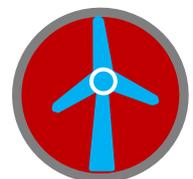
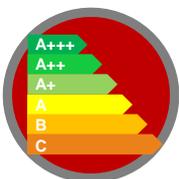
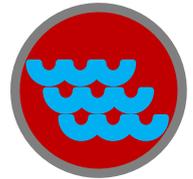




## Perspektiven der Energiewirtschaft

fächerübergreifender Lehrgang für die 10. Klasse

Lernen an Station mit Portfolio



# Perspektiven der Energieversorgung

Der Lehrgang ist ein Lernen an Stationen, das als Grundlage für ein Energie-Portfolio dient. Der Lehrgang wurde am John-Lennon-Gymnasium in Berlin erarbeitet. Das Gymnasium kooperiert mit Vattenfall Europe Berlin. Basis für den Lehrgang ist das Unterrichtsmaterial auf [energie-macht-schule.de](http://energie-macht-schule.de), das vom BDEW Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft herausgegeben wird.

## Inhalt

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2. Einführung und Grundausrüstung für die Schülerinnen und Schüler</b>	<b>5</b>
<b>3. Überblick über die Stationen</b>	<b>13</b>
<b>4. Einführung ins Thema</b>	<b>14</b>
<b>5. Die Stationen</b>	
Station 1 – Energiebegriff	16
Station 2 – Energiegrößen	25
Station 3 – Wärmekraftwerke	31
Station 4 – Kraft-Wärme-Kopplung	36
Station 5 – Kraftwerkskomponenten	40
<b>Der Kraftwerksbesuch</b>	<b>43</b>
Station 6 – Wasserkraft	46
Station 7 – Windkraft	54
Station 8 – Brennstoffzelle	60
Station 9 – Solarenergie	67
Station 10 – Erdwärme	72
Station 11 – Biomasse	77
Station 12 – Zusammenfassung regenerativer Energien	82
<b>Verschiedene Leistungskontrollen</b>	<b>87</b>
Station 13 – Energiewirtschaft	97
Station 14 – Stromnetz	102
Station 15 – Energieeffizienz	107
Station 16 – Energie und Umwelt	113
Station 17 – Energiewirtschaft der Zukunft	119
<b>6. Die abschließende Expertendiskussion</b>	<b>124</b>

## Einleitung

Klimaschutz und Energie gehören zu den Schlüsselthemen unserer Zeit. Die Aneignung von Grundkenntnissen über die Energieversorgung und der effizienten Nutzung von Energie gerade in der Schule ist enorm wichtig. Sie ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, Entscheidungen zum sorgfältigen Handeln in der Schule und zu Hause zu treffen. Das erworbene Wissen befähigt sie, bewusster und verantwortlicher mit Energie und den dazugehörigen Technologien umzugehen.

Um den vermeintlichen Widerspruch des Schülerzitates: „Wie kann es eine Energiekrise geben, wenn die Energie doch erhalten bleibt?“ aufzulösen, genügt eine rein physikalische Antwort nicht. Nur eine fächerübergreifende Betrachtungsweise kann dem Gesamtkomplex Energie gerecht werden. Für die Schule heißt das unter anderem: Hier liegt ein ideales Feld für Projekttag und Projektwochen, in denen die verschiedenen Fachrichtungen einen Beitrag zum Thema leisten können.

Auf [energie-macht-schule.de](http://energie-macht-schule.de) stellen sich die Materialien zum Thema Energie deshalb fächerübergreifend dar. Sie wendet sich sowohl an Lehrer naturwissenschaftlicher Fächer wie Physik, Biologie und Chemie als auch an Lehrkräfte der Fächer Gemeinschaftskunde/Geographie, Arbeitslehre und Technik aller Klassen.

Eine bewährte Unterrichtsform, gerade für den naturwissenschaftlich orientierten Unterricht ist dabei das Lernen an Stationen. Hier werden verschiedene Aspekte eines Themas im vorliegenden Fall mit verschiedenen Medien und Arbeitsformen vorgestellt. Es wird selbst gesteuertes Erarbeiten eines Themenfeldes ermöglicht, das die individuellen Voraussetzungen und Motivationen des jeweiligen Schülers berücksichtigt. Die Bearbeitung der Stationen kann in unterschiedlicher Tiefe erfolgen. Bei Bedarf können Zusatzaufgaben angeboten werden.

Auf der Grundlage der Materialien hat das Kollegium des John-Lennon-Gymnasium in Berlin einen Stationen-Zyklus erarbeitet und im Unterricht erprobt. Diese Unterrichtseinheit, die in vier bis sechs Wochen durchzuführen ist, umfasst 17 Stationen, die in drei Phasen abgearbeitet werden. Zu Beginn bekommen die Schülerinnen und

Schüler zur Orientierung und Strukturierung ihrer bevorstehenden Arbeit eine sogenannte Grundausrüstung ausgehändigt (siehe Seite 5 – 12).

