General Motors, Nissan, Honda und Mercedes zurückzuführen. Ihre Modelle dürften als Vorboten der neuen Generation von Elektromobilen gelten.

Im Jahre 2013, zum 125-jährigen Jubiläum der Elektromobilität in Deutschland, schickten die Hersteller einige neue Modelle auf den Markt, wie den BMW i3 und den VW e-Golf und die Mercedes B-Klasse.

2006 wurde durch den Tesla Roadster eine neue Epoche für die Elektromobilität eingeläutet. Dieser gilt als das erste serienmäßig gefertigte Elektroauto, welches mit einer Fahrleistung von rund 350 km auch für den Einsatz auf der Autobahn geeignet ist. Er legte den Grundstein für einen massiven Vorwärtsschub der Elektromobilität. Als weitere Meilensteine sind unter anderem der Chevrolet Volt (2007), der Mitsubishi i-MiEV (2009) und der Nissan Leaf (2010) zu nennen.

Seit 2015

Norwegen nimmt in der Elektromobilität eine europäische Vorreiterrolle ein. Im Jahr 2016 betrug der Anteil der Elektrofahrzeuge ca. 30 Prozent. 2017 wurden sogar mehr elektrische Fahrzeuge neu zugelassen als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor.

Seit 2015 fertigt Tesla das Model S an, welches mit 15.800 Auslieferungen das meistverkaufte Auto der Oberklasse in Westeuropa darstellt. China erwies sich als einer der Antreiber der Elektromobilität: Die Zahl der verkauften Elektrofahrzeuge stieg um mehr als die Hälfte auf über eine halbe Million und übersteigt Deutschland. Ab 2030 sollen keine Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren in Deutschland neu zugelassen werden. Darüber hinaus wird seit 2016 der Ausbau der Schnellladesäulen in Europa stark vorangetrieben.

Quellen:

- <https://www.e-autos.de/wissen/geschichte/>
- <https://www.welt.de/motor/article155511882/Der-lange-Weg-der-Elektroautos.html>
- <http://www.spiegel.de/einestages/elektroautos-so-modern-wie-1899-zurueck-in-die-zukunft-a-1176851.html>



## Die Antriebe der Zukunft

Klimaschutz, knapper werdende fossile Brennstoffe und ein erhöhter Mobilitätsbedarf durch steigende Bevölkerungszahlen erfordern neue Lösungen und alternative Antriebe. Elektrofahrzeuge können einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz und zur Emissionsvermeidung leisten. Deshalb sind die Elektrofahrzeuge fester Bestandteil der Strategie der deutschen Hersteller und Zulieferer.







Der Sprung in der Batterietechnologie hat die Elektromobilität zu einer Option für künftige Mobilität werden lassen. Die Entwickler haben sich darauf konzentriert, die bestehenden Vorteile von Elektromotoren gegenüber Verbrennungsmotoren zu nutzen. Das ist zum Beispiel der hohe Wirkungsgrad eines Elektromotors.

Während ein Verbrennungsmotor bis zu 50 Prozent der Energie im Kraftstoff verwerten kann, nutzt der Elektromotor zwischen 80 bis fast 100 Prozent der zur Verfügung gestellten Energie. Ein Elektromotor kommt also mit der gleichen Energiemenge deutlich weiter, wartungsärmer ist er sowieso. Kupplung und Schaltgetriebe fallen weg und auch der Motor hat weniger Komponenten, was seine Wartung erheblich vereinfacht.

Die Elektrifizierung von Fahrzeugen der Zukunft gewinnt somit zunehmend an Bedeutung und unterstützt die Entwicklung des Gesamtsystems Elektromobilität. In diesem Gesamtsystem werden Elektrofahrzeuge von Plug-In Hybriden (PHEV), über Range Extender Fahrzeuge (REEV) bis hin zu batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) und Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV) mit dem Energiesystem und dem Verkehrssystem vernetzt. So ergänzen die Elektrofahrzeuge zum einen die Mobilität der Zukunft und zum anderen das Energiesystem.

