

# Treibstoffe

Lehrerinformation



1/12

<b>Arbeitsauftrag</b>	Die SuS bearbeiten in Einzel- und Gruppenarbeit die Arbeitsblätter zu den verschiedenen Aspekten von Treibstoff. Zudem erarbeiten sie einen Kurzvortrag.
<b>Ziel</b>	Die SuS kennen die wichtigsten konventionellen und alternativen Treibstoffe. Sie sind sich über Probleme, Risiken und Chancen der verschiedenen Treibstoffe im Klaren. Sie können die Funktionsweise von einem Ottomotor als häufig verwendetem Benzinmotor erklären.
<b>Material</b>	Arbeitsblätter, PC und Internetanschluss
<b>Sozialform</b>	EA GA
<b>Zeit</b>	45'

Zusätzliche  
Informationen:

- Video, welches den Ottomotor anschaulich erklärt:  
[www.youtube.com/watch?v=C0unbau0yXc](http://www.youtube.com/watch?v=C0unbau0yXc)
- Informationen zum Thema Feinstaub finden Sie an verschiedenen Orten. Als Einstieg können Sie gut die Seite der Bundesverwaltung verwenden:  
Bundesamt für Umwelt (BAFU), Luft:  
[www.bafu.admin.ch/luft/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/luft/index.html?lang=de)  
Dort stehen Ihnen Karten, Informationen und weiterführende Links zur Verfügung.

# Treibstoffe

Arbeitsblatt



2/12

In der Schweiz werden hauptsächlich die fossilen Treibstoffe Benzin und Diesel verkauft. Beim Benzin ist die häufigste verkaufte Qualität Bleifrei 95. In der Schweiz hat der Dieselsabsatz denjenigen von Benzin mittlerweile überholt. Diesel wurde aufgrund des geringeren Treibstoffverbrauchs in den letzten Jahren zunehmend populärer. Neben Privatpersonen sind das Bau- und Transportgewerbe, die Landwirtschaft und der öffentliche Verkehr wichtige Dieselskonsumenten. Neben Erdgas und Flüssiggas werden an gewissen Tankstellen auch Biotreibstoffe – meist als Beimischung zu fossilen Treibstoffen – angeboten. Die beiden grossen Flughäfen in Genf und Zürich sowie kleinere Flugplätze, Hubschrauberbasen und Militärflugplätze versorgen den zivilen sowie militärischen Luftverkehr mit Flugzeugtreibstoffen wie Flugpetrol und Flugbenzin.

## Aufgabe 1:

Überlegen Sie zu zweit: Was versteht man unter Treibstoff? Welche Anforderungen muss Treibstoff erfüllen?

---



---



---



---

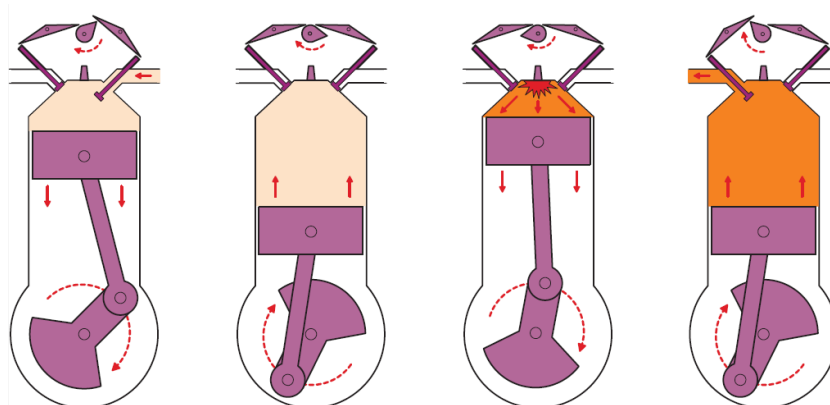
## Treibstoffe für Benzinmotoren

Niklaus August Otto liess 1877 den ersten Viertaktmotor patentieren, was dem Motor den Namen Ottomotor gab. Das erste Fahrzeug mit Benzinmotor konstruierte Siegfried Marcus, aber der kommerzielle Durchbruch kam erst mit Daimler und Benz im Jahr 1886.