Zur Einführung ins Thema, soll von allen gemeinsam ohne große Vorbereitung das Arbeitsblatt 0 „Die ideale Energieversorgung – sicher, umweltschonend, wirtschaftlich“ bearbeitet und ausgewertet werden. Zu Beginn der dritten Phase wird dieses Arbeitsblatt ein zweites Mal bearbeitet. Die Ergebnisse werden verglichen. (siehe Seite 14 – 15 und 89 – 90).

**Jede Station setzt sich aus drei Elementen zusammen:**

- Der Aufgabenstellung
- Diverse Arbeitsblätter
- Lösungsblatt

Nach der ersten Phase (Station 1 – 5) bietet sich ein Kraftwerksbesuch an. (Vorbereitung und Durchführungstipps siehe Seite 45)

Nach der zweiten Phase (Station 6 – 12) findet eine Leistungskontrolle (Test, Bericht oder Referat) statt.

Die dritte Phase (13 – 17) mündet in eine Expertendiskussion im Plenum der Klasse und führt die Fäden wieder zusammen.

Am Ende des Unterrichtsblocks, sollte für jede Schülerin und jeden Schüler eine eigenständige ein Portfolio entstanden sein. Auf der Grundlage dieser Materialsammlung kann dann eine zentrale Abschlussdiskussion zu einer übergreifenden Fragestellung mit unterschiedlichen Expertengruppen durchgeführt werden, mit der die Unterrichtseinheit „Perspektiven der Energieerzeugung“ sinnvoll zu einem Abschluss gebracht wird.

## **Einführung und Grundausstattung für die Schülerinnen und Schüler**

Die Schülerinnen und Schüler bekommen zu Beginn der Unterrichtseinheit fünf Blätter ausgehändigt.

Auf Blatt 1 werden die Lernziele, die dazu notwendigen Kenntnisse und die Methoden, wie diese erarbeitet werden können erläutert. Im Mittelpunkt steht die Erarbeitung eines Portfolios, das die Grundlage für eine Präsentationsprüfung sein kann. Das Portfolio baut sich während der Stationenarbeit auf und kann individuell motivierte Schwerpunkte ausbilden.

Blatt 2 – Vorlage für ein zu erstellendes Inhaltsverzeichnis

Blatt 3 – Tabelle zur Dokumentation des Arbeitsablaufs

Blatt 4 – zu ergänzende Literaturliste

Blatt 5 – Tabelle zur Erstellung eines individuellen Glossars

Blatt 6 – Laufzettel für die Stationen

### **Einführung – Blatt 1**

Die folgenden Übersichtsblätter sollen als Grundlage für eine Materialsammlung, einem sogenannten Portfolio dienen.

#### **Was ist ein Portfolio?**

Ganz allgemein stellt das Portfolio in der Schule „eine zielgerichtete Sammlung von Schülerarbeiten“ dar, die vom Schüler durch selbstständige Auswahl der Inhalte und Materialien angelegt werden soll. Es soll dokumentieren, mit welchen Anstrengungen und auf welchen Wegen ein Schüler/ eine Schülerin etwas gelernt hat und zu welchen Ergebnissen er/sie dabei gelangt ist.

**Ziel dieses Portfolios im Fach Physik ist es, sich mit den grundlegenden Prinzipien der heutigen Energieversorgung vertraut zu machen. Deren Probleme zu kennen und eine fundierte persönliche Einstellung zur zukünftigen Energieversorgung zu entwickeln.**

Die notwendigen Kenntnisse dazu werden mit unterschiedlichen Methoden im Rahmen einer langfristigen Stationsarbeit erarbeitet:

- Erläuterung grundlegender Begriffe, Verfahren und Maschinen durch die Lehrkraft
- Lernen an Stationen – Energieversorgung
- Gruppenarbeit
- Schülervorträge zu ausgewählten Themen
- Exkursion in ein Wärmekraftwerk
- Eventuell weitere Betriebsbesichtigungen
- Arbeit mit CD-ROM und Internet
- Sammeln von aktuellen Zeitungsartikeln und anderen Informationsmaterialien
- Einbringen von Kenntnissen aus anderen Unterrichtsfächern, z. B. Erdkunde, Chemie, Sozialkunde, Wahlpflichtfach Technik und Natur und dem persönlichen Alltag, z. B. einem Betriebspraktikum
- Plenumsdiskussion mit Schüler-Experten
- Einladung von Experten aus Politik und Wirtschaft in den Unterricht

Wie umfangreich und vielfältig die jeweilige Materialsammlung wird und damit die Fachkenntnisse, ist zu einem großen Teil von der selbstständigen Arbeit am Thema mit den unterschiedlichen Methoden abhängig.

Konkret soll während der Stationsarbeit ein prozessorientiertes Portfolio erstellt werden. Die Besonderheit hier ist, dass der Prozess des Lernens und die damit verbundenen Lernfortschritte dokumentiert werden. Die Zusammenstellung der Arbeiten umfasst dabei schriftlich fixierte Vorüberlegungen und erste Entwürfe ebenso wie die Reflexion über Lernfortschritte, Hindernisse im Lernprozess, abschließende Erörterungen und Zusammenfassungen.