### Antriebstechnologien

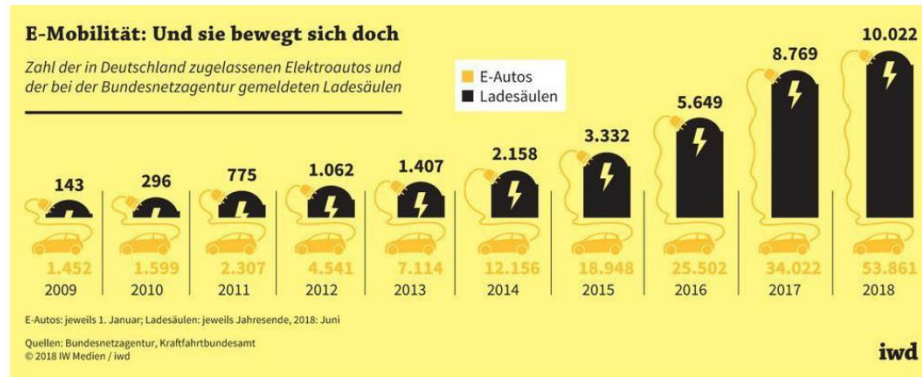
Klimafreundliche Mobilität wird auf absehbare Zeit durch verschiedene Antriebstechnologien ermöglicht

Elektrofahrzeuge allgemein						
						
<b>Verbrennungsmotor</b> Diesel- und Ottomotoren werden auch in Zukunft weiter optimiert. Ihr Effizienzpotenzial ist noch nicht ausgeschöpft.	<b>Hybrid</b> In Hybridfahrzeugen kommen Elektro- und Verbrennungsmotor zum Einsatz. Eine Batterie wird beim Fahren über den Motor aufgeladen. Sie dient auch zur Speicherung von Bremsenergie.	<b>Plug-in-Hybrid</b> Der Stromspeicher in Plug-in-Hybriden kann zusätzlich über das Stromnetz aufgeladen werden. Auch hier dient die Batterie als Speicher von Bremsenergie.	<b>Range Extended Electric Vehicle</b> Bei Bedarf erzeugt z.B. ein Verbrennungsmotor mittels eines Generators Strom für den Elektromotor. Die Reichweite wird somit deutlich verlängert.	<b>Batteriebetriebenes Fahrzeug</b> Die Energie für den Antrieb kommt ausschließlich aus der Batterie. Diese wird über das Stromnetz aufgeladen.	<b>Brennstoffzellenfahrzeug</b> Die Stromerzeugung für den Elektromotor geschieht direkt an Bord. In der Brennstoffzelle wird die chemische Energie von Wasserstoff in elektrische Energie umgewandelt.	

Quelle + Grafik: VDA

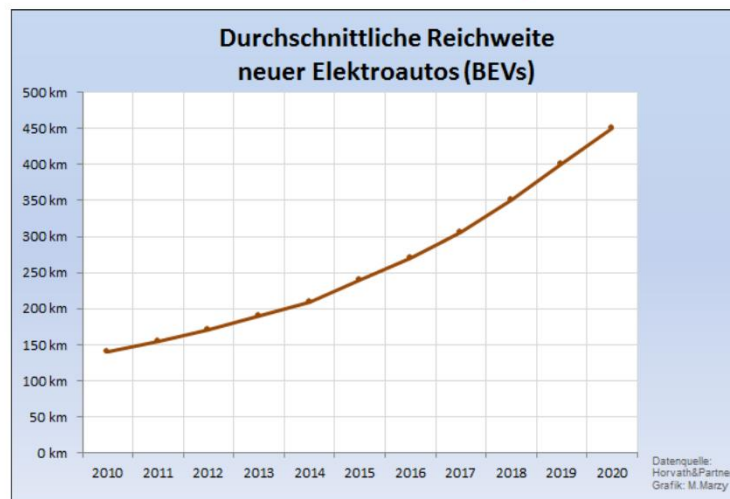
Quelle: <https://www.vda.de/de/themen/innovation-und-technik/elektromobilitaet/startseite-elektromobilitaet.html>