### Ottomotor

## Aufgabe 2:

Im Folgenden wird die Funktionsweise eines Ottomotors beschrieben. Versuchen Sie, die Grafiken den verschiedenen Takten zuzuordnen. Setzen Sie in die Klammern die folgenden Begriffe: Verdichten – Verbrennen – Ansaugen - Ausstossen



Der Ottomotor ist ein Viertaktmotor, es existieren aber auch Zweitaktmotoren, welche jedoch eher eine kleine Rolle spielen.

# Treibstoffe

Arbeitsblatt



3/12

1. Takt (\_\_\_\_\_): Der Kolben bewegt sich nach unten und saugt durch das geöffnete Einlassventil das Benzin-Luft-Gemisch an.
2. Takt (\_\_\_\_\_): Sobald der Kolben die tiefste Position im Zylinder, den sogenannten unteren Totpunkt, erreicht hat, schliesst das Einlassventil den Brennraum ab, der Kolben bewegt sich nach oben. Durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens wird der Raum, in dem sich das Gemisch befindet, verkleinert, was zu einer entsprechenden Gasverdichtung führt.
3. Takt (\_\_\_\_\_): Die Zündkerze erzeugt kurz vor dem Erreichen des oberen Totpunkts einen Funken, der die Verbrennung einleitet. In der Fachsprache nennt man dies eine Fremdzündung. Die Verbrennungsgase beanspruchen sehr viel mehr Platz als das ursprüngliche Gemisch. Diese schnelle Volumenzunahme führt dazu, dass der Kolben explosionsartig nach unten gedrückt wird. Diese Kraft wird über die Pleuelstangen auf die Kurbelwelle übertragen, deren Rotationsbewegung nun dazu verwendet wird, die Räder in Drehung zu versetzen.
4. Takt (\_\_\_\_\_): Das Auslassventil öffnet sich, sobald der Kolben wieder am unteren Totpunkt angelangt ist. Die verbrannten Gasprodukte werden durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens durch das Abgassystem inkl. Katalysator befördert.

Während dieser vier Takte dreht sich die Kurbelwelle zweimal um die eigene Achse, einmal beim Ansaugen des Benzin-Luft-Gemischs und einmal beim Ausstossen der verbrannten Gasprodukte.

## **Benzin: Klopfestigkeit und Oktanzahl**

Die Klopfestigkeit wird durch die Oktanzahl charakterisiert. Sie ist ein wichtiges Qualitätskriterium für Benzin. Je höher die Oktanzahl ist, desto klopfester ist der Treibstoff. Benzine mit tiefer Oktanzahl können sich bei hohem Druck und hohen Temperaturen im Brennraum selbst entzünden. Die dadurch verursachte thermische und mechanische Überbeanspruchung durch Stosswellen, Druck und Hitze können Motorteile zum Schwingen bringen, hörbar als Klopf- und Klingelgeräusche. Dies kann zu Leistungseinbussen des Motors aber auch zur Beschädigung desselben führen. Klopfeste Benzine verhindern diese Spontanverbrennung. Mit einer hohen Oktanzahl verbessert sich auch der Wirkungsgrad (Verhältnis der abgegebenen Leistung einer Maschine zur zugeführten Leistung) des Motors. Eine hohe Oktanzahl wird entweder bereits durch Umstrukturierung der Moleküle (Konversionsverfahren) während der Raffination erreicht, oder aber dem Benzin werden Zusatz- und Hilfsstoffe beigemischt.

Früher wurden auch bleihaltige Zusätze zur Verbesserung der Oktanzahl eingesetzt. Da Blei schädliche Wirkung auf unsere Gesundheit und auch auf die Abgaskatalysatoren hatte, wurde 1984 bleifreies Benzin auf den Markt gebracht. Zwei Jahre später verbot man Bleiadditive im Normalbenzin und im Jahr 2000 wurden sie gar ganz verboten. Die Bleiemissionen konnten dadurch drastisch gesenkt werden.

Anstatt Blei werden nun organische, sauerstoffhaltige Komponenten wie bspw. Ethanol beigemischt.