Die Unterrichtseinheit dauert ca. vier bis sechs Wochen. Zur Bewertung werden verschiedene Teilleistungen aus der Materialsammlung herangezogen. Das entstandene Portfolio kann Grundlage zur Vorbereitung auf die Präsentationsprüfung sein. Aus dieser Thematik können Fragestellungen für die Prüfung entwickelt werden, falls ein entsprechendes Thema für die Prüfung in Physik gewählt wurde.

Beurteilungskriterien können u.a. sein:

- Sind die Ziele, die mit dem Portfolio erreicht werden sollten, genau definiert?
- Werden die Lerngegenstände klar umrissen?
- Wird der Lernprozess hinreichend dokumentiert?
- Werden Lernfortschritte erkennbar, die auf der Auseinandersetzung mit den für das Portfolio wichtigen Lerngegenständen beruhen?
- Wird die Auswahl der Arbeiten in hinreichender Weise reflektiert und begründet?
- Zeugt das Portfolio von wachsender Fähigkeit zur Selbstorganisation des Lernens?
- Zeigt sich bei der Erstellung des Portfolios eine besondere Gewissenhaftigkeit und Ordentlichkeit?



Einführung – Blatt 3

**Portfolio**

Name ..... Klasse ..... Datum .....

**Arbeitsablauf**

Datum	Thema – Was habe ich mir erarbeitet?	Arbeitsschritte – Was habe ich ge- macht?	Ergebnis – Wie weit bin ich gekommen?	Bemerkungen

## Einführung – Blatt 4

### Portfolio

Name ..... Klasse ..... Datum .....

### Literaturliste

Fortlaufend selbständig ergänzen

Lehrbuch:
<a href="http://www.energie-macht-schule.de">www.energie-macht-schule.de</a> – Materialien
Energie – Der Begriff, die Ressourcen, der Bedarf
Wärme Kraftwerke
Erneuerbare Energien
Stromnetz
Energieeffizienz



## Einführung – Blatt 6

### Portfolio

Name ..... Klasse ..... Datum .....

### Laufzettel

Station	Thema	erledigt am / mit	Zeitaufwand	Bemerkungen

## **Überblick über die Stationen**

### **1. Phase**

Station 1 – Energiebegriff

Station 2 – Energiegrößen

Station 3 – Wärmekraftwerke

Station 4 – Kraft-Wärme-Kopplung

Station 5 – Kraftwerkskomponenten

### **Kraftwerksführung**

### **2. Phase**

Station 6 – Wasserkraft

Station 7 – Windkraft

Station 8 – Brennstoffzelle

Station 9 – Solarenergie

Station 10 – Erdwärme

Station 11 – Biomasse

Station 12 – Zusammenfassung Erneuerbare Energien

### **Leistungskontrolle**

### **3. Phase**

Station 13 – Energiewirtschaft

Station 14 – Stromnetz

Station 15 – Energieeffizienz

Station 16 – Energie und Umwelt

Station 17 – Energiewirtschaft der Zukunft

### **Abschließende Expertendiskussion**

Es empfiehlt sich die Blätter mit den Aufgabenstellungen und die Arbeitsblätter zu laminieren, damit man sie gegebenenfalls mehrfach verwenden kann.

Arbeitsblatt 0

**Die ideale Energieversorgung**

sicher – umweltschonende – wirtschaftlich

1. Wie wirken sich Deiner Meinung nach die in der Tabelle aufgeführten Maßnahmen auf die Sicherheit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit auf die Energieversorgung in Deutschland aus.  
 Vergebe Punkte von -3 bis +3  
 (-3 = sehr schlecht, -2 = schlecht, -1 = eher negativ, 0 = neutral, 1 = eher positiv, 2 = gut, 3 = sehr gut)
2. Addiere die Punktzahlen und stelle deine persönliche Hitliste der besten und schlechtesten Maßnahmen auf.
3. Erstelle eine Gesamtwertung als Summe aller Einzelwertungen und ermittelt so die nach Eurer Meinung wichtigsten Anforderungen an eine sichere, wirtschaftliche und umweltschonende Energieversorgung.

	sichere Versorgung	umweltschonend	wirtschaftlich sinnvoll	Summe
Mineralölimporte				
heimische Braunkohle				
importiertes Erdgas				
Kernenergie				
Steinkohleimporte				
Erneuerbare Energien				
Stromimporte				
heimisches Erdgas				
heimische Steinkohle				
Energieeffizienz				
Energierohstoffimporte aus vielen verschiedenen Ländern				
viele verschiedene Energieträger				

## Arbeitsblatt 0

---

### **Die ideale Energieversorgung**

sicher – umweltschonende – wirtschaftlich

### **Erläuterung**

Das Arbeitsblatt bietet einen Einstieg ins Thema mit dessen Hilfe die Schüler zunächst ihre spontane, von nachfolgenden Unterrichtsinhalten unbeeinflusste Meinung äußern. Deshalb erscheint es angebracht, dass die Schüler die Tabelle ohne vorgeschalteter allgemeiner Diskussion in der Klasse ausfüllen. In der Arbeitsphase ist das Gespräch mit dem Banknachbarn dagegen sicher sinnvoll; Gruppenarbeit mit anschließendem Vergleich und eine Diskussion über die – oft unterschiedlichen – Ergebnisse sind ebenfalls möglich.