## Entwicklung der Ladeinfrastruktur und Fahrzeuge in Deutschland



Quelle: <https://www.iwd.de/artikel/engpass-ladesaeulen-399093/>

## Durchschnittliche Reichweite von Elektrofahrzeugen



BEV = battery electric vehicle

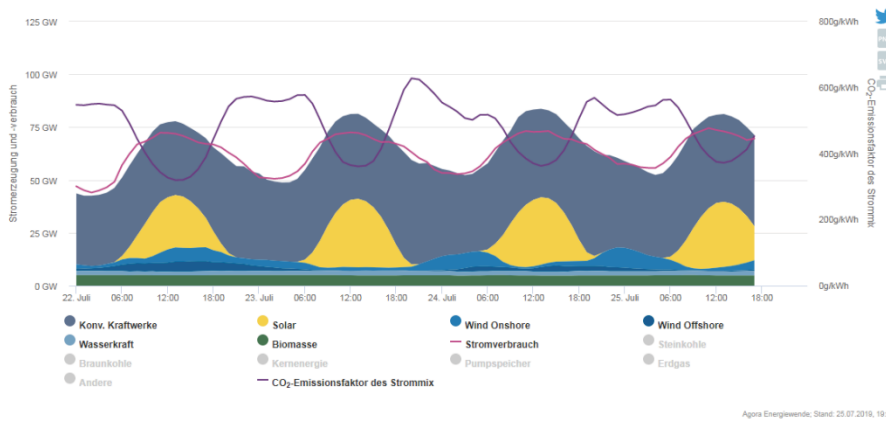
Quelle: <http://www.marzy.at/das-elektroauto/statistiken-und-infos/>

### Alternativen im Mobilitätssektor

Effizientes „Tanken“ von Elektrofahrzeugen und die Zukunft erneuerbarer Energie

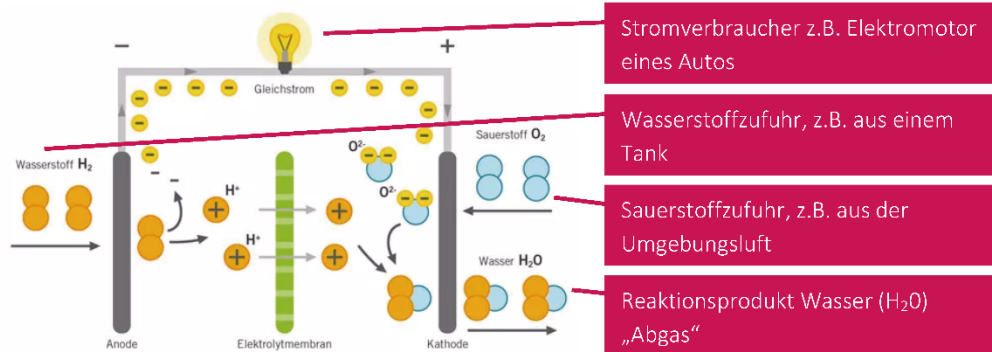
Kostenlos tanken: Das klingt unrealistisch? Stimmt! Aber mit Elektrofahrzeugen und Strom aus Erneuerbaren Energien kann das Realität werden. Du fragst dich wie das geht? Schau dir die Grafik an und achte auf den Verlauf der Stromerzeugung (Solar und Wind) und auf den Verlauf des Stromverbrauches. Beide Verläufe unregelmäßig und wellenförmig. Zudem treten die Höhepunkte der Erzeugung aus Erneuerbaren Energiequellen teilweise sehr flexibel und spontan auf. Das führt manchmal zu negativen Strompreisen, weil mehr Strom produziert als verbraucht wird. Wenn wir es schaffen diese Flexibilität zu nutzen, zum Beispiel zum Laden von bereits an einer Ladesäule angeschlossener Elektrofahrzeuge. Deren Batterien können dann geladen werden, wenn gerade viel Strom erzeugt, aber wenig verbraucht wird - und das manchmal sogar kostenlos!