# Treibstoffe

Arbeitsblatt



4/12

## Treibstoffe für Dieselmotoren

Im Dieselmotor entzündet sich im Gegensatz zum Benzinmotor das Treibstoff-Luft-Gemisch durch Komprimierung von selbst. Dieselmotoren besitzen einige Vorteile gegenüber von Benzinmotoren:

- Der Wirkungsgrad ist sehr hoch.
- Durch den höheren Wirkungsgrad braucht der Dieselmotor weniger Treibstoff als ein Benzinmotor.
- Weniger Treibstoff bedeutet bei gleicher Strecke auch einen geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoss.

Bei der Dieselverbrennung entstehen aber mehr Feinstaubpartikel und mehr Stickoxide. In neueren Autos wird dieses Problem mit einer speziellen Abgasnachbehandlung gelöst.

Was beim Benzin die Oktanzahl ist, ist beim Diesel die Cetanzahl. Sie gibt die Zündwilligkeit des Dieselmotorkraftstoffes an. Diesel muss nicht durch eine Zündkerze entzündet werden, sondern entzündet sich durch die Komprimierung selbst. Ein hoher Cetanwert steht für eine hohe Zündwilligkeit.

Recherchieren Sie in Gruppen zu folgenden Themen rund um Feinstaub und präsentieren Sie ihre Ergebnisse kurz in der Klasse.

### Aufgabe 3:

- Partikelfilter
- Was ist Feinstaub?
- Massnahmen gegen Feinstaub im Strassenverkehr in der Schweiz
- Auswirkungen von Feinstaub auf die Gesundheit
- Feinstaubmessung und aktuelle Werte in der Schweiz

Halten Sie die wichtigsten Informationen untenstehend fest.

### Partikelfilter

---



---



---

### Zusammensetzung und Entstehung von Feinstaub

---



---



---

### Welche Massnahmen trifft die Schweiz im Strassenverkehr?

---



---



---

# Treibstoffe

Arbeitsblatt



5/12

**Welche Krankheiten oder gesundheitlichen Beschwerden treten in Zusammenhang mit Feinstaub auf?**

---



---



---

**Wo werden Feinstaubmessungen in der Schweiz gemacht?**

---



---



---

**Wann sind die Feinstaubwerte besonders hoch?**

---



---



---

**Gibt es Höchstwerte?**

---



---



---

## Qualitätsrichtlinien

Für Benzin und Diesel werden Qualitätsanforderungen europaweit festgelegt. Mit diesen europaweit verbindlichen Richtlinien werden Mindestanforderungen zur Einhaltung umweltrechtlicher Vorgaben als auch motortechnischer Anforderungen sichergestellt.

## Flugzeugtreibstoffe

Flugzeugtreibstoffe können in zwei Gruppen eingeteilt werden: Flugpetrol, auch Kerosin genannt, und Flugbenzin. Die beiden Treibstoffe werden in unterschiedlichen Antriebsmechanismen verwendet.

Düsenjets, Turbopropflugzeuge und Hubschrauber werden durch Turbinen angetrieben und fliegen mit Kerosin.

### Flugpetrol

Flugpetrol ist der wichtigste Flugtreibstoff. Flugpetrol ist schwerer als Benzin und leichter als Dieselöl. Durch den relativ hohen Siedepunkt, ist es nur schwer entflammbar, weshalb es auch aus Sicherheitsgründen sehr oft verwendet wird.

Da Flugzeuge sehr hoch fliegen und die Temperaturen in diesen Höhen bis zu  $-50^{\circ}\text{C}$  betragen, muss es auch einen tiefen Gefrierpunkt aufweisen. Flugpetrol ist deshalb wasserfrei. Die immer leistungsstärkeren Triebwerke und die eingesetzten Werkstoffe stellen ebenfalls hohe Anforderungen an den Treibstoff, vor allem die rückstandslose Verbrennung ist wichtig.

# Treibstoffe

Arbeitsblatt



6/12

## Flugbenzin

Kleine Propellerflugzeuge werden durch einen Kolbenmotor, ähnlich dem Ottomotor, betrieben. Sie fliegen mit Flugbenzin. Auch hier sind hohe Oktanzahlen sehr wichtig. Einige Flugzeuge sind sogar für Autobenzin zugelassen, Fachleute raten aber davon ab.