Eine Gesamtwertung lässt sich an der Tafel oder auf der Overheadfolie durchführen, indem die Werte der einzelnen Schüler aufgelistet und addiert werden.

Als Ergebnis sollten zunächst die beiden Hitlisten der „guten“ und der „schlechten“ Maßnahmen festgehalten werden.

Der erneute Einsatz dieses Arbeitsblatts an Station 13 – Energiewirtschaft und der Vergleich mit den Ergebnissen der ersten Stunde macht den Schülern einen Lernfortschritt bewusst; und bietet dem Lehrer eine Möglichkeit der Lernzielkontrolle. Ergebnis der Erarbeitung kann nicht das Nonplusultra der Energieversorgung sein. Es erscheint vielmehr wichtig, deutlich zu machen, wie komplex das Thema ist und dass Entscheidungen zugunsten der einen oder anderen Maßnahme erst nach gründlicher Abwägung der Argumente erfolgen sollten.

## Station 1 – Energiebegriff

---

### Arbeitsaufträge

1. Lies im e-book „Energie – Der Begriff, die Ressourcen, der Bedarf“ das Kapitel „Was ist Energie“ (Seite 6 – 8).  
[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien  
([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_1\\_eBook/flash.html#/1/](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_1_eBook/flash.html#/1/))
2. Notiere Dir die Begriffe Arbeit und Energie und den ersten und zweiten Hauptsatz der Wärmelehre.
3. Beantworte anhand der Arbeitsblätter 1.1 bis 1.7 folgende Punkte
  - a. Welche Energiearten gibt es?
  - b. Welche Energiearten unterscheidet man?
  - c. Welche Primärenergieträger werden zur Energieerzeugung eingesetzt?

### Zusatzaufgabe

Lies im e-book „Energie – Der Begriff, die Ressourcen, der Bedarf“ zusätzlich das Kapitel „Energiearten“ (Seite 9 – 11). Verdeutliche Dir die vier verschiedenen Aspekte des Energiebegriffs.

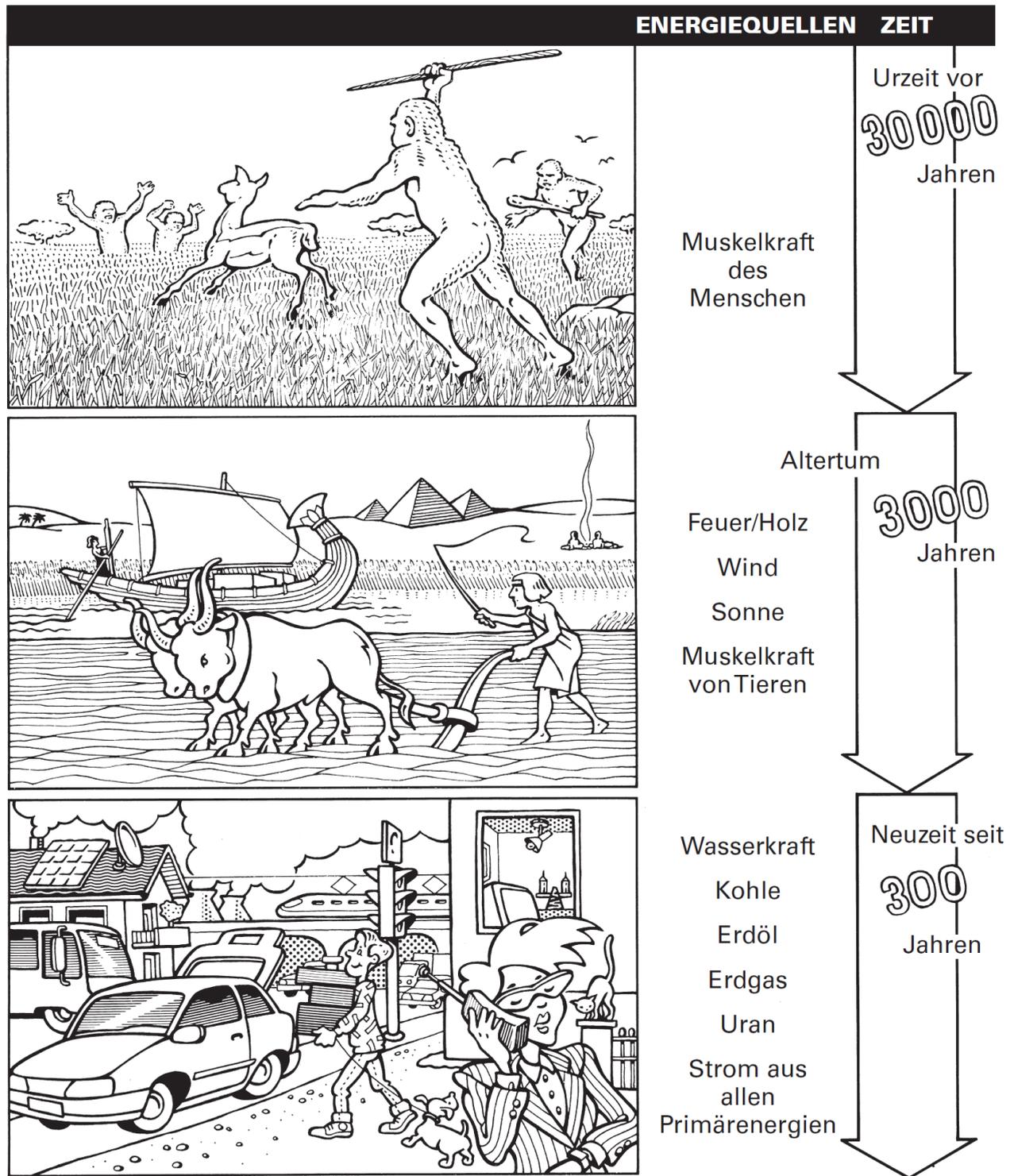
Schau Dir auf Youtube den Film „Energieformen“ vom SimpleClub an.