Stromerzeugung und Stromverbrauch in ganz Deutschland (Tagesansicht):



### Brennstoffzelle und wie sie zur Mobilität beitragen kann

In einer Brennstoffzelle reagiert ein Brennstoff (häufig Wasserstoff  $H_2$ ) mit einem Oxidationsmittel (z.B. Sauerstoff  $O$ ). Bei dieser Reaktion entstehen Wasser, Strom und Wärme. Der Strom kann zum Beispiel in einem Fahrzeug genutzt werden:

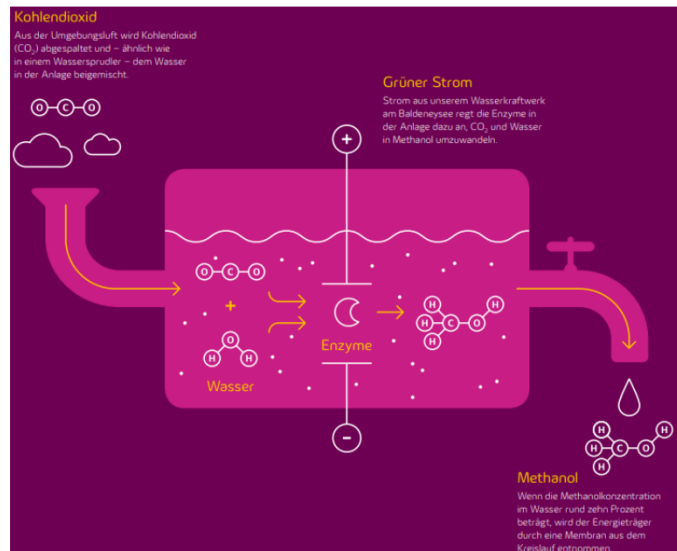


### Power-to-Gas und was das mit der Brennstoffzelle zu tun hat

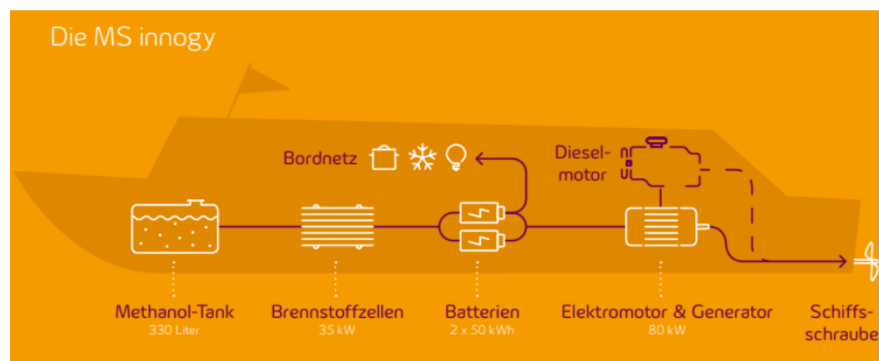
Beim effizienten tanken haben wir uns schon die Nutzung von Spitzen in der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien angeschaut. Es gibt aber noch mehr Möglichkeiten den überschüssigen Strom zu nutzen. Über das Elektrolyseverfahren kann Wasser ( $H_2O$ ) durch die Zuführung von Strom in Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O$ ) zerlegt werden. Wenn also überschüssiger Strom zur Verfügung steht, kann man diesen nutzen, um Wasserstoff zu erzeugen, der als „Sprit“ für die Brennstoffzelle dient.

### Methan als Brennstoff und wie innogy diesen bereits heute nutzt

Kohlendioxid ( $CO_2$ ), Wasser ( $H_2O$ ) und Enzyme reagieren unter der Zugabe von Strom zu Methanol ( $CH_3OH$ )



Das Methanol kann anschließend vielseitig eingesetzt werden, z. B. Is Brennstoff für Brennstoffzellen. Am Baldeneysee in Essen existiert beispielsweise eine Tankstelle, in der aus Kohlendioxid, Wasser, Enzymen und Strom aus dem angrenzenden Wasserkraftwerk Methanol gewonnen wird. Dieser wird dann in der MS innogy, einem speziellen Ausflugsboot als Treibstoff genutzt.