## Alternative Treibstoffe

Alternative Treibstoffe existieren bereits seit Jahrzehnten. Teilweise können Sie anderen Treibstoffen beigemischt werden, andere wiederum dienen auch alleine als Treibstoffe. Unter alternativen Treibstoffen versteht man Treibstoffe, welche nicht oder nur zum Teil auf Erdölkomponenten basieren.

Diese Treibstoffe unterscheiden sich von herkömmlichen Treibstoffen in ihrer Verwendung und Herstellung.

### Aufgabe 4:

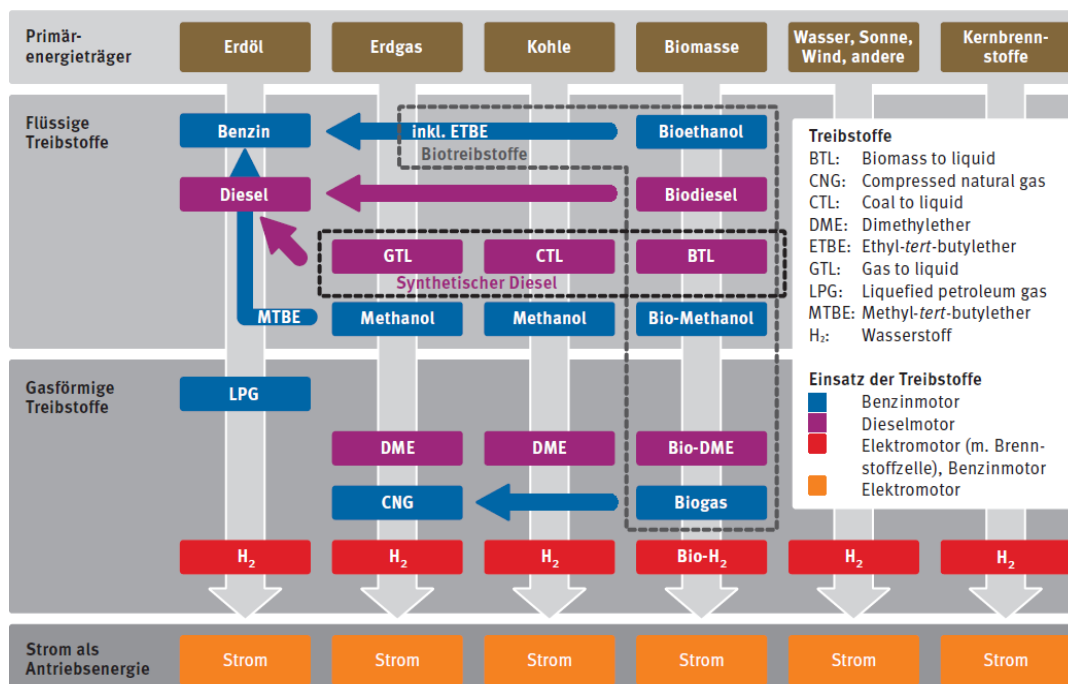
Betrachten Sie die Grafik:

Welche Treibstoffe sind alternative Treibstoffe? Aus was werden sie gewonnen und wie werden sie eingesetzt?

Kennen Sie Beispiele für die Anwendung der Alternativen Treibstoffe?

Besitzen Sie ein Fahrzeug? Mit welchem Treibstoff fährt es?

## Treibstoffe und ihre Herkunft aus Primärenergien



Quelle: A. Heitzer 2007

# Treibstoffe

Arbeitsblatt



7/12

## **Benzinkompatible Treibstoffe: Bioethanol**

Sie können dem Benzin beigemischt werden und können in sämtlichen Benzinfahrzeugen mit Ottomotor eingesetzt werden. Bioethanol wird weltweit als häufigster alternativer Treibstoff eingesetzt. Die Beimischung nimmt in der Schweiz zu. Je nach Ethanol-Anteil können alle Fahrzeuge diesen Treibstoff tanken.