<https://www.youtube.com/watch?v=pe0Z7V--rU>

Platz für Notizen

Station 1 – Energiebegriff

Arbeitsblatt 1.1 – Energiequellen



Platz für Notizen

Station 1 – Energiebegriff

Arbeitsblatt 1.2 – Energiearten

**1. Ordne die folgenden Begriffe nach Energiearten**

Steinkohle – mechanische Arbeit – Erdwärme – Benzin – Erdgas – Biomasse – Kernbrennstoffe – Dieselkraftstoff – Licht – Strom – Briketts – Koks – Wasserkraft – Heizwärme – Braunkohle – Erdöl – Windkraft – Sonnenenergie – Heizöl

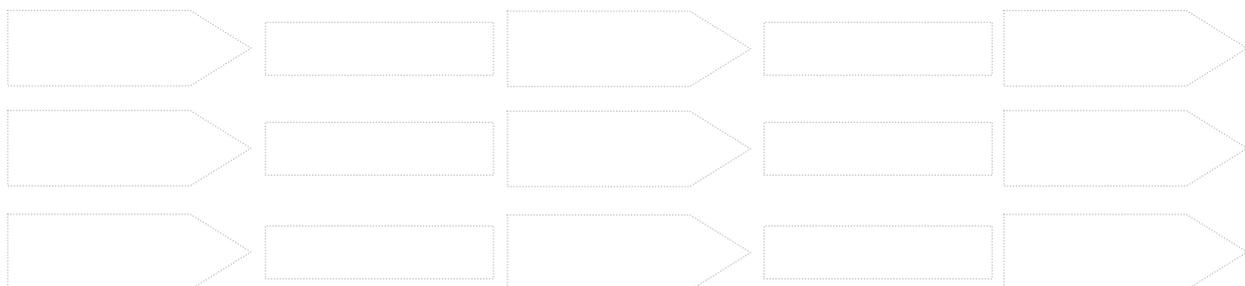
Primärenergie	Sekundärenergie	Nutzenergie
Steinkohle		Briketts

**2. Bilde Umwandlungsketten.**



Finde aus der obigen Tabelle Beispiele dazu.

Umwandler sind: Kraftwerk, LED, alle Haushaltsgeräte, Turbine etc.