Diese Thesen hört man oft...	Das sollte ich mir dazu merken...	Hier habt ihr noch ein paar Gegenargumente dazu...
<p><b>Reichweite:</b> „Mit den neuen Antrieben komme ich doch niemals bequem von A nach B.“</p>	<p>Beim Elektroauto müssen wir uns aktuell tatsächlich oft noch mit Kurzstrecken begnügen, die allerdings 96% unserer täglichen Fahrten ausmachen. Die Technologie entwickelt sich jedoch stetig. Ergänzend stehen uns zukünftig die strombasierten Kraftstoffe für längere Strecken zur Verfügung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Batterien mit Reichweiten bis 650 km vorhanden (abhängig von Fahrverhalten, Außentemperaturen, elektrischen Verbrauchern)</li> <li>Nur 4% unserer Fahrten sind Langstreckenfahrten, ein Großteil sind regelmäßige Kurzstrecken:             <ul style="list-style-type: none"> <li>50% private Aktivitäten, Einkäufe in der Freizeit etc.</li> <li>30% Arbeitswege &amp; weitere 16% dienstliche Kurzstrecken</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Betankungs- und Ladeinfrastruktur:</b> „Man stelle sich mal vor, ich habe keine Möglichkeit meinen Wagen wieder zu betanken oder aufzuladen. Dann bleibe ich mitten im Nirgendwo einfach liegen.“</p>	<p>Es gibt aktuell noch weiße Flecken auf der Landkarte, wenn wir uns die Betankungs- und Ladeinfrastruktur anschauen, aber der Ausbau geht exponentiell voran. In diesem Bereich wird viel getan. Die Technologie steckt noch in den Kinderschuhen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>85% der Ladevorgänge zu Hause und am Arbeitsplatz, lediglich 15% an öffentlicher Infrastruktur</li> <li>Über 16.100 öffentliche Ladestationen (LS) vorhanden → macht aktuell 10 Autos pro LS (Expertenempfehlung bei 12,5 Autos pro LS)</li> <li>Einsatz strombasierter Kraftstoffe über vorhandene Betankungsinfrastruktur</li> </ul>
<p><b>Betankungs-/Ladezeiten:</b> „Auf jedes Mal acht Stunden aufladen habe ich auch keine Lust. Bis ich da weiterfahren kann, ist schon alles zu spät.“</p>	<p>Mit Elektroautos wird es auch in Zukunft nicht so schnell wie an der Tankstelle gehen. „Laden ist nicht tanken. Laden passiert nebenbei.“ z.B. über Nacht zu Hause. Und bei Wasserstoff und Co. ändert sich bzgl. tanken nichts für uns.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laden mit Wechselstrom bis zu 43kW möglich: Dauer ca. 1h</li> <li>Laden mit Gleichstrom bis 50kW (150kW): Dauer ca. 20-30min</li> <li>Rasante Entwicklung der Ladetechnologie: erste Ultrashnelllader bis zu 350kW verkürzen Ladezeiten weiter (Fahrzeugtechnologie)</li> <li>Für strombasierte Kraftstoffe kein Unterschied zur normalen Tankstelle</li> </ul>

1

<p><b>Preise und Kosten:</b> „Ich bezweifle, dass ich mit diesen neuen Antrieben auf Dauer überhaupt günstiger unterwegs bin. Geschweige denn, was es kostet sich erst einmal so ein Auto anzuschaffen. Die sind einfach zu teuer.“</p>	<p>Die Anschaffungskosten für Fahrzeuge mit strombasierten Antrieben sind hoch, aber langfristig zahlt es sich über geringere Betriebskosten wieder aus. An vielen Ladesäulen kann aktuell noch kostenfrei getankt werden. Und mit einer heimischen PV-Anlage, kann Strom „umsonst“ produziert werden.</p>	<p>Beispielrechnung Betriebskosten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durchschnittlicher Verbrauch F-Auto ca. 15kWh/100km</li> <li>Autostrom ca. 35 ct/kWh – 5,25€ auf 100km</li> <li>Vergleich Benzin: 8l/100km (1,45€/l) – 11,60€ auf 100km</li> <li>Vergleich Diesel: 7l/100km (1,30€/l) – 9,10€ auf 100km</li> </ul>
<p><b>Fehlender regenerativer Energiebedarf:</b> „Es gibt sowieso nicht immer genug Strom aus erneuerbaren Energien, um mein Auto zu tanken und aufzuladen. Die Erzeugung aus Wind, Sonne, etc. schwankt so sehr, aber gefahren werden muss immer.“</p>	<p>Der Ausbau erneuerbarer Energien ist essentiell für die Elektrifizierung des Transportsektors und geht stetig voran. Schon heute gewinnen wir über 40% unseres Stroms aus regenerativen Quellen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nur mit „erneuerbarem Tanken“ machen strombasierte Antriebe Sinn</li> <li>Entwicklung von bidirektionalem Laden: E-Auto als Stromspeicher (Zurückspeisen von Energie ins Stromnetz möglich bei Engpässen)</li> <li>Hohe Speicherkapazität strombasierter Kraftstoffe durch PtX Technologie</li> <li>Auch langfristig keine Kapazitätsprobleme im Stromnetz</li> </ul>
<p><b>Ökobilanz bei Herstellung und Entsorgung:</b> „Und überhaupt hört man doch, dass die Batterien in der Herstellung überhaupt nicht umweltfreundlicher sind als bei herkömmlichen Diesel-Fahrzeugen.“</p>	<p>In der Herstellung sind Elektroautos oft nicht umweltfreundlicher als herkömmliche Fahrzeuge, aber bei der Nutzung mit grünem Strom ändert sich dies schnell und man ist ökologischer unterwegs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressourcenintensiver Teil bei Herstellung: Batterie (kann als skalierbarer Speicher zweites Leben erhalten)</li> <li>Rechnet sich erst ab gewisser km Zahl in Nutzungsphase (abhängig von Fahrzeuggröße und Strommix → siehe Diagramme)</li> <li>Flektromotoren kleiner im Vergleich zu Verbrennungsmotor: bei gleicher Leistung und deutlich weniger Material bei Herstellung notwendig: 2500 Bauteile beim Verbrenner vs. 250 Bauteile beim E-Auto</li> </ul>