## **Diesekompatible Treibstoffe**

Biodiesel ist der weitest verbreitete Biotreibstoff in Europa. In der Schweiz kamen Treibstoffe mit Biodiesel bisher nur begrenzt zum Einsatz. Es gibt Biodiesel, der von allen Fahrzeugen getankt werden kann. Reiner Biodiesel kann aber nur nach vorgängiger Motorenprüfung eingefüllt werden.

Synthetischer Diesel: Es ist ein hochwertiger, schwefel- und stickstoff- und aromatenfreier Treibstoff mit hoher Oktanzahl. Er kann beliebig mit herkömmlichem Diesel gemischt werden. Es existieren verschiedene Typen: Man kann aus Biomasse, Erdgas oder Kohle synthetischen Diesel herstellen. Zudem können aus (Alt-) Ölen und tierischen Fetten ebenfalls dem Diesel sehr ähnliche Treibstoffe hergestellt werden.

## **Gasförmige Treibstoffe**

Flüssige Treibstoffe weisen folgende Vorteile auf: eine hohe Energiedichte und die daraus resultierende grosse Reichweite pro Tankfüllung, der geringe Platzbedarf sowie die einfache Handhabung. Es existieren aber auch gasförmige Treibstoffe. Es gibt Flüssiggas, Erdgas, Biogas, Dimethylether und Wasserstoff. Diese müssen allerdings komprimiert werden, damit eine akzeptable Reichweite pro Tankfüllung möglich ist.

Sie brauchen separate, auf den Aggregatzustand angepasste Infrastruktur sowohl für die Versorgung als auch für die Betankung. Das Tanken von Erd- und Flüssiggas funktioniert aber so einfach wie bei Benzin und Diesel.

Flüssiggas, auch Autogas oder LPT (Liquefied Petroleum Gas) genannt, stammt aus der Erdölraffination. Es hat eine hohe Oktanzahl, deshalb eignet es sich sehr gut für Ottomotoren. Deutschland, Italien, Polen, Frankreich und die Niederlande verfügen über ein flächendeckendes Netz von öffentlichen Tankstellen, die Flüssiggas anbieten. In Europa gibt es heute ungefähr neun Millionen Fahrzeuge, die bivalent ausgerüstet sind. Bivalent heisst, dass sie sowohl mit Autogas als auch mit Benzin fahren. Das Schweizer Netz hat zurzeit 48 solcher Tankstellen.

Erdgas stammt aus der Nordsee, Russland oder Nordafrika und kommt per Pipeline nach Europa. Auch Erdgas ist mit der hohen Oktanzahl (130) für Benzinmotoren geeignet. Die Versorgungsinfrastruktur ist an vielen Orten noch sehr schwach, so dass Erdgasfahrzeuge ebenfalls bivalent ausgerüstet sind. In Europa gibt es zurzeit etwa zwei Millionen Erdgasfahrzeuge.

## **Wasserstoff**

Bei der Verbrennung von Wasserstoff entsteht lediglich Wasser – aus ökologischer Sicht also ein überaus interessanter Treibstoff. Er lässt sich im Ottomotor und in Brennstoffzellen in Kombination mit Elektromotoren einsetzen. Aber wie bei allen gasförmigen Energieträgern ist die Energiedichte gering. Die Herstellung aus Erdöl, Kohle und Erdgas verursacht zudem massive CO<sub>2</sub>-Emissionen. Ein anderer Herstellungsweg mit überschüssigem erneuerbarem Strom aus Windenergie wird intensiv diskutiert. Damit könnte man die Energie in Wasserstoff speichern. Bis zu einem flächendeckenden wirtschaftlichen Einsatz von Wasserstoff wird es vermutlich noch mehrere Jahre dauern. Im November 2016 wurde in der Schweiz die erste öffentliche Wasserstofftankstelle in Hunzenschwil AG eröffnet.

# Treibstoffe

Arbeitsblatt



8/12

## Strom

Die Automobilindustrie befasst sich schon lange mit der Entwicklung von Elektrofahrzeugen. Heute sind vor allem Hybridfahrzeuge im Einsatz: Fahrzeuge die sowohl einen Verbrennungs- als auch einen Elektromotor und Batteriespeicher haben. Der Elektromotor hat einen höheren Wirkungsgrad als Diesel- und Ottomotoren und vermeidet im Idealfall CO<sub>2</sub>- und Schadstoffausstoss.