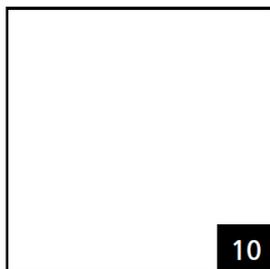
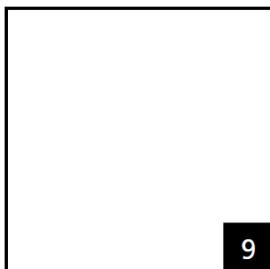
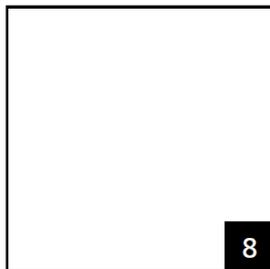
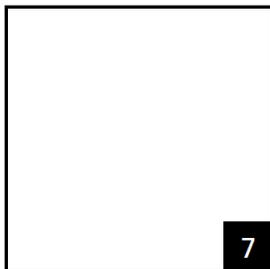
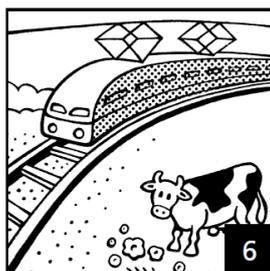
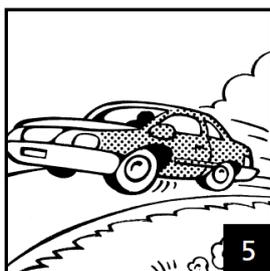
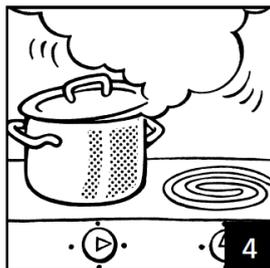
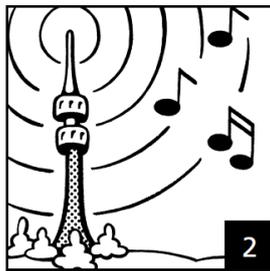
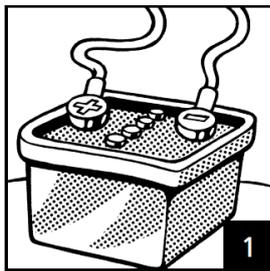


**3. Welche Umwandlungsketten sind richtig?**

- a. Kohle - Koks
- b. Erdöl - Erdöl - elektrischer Strom
- c. Elektrischer Strom - Dampf - Erdöl
- d. Kohle - Dampf - elektrischer Strom

Station 1 – Energiebegriff

Arbeitsblatt 1.3 – Energieformen



Energie kann nur an ihren Wirkungen erkannt werden. Beispiele für solche Wirkungen sind z. B. Bewegung, Licht und Wärme. Auf Grund der beobachtbaren Wirkungen unterscheidet man folgende Energieformen:

- Bewegungsenergie (z. B. fahrendes Auto),
- Spannungsenergie (z. B. gespannte Feder),
- Wärme (z. B. Heißdampf),
- Chemische Energie (z. B. Brennstoffe, Autobatterie),
- Elektrische Energie (z. B. Blitz),
- Strahlungsenergie (z. B. UV-Strahlung, Radiowellen)
- Kernenergie (z. B. Spaltungsenergie).

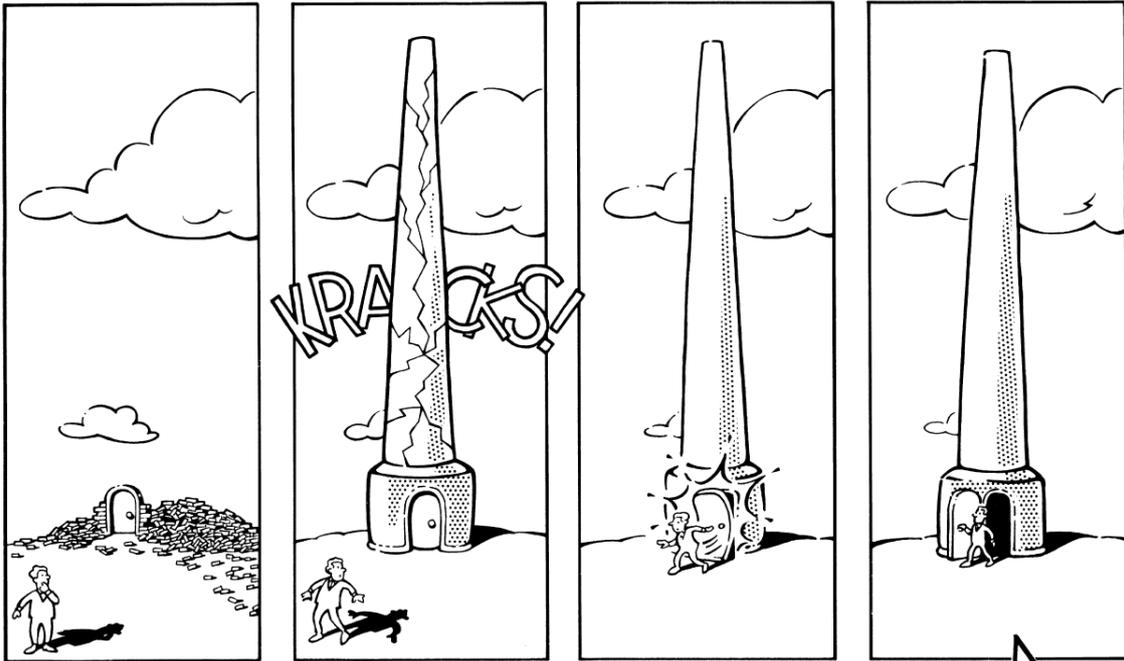
1. Ordne den Abbildungen die Energieformen zu und trage sie in die Tabelle ein.