2



<p><b>Effizienz/ Wirkungsgrad:</b> „Sind Elektrofahrzeuge oder Autos, die mit strombasierten Kraftstoffen fahren überhaupt vom Wirkungsgrad her besser? Ich kann mir vorstellen, dass hier viel Energie bei der Umwandlung verloren geht.“</p>	<p><i>Strombasierte Antriebe sind deutlich effizienter als herkömmliche Fahrzeuge. Trotzdem geht bei jedem Antrieb viel Energie verloren – vielleicht sollten wir umdenken und anstelle eines Autos lieber auf Fahrrad, Bus oder Bahn umsteigen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchschnittlicher Wirkungsgrad Gesamtsystem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor: ca. 18%</li> <li>• durchschnittlicher Wirkungsgrad Gesamtsystem Fahrzeug mit Brennstoffzelle: ca. 45%</li> <li>• durchschnittlicher Wirkungsgrad Gesamtsystem Fahrzeug mit Elektromotor: ca. 81%</li> <li>• Hohe Rückspeisung der Bremsenergie im Elektroauto (bis zu 80%)</li> </ul>
<p><b>Fehlende politische Anreize:</b> „Wenn die Politik nicht mal unterstützt und ordentliche Anreize schafft, wird sich mit Elektromobilität und strombasierten Kraftstoffen nichts tun. Das setzt sich von alleine nicht durch.“</p>	<p><i>Die Politik in Deutschland und Europa hat das Problem erkannt und setzt sich zunehmend für die Förderung dieser neuen Technologien ein unter Wahrung verschiedenster Interessen.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue europäische CO2-Normen verpflichten Fahrzeughersteller gesetzlich zum Bau emissionsarmer/-freier Autos</li> <li>• Anreize für Fahrzeugkäufer durch Umweltbonus, Kfz-Steuerbefreiung, Möglichkeiten der Nutzung der Busspur, Vorteile bei Parkplatzsuche, etc.</li> <li>• Staatliche Förderung beim Aufbau von Betankungs- und Ladeinfrastruktur</li> </ul>