**Aufgabe 5:** Wovon hängt die tatsächliche Umweltfreundlichkeit eines Elektrofahrzeuges ab?

## Biotreibstoffe

Biotreibstoffe sind erneuerbare Energieträger mit zum Teil beträchtlichem CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial im Vergleich zu fossilen Energieträgern. Sie sind flüssig oder gasförmig und werden aus Biomasse hergestellt. Bspw. sind öl-, zucker-, stärke- und zellulosehaltige Pflanzen, pflanzliche Biomasseabfälle oder Ernterückstände, Gülle und tierische Fettabfälle Ausgangsstoffe.

Biotreibstoffe können für Verbrennungsmotoren eingesetzt werden und werden deshalb auch Diesel, Benzin, Flugpetrol und Erdgas beigemischt. Man unterscheidet Biotreibstoffe der ersten, zweiten und dritten Generation. Die Endprodukte sind dieselben, aber sie unterscheiden sich im Anbau und der Art der Rohstoffe.

### Erste Generation:

Für die Herstellung werden Pflanzenteile verwendet, die Menschen und Tieren als Nahrungs- und Futterquelle dienen: Weizen, Mais, Zuckerrohr, Zuckerrüben, Raps, Soja und Palmöl.

Beispiele von Biotreibstoffen:

- Bioethanol: Der weltweit verbreitetste Biotreibstoff wird vor allem von den USA und Brasilien produziert. Die USA verwenden ausschliesslich Mais und Brasilien Zuckerrohr. In Europa hingegen wird vorwiegend Roggen, Weizen und Zuckerrüben verwendet.
- Biodiesel: Wird vor allem in Europa gebraucht. Er lässt sich aus praktisch allen pflanzlichen Ölen herstellen, bspw. aus Raps, Sonnenblumenkernen und Soja.

**Aufgabe 6:** Was denken Sie, welche Probleme könnten aus der Nutzung von Nahrungs- und Futterquellen für Treibstoff entstehen?



# Treibstoffe

Arbeitsblatt



9/12

## Zweite und dritte Generation:

Aufgrund dieser Problematik wird seit Jahren an Biotreibstoffen der zweiten und dritten Generation geforscht. Dafür werden Rohstoffe verwendet, die nicht als Nahrungsquelle dienen und auf Flächen angebaut werden, die nicht für den herkömmlichen Ackerbau gebraucht werden. Abfallbiomasse oder Rückstände aus der Land- und Forstwirtschaft (Stroh, Holz) sowie nicht essbare Pflanzen sind typische Vertreter der zweiten, Algen der dritten Generation.

Beispiele von Biotreibstoffen der zweiten Generation:

- Bioethanol aus Zellulose: Zellulose kommt in der Natur als Bestandteil von Pflanzen vor. Man zerlegt die Zellulose in Zuckerbausteine und verwendet den Zucker zur Herstellung von Ethanol. Zellulose wird vor allem aus landwirtschaftlichen Ernterückständen gewonnen: Stroh leistet hier sehr gute Dienste, da es als Nebenprodukt vieler Getreidesorten entsteht.
- Biodiesel: Er wird bspw. aus ungenießbaren pflanzlichen Ölen hergestellt. Ein gutes Beispiel ist die Purgiernuss (*Jatropha curcas*). Ihre Früchte sind nicht essbar, lassen sich aber zu Öl verarbeiten. Sie ist anspruchslos und kann deshalb auch an für den normalen Ackerbau eher schlecht geeigneten Orten angebaut werden.
- Synthetischer Diesel aus Biomasse: Hier wird die ganze ungenießbare Pflanze zur Treibstoffherstellung verwendet. Man kann aber auch aus Pflanzenöl, Altöl oder tierischen Fetten synthetischen Diesel produzieren. In Deutschland gibt es eine Fabrik, welche aus Holzabfällen synthetisches Diesel herstellt.
- Biogas: Bei der Vergärung von Biomasse entsteht Biogas. Aus Organischen Abfällen aus Haushalten (Kompost), Gewerbe, Industrie, Gülle, Ernteabfällen sowie Klärschlamm kann Biogas gewonnen werden.