Abbildung	Energieform
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

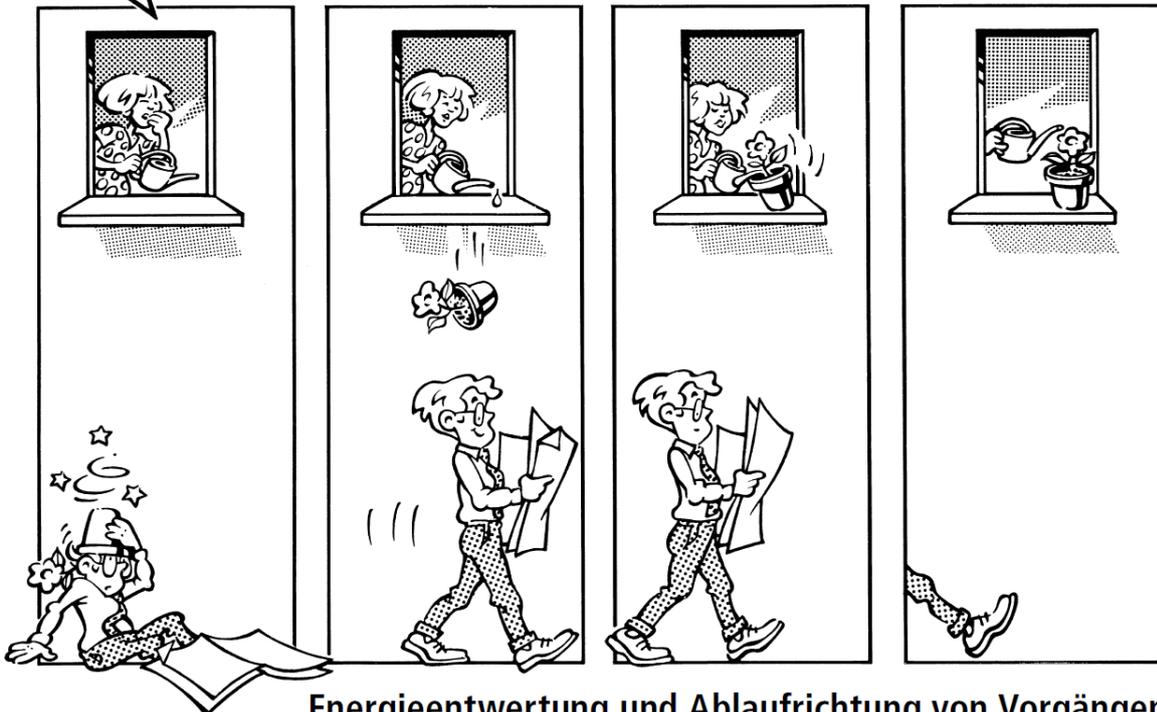
2. Male in die freien Kästchen weitere Beispiele, die die Energieform erkennen lassen, und trage auch diese in die Tabelle ein.