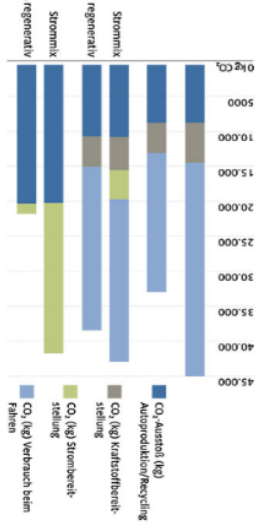
3

**Diese Thesen hört man oft...**

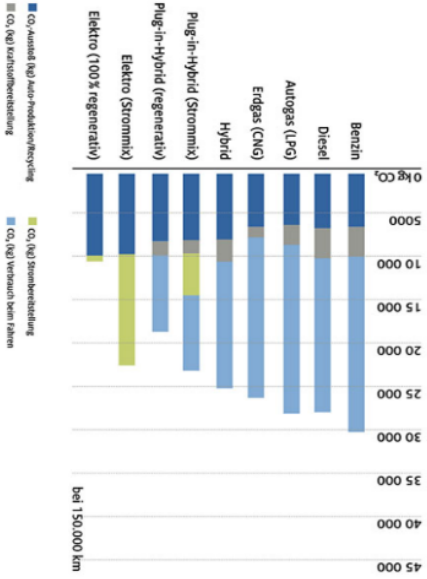
<p>Reichweite: „Mit den neuen Antrieben komme ich doch niemals bequem von A nach B.“</p>
<p>Betankungs- und Ladeinfrastruktur: „Man stelle sich mal vor, ich habe keine Möglichkeit meinen Wagen wieder zu betanken oder aufzuladen. Dann bleibe ich mitten im Nirgendwo einfach liegen.“</p>
<p>Betankungs-/Ladezeiten: „Auf jedes Mal acht Stunden aufladen habe ich auch keine Lust. Bis ich da weiterfahren kann, ist schon alles zu spät.“</p>
<p>Fehlender regenerativer Energiebedarf: „Es gibt sowieso nicht immer genug Strom aus erneuerbaren Energien, um mein Auto zu tanken und aufzuladen. Die Erzeugung aus Wind, Sonne, etc. schwankt so sehr, aber gefahren werden muss immer.“</p>
<p>Ökobilanz bei Herstellung und Entsorgung: „Und überhaupt hört man doch, dass die Batterien in der Herstellung überhaupt nicht umweltfreundlicher sind als bei herkömmlichen Diesel-Fahrzeugen.“</p>
<p>Effizienz/ Wirkungsgrad: „Sind Elektrofahrzeuge oder Autos, die mit strombasierten Kraftstoffen fahren überhaupt vom Wirkungsgrad her besser? Ich kann mir vorstellen, dass hier viel Energie bei der Umwandlung verloren geht.“</p>
<p>Fehlende politische Anreize: „Wenn die Politik nicht mal unterstützt und ordentliche Anreize schafft, wird sich mit Elektromobilität und strombasierten Kraftstoffen nichts tun. Das setzt sich von alleine nicht durch.“</p>

4

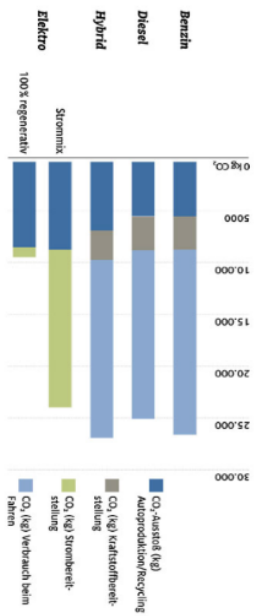
● Klimabilanz Obere Mittelklasse



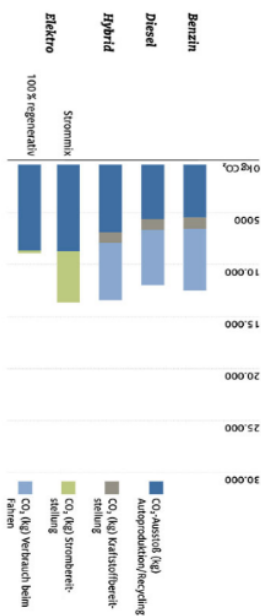
● Klimabilanz Untere Mittelklasse (Kompaktwagen)



● Klimabilanz Kleinwagen (150.000 km Laufleistung)



● Klimabilanz Kleinwagen (Lebenszyklus 50.000 km)



## 8 Gelerntes aus fünf Modulen

Was haben wir alles gelernt? Diese Dinge könnten/sollten nochmal angesprochen werden.