Die Technik der dritten Generation, die mit Mikroalgenzüchtung arbeitet, ist noch in der Entwicklung.

In der Schweiz werden Biotreibstoffe von der Mineralölsteuer befreit, um diese zu fördern. Allerdings gilt das nur für solche, die gewisse ökologische und soziale Mindestanforderungen erfüllen.

# Treibstoffe

Arbeitsblatt



10/12

## Der Kohlenstoffkreislauf

Um die Begriffe CO<sub>2</sub>-neutral und CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial zu begreifen, ist es nötig, zu verstehen, wie der Kohlenstoffkreislauf funktioniert.

**Aufgabe 7:** Visualisieren Sie den Kohlenstoffkreislauf.

Seit Millionen Jahren besteht ein dynamisches Gleichgewicht zwischen dem Kohlenstoff in der Luft und demjenigen an der Erdoberfläche. Pflanzen verwenden CO<sub>2</sub>, um mithilfe von Sonnenlicht körpereigene Substanz aufzubauen. Dieser nun in der Biomasse gespeicherte Kohlenstoff wird innerhalb einer gewissen Zeit als Kohlenstoffdioxid wieder der Atmosphäre zugeführt. Das geschieht auf verschiedene Weisen:

Stirbt ein Pflanze oder ein Tier, oxidiert das kohlenstoffhaltige, organische Material von Bakterien, Pilzen und anderen Mikroorganismen zu CO<sub>2</sub>. Man nennt das Dissimilation. Auch wenn wir einen Apfel essen, wird der darin enthaltene Traubenzucker von uns veratmet, d.h. oxidiert, was ebenfalls Kohlenstoffdioxid erzeugt. Für den Kohlenstoff herrscht also ein über Millionen von Jahren eingespieltes Hin und Her zwischen belebter und unbelebter Natur. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Erde bleibt dabei nur konstant, wenn genau so viel biologisches Material heranwächst, wie Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird.

Beim Verbrennen von fossilen Brenn- und Treibstoffen werden Kohlenwasserstoffe in den Kohlenstoffkreislauf gebracht, die vor Jahrmillionen verloren gingen. Damals sanken riesige Mengen von abgestorbenen Mikroorganismen auf den Grund eines sauerstoffarmen Sees oder Meeres und wurden anschliessend von feinem Material überdeckt, so dass die organische Substanz endgültig vom Sauerstoff geschützt war und folglich nicht vollständig zu CO<sub>2</sub> oxidierte. Das dynamische Gleichgewicht zwischen dem atmosphärischen und dem organischen Kohlenstoff hat sich über eine enorm lange Zeit an diese Situation angepasst.

Als Konsequenz des rasch wieder eingebrachten Kohlenstoffs reichert sich das Treibhausgas CO<sub>2</sub> immer mehr in der Atmosphäre an, was zur globalen Erwärmung beiträgt.

Beim Verbrennen von Biotreibstoffen wird nur Kohlenstoff verwendet, der den natürlichen Kohlenstoffkreislauf nie verlassen hat und somit CO<sub>2</sub>-neutral ist. Allerdings benötigt die Herstellung von Biotreibstoffen zusätzliche Energie, so dass diese in der Praxis meist nicht vollständig CO<sub>2</sub>-neutral sind.