### 8.1 Allgemeine Dinge

- Notwendigkeit für Mentalitätswandel und Schaffen von Bewusstsein
- Jeder kann etwas tun
- Anpassung der Erzeugung (Bezug erneuerbarer Energien, Energieversorgung) bei gleichzeitiger Reduzierung des Verbrauchs im Allgemeinen (Ernährung, Reisen, Stromsparen)
- sinnvolle Verknüpfung verschiedener Erzeugungsarten (durch geographische Distribution und für Netzstabilität)
- Notwendigkeit besserer europäischer/globaler Lösungen (z.B. Netzausbau, Klimaabkommen)

### 8.2 Modul 1: Einführung Klimawandel und Erneuerbare Energien

- Klimawandel entsteht durch CO<sub>2</sub>-Ausstoß.
- Der eigene Lebensstil hat Einfluss auf CO<sub>2</sub>-Ausstoß.
- Es gibt Handlungsmöglichkeiten für den eigenen Alltag, um diesen Einfluss einzugrenzen.
- Es gibt verschiedene Energiequellen: Wind, Wasser, Biomasse, Solarstrahlung und Geothermie.
- Die Energiewende beinhaltet einige Herausforderungen: Teils negative Behaftung in der Gesellschaft, Umwelteinflüsse der Erneuerbaren Energien, aktuell noch unzureichende Auslegung des Stromnetzes, teils zu hohe Kosten, Importabhängigkeiten

### 8.3 Modul 2: Stromgewinnung aus Windenergie

- Die Nutzung von Windenergie wirkt dem Klimawandel entgegen.
- Der optimale Standort einer Windenergieanlage wird durch viele Faktoren bestimmt (Windaufkommen, Rauigkeit, Untergrund etc.).
- Eine Windenergieanlage funktioniert ähnlich wie ein Dynamo.
- Gewölbte Rotorblätter sind aufgrund des dynamischen Auftriebs am effizientesten (Funktionsweise vergleichbar zum Flugzeug); Industriestandard sind aus wirtschaftlichen Gründen 3 Rotorblätter.
- Windenergie ist eine veritable Alternative zu fossiler Energie, denn eine durchschnittliche Windenergieanlage kann bis zu 16.000 Haushalte mit Strom versorgen.

### 8.4 Modul 3: Stromgewinnung aus Sonnenenergie

- Die Nutzung von Windenergie wirkt dem Klimawandel entgegen.
- Der optimale Standort einer Photovoltaikanlage wird durch viele Faktoren bestimmt (Sonnenstand, Wetterphänomene, Höhenlage etc.).
- Die Photovoltaikanlage wird idealerweise in einem sonnenreichen Gebiet errichtet.
- Der Winkel der Photovoltaikanlage sollte in Abhängigkeit von geographischer Lage und Himmelsausrichtung gewählt werden.
- Die Erzeugung von Strom durch Photovoltaik ist auf den photoelektrischen Effekt zurückzuführen, welcher die Wechselwirkung zwischen Materie und eintreffenden Photonen beschreibt

### 8.5 Modul 4: Bau einer Photovoltaikanlage – Planung, Wirtschaftlichkeit und Ansprechpartner

- Bei der Umsetzung eines Photovoltaikprojekts sind technische, wirtschaftliche und rechtliche Faktoren zu beachten
- Es ist ein passender Standort festzulegen, eine passende Größe der Photovoltaikanlage zu kalkulieren und geeignete Photovoltaikmodule auszuwählen
- Zur Bewertung der erwarteten wirtschaftlichen Rentabilität der Anlage ist der Zeitwert des Geldes ein wichtiger Faktor (d.h. erwartete Lebensdauer der Anlage und Zinssatz)

- Vor und während des Umsetzungsprozesses sind mehrere Ansprechpartner & Institutionen wie der Netzbetreiber und die Bundesnetzagentur einzubinden

#### 8.6 Modul 5: Elektrifizierung im Verkehrssektor – Fokus Elektromobilität

- Die Dekarbonisierung des Verkehrssektors (mit anteilmäßig hohem Energieverbrauch) ist nur über Elektrifizierung möglich: Entweder über Elektromobilität oder strombasierte Kraftstoffe.
- Die Anfänge der Elektromobilität reichen bis ins 19. Jahrhundert zurück.
- Die Technologie der Elektromobilität entwickelt sich rasant weiter; strombasierte Kraftstoffe sind aktuell parallel ebenfalls am Kommen.
- Zur weitergehenden Dekarbonisierung des Verkehrssektors ist zudem ein Mentalitätswechsel in der Gesellschaft gegenüber Mobilität notwendig, z. B. bezüglich Carsharing und Nutzung der ÖPNV.