# Treibstoffe

Lösung



11/12

## Aufgabe 1:

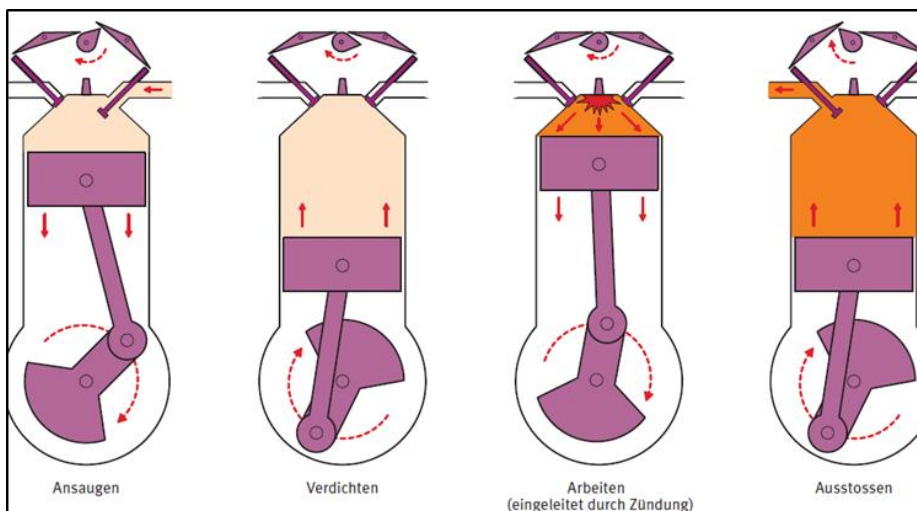
Überlegen sie zu zweit: Was versteht man unter Treibstoff? Welche Anforderungen muss Treibstoff erfüllen?

- Es gibt unterschiedliche Treibstoffe: fossile Treibstoffe (Benzin, Diesel, Flugpetrol), alternative Treibstoffe (Flüssiggas, Erdgas, Biotreibstoffe, Strom)
- Treibstoffe treiben etwas an. Sie befähigen einen Antrieb (bspw. Motor) dazu, einen Körper von A nach B zu bewegen.
- Für effizientes Vorwärtkommen müssen die Treibstoffe vor allem zwei Bedingungen erfüllen: Sie müssen möglichst flächendeckend zu erhalten sein und im Fahrzeug selbst möglichst wenig Platz einnehmen.
- Weitere eigene Ideen zu den Anforderungen

## Aufgabe 2:

Ottomotor

1. Takt (**Ansaugen**)
2. Takt (**Verdichten**)
3. Takt (**Verbrennen**)
4. Takt (**Ausstossen**)



## Aufgabe 3:

Kurz-Recherche

individuelle Lösungen, je nach Präsentationen

# Treibstoffe

Lösung



12/12

## Aufgabe 4: alternative Treibstoffe: mögliche Punkte

- Biotreibstoffe sind aus Biomasse: Bioethanol, Biodiesel, BTL, Bio-Methanol, Bio-DME, Biogas
- Andere alternative Treibstoffe: Wasser, Sonne, Wind und Kernbrennstoffe
- Es gibt flüssige und gasförmige Treibstoffe.
- Bioethanol kann in Benzin beigemischt werden.
- Biodiesel und BTL können in Diesel beigemischt werden.
- Biogas kann in CNG, einem Erdgasprodukt, gemischt werden.
- Weitere Aussagen möglich

## Aufgabe 5: Umweltfreundlichkeit des Elektromotors

Wie umweltfreundlich ein mit Elektromotor betriebenes Fahrzeug tatsächlich ist, hängt vom verwendeten Strom ab. Je nach Produktionsart und Strommix kann die Bilanz sehr unterschiedlich ausfallen. Elektrizität kann aus Wasser-, Wind-, Sonnen- und Kernkraft praktisch CO<sub>2</sub>-frei produziert werden. Dagegen verursacht die Stromproduktion aus Erdgas, Kohle und Erdöl beträchtliche CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## Aufgabe 6: Biotreibstoffe der Ersten Generation

Verschiedene Länder haben Fördermassnahmen und Beimischungsverpflichtungen beschlossen, deshalb entsteht eine zusätzliche Rohstoffnachfrage für Biotreibstoff. Dies kann zu einem Landnutzungskonflikt führen, da sich der Anbau der Pflanzen als Nahrungs- und Treibstoffquelle konkurrenzieren. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von der sogenannten Teller-Tank-Problematik. Längerfristig wird auch der Bedarf an Ackerfläche erhöht. Dies kann eine Verteuerung der Rohstoffe und entsprechende Probleme der Nahrungsmittelbeschaffung zur Folge haben. Ausserdem werden durch den Druck auch naturnahe Lebensräume wie Regenwälder zunehmend als Anbaufläche genutzt.

## Aufgabe 7: Kohlenstoffkreislauf

Eigene Darstellungen