Station 1 – Energiebegriff

Arbeitsblatt 1.4 – Energieentwertung



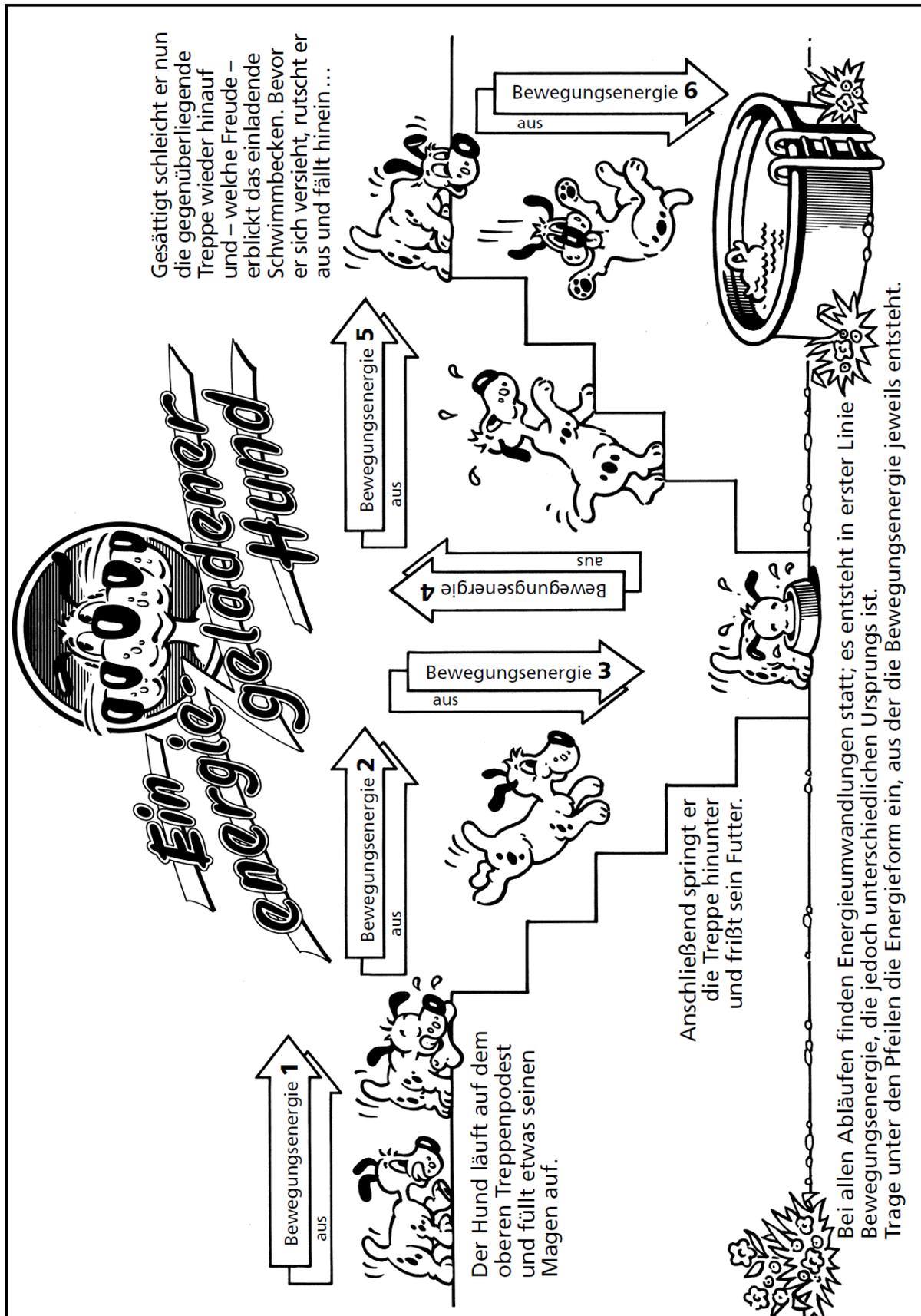
*Umgekehrt  
ist auch was wert?*



Energieentwertung und Ablafrichtung von Vorgängen

Station 1 – Energiebegriff

Arbeitsblatt 1.5 – „Ein energiegeladener Hund“



Station 1 – Energiebegriff

Arbeitsblatt 1.6 – Primärenergieangebot

1. Schneide unten die abgebildeten Symbole aus und klebe Sie in den leeren Feldern an die richtige Stelle.
2. Welcher Energieträger fehlt? Male ein Symbol in das leere Kästchen, schneide es aus und klebe es auch in die Leiste.

Erneuerbare Energieträger

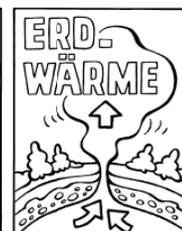
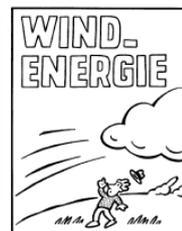
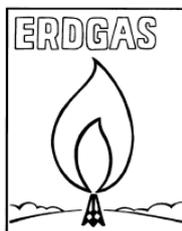
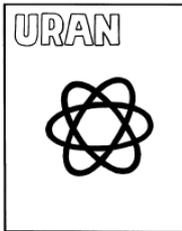
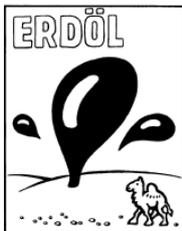
--	--	--	--	--	--	--

fossile Brennstoffe

--	--	--

Kernbrennstoffe

--



--

Station 1 – Energiebegriff

---

Lösungen

zu Arbeitsblatt 1.2 – Energiearten

1.

<b>Primärenergie</b>	<b>Sekundärenergie</b>	<b>Nutzenergie</b>
Steinkohle	Benzin	Briketts
Braunkohle	Dieselmkraftstoff	mechanische Arbeit
Erdöl	Strom	Licht
Erdgas	Koks	Wärme
Kernbrennstoffe	Heizöl	Heizwärme
Wasserkraft		
Sonnenenergie		
Erdwärme		
Biomasse		
Wind		

2. z.B. Steinkohle – Kraftwerk – Strom – LED – Licht

3. a und d

zu Arbeitsblatt 1.3. – Energieformen

1 chemische Energie

2 Strahlungsenergie

3 Spannungsenergie

4 Wärme

5 Bewegungsenergie

6 elektrische Energie

#### zu Arbeitsblatt 1.4. „Ein energiegeladener Hund“

Folgende Energieumwandlungen finden statt:

Pfeil 1 aus chemischer Energie

Pfeil 2 aus chemischer Energie

Pfeil 3 aus Lageenergie

Pfeil 4 aus chemischer Energie

Pfeil 5 aus chemischer Energie

Pfeil 6 aus Lageenergie

Der Hund verfügt über gespeicherte chemische Energie, die er bei der eigenen Fortbewegung durch Muskelkraft in Bewegungsenergie umwandelt.

Auf der linken oberen Treppe besitzt er chemische Energie und Lageenergie. Rennt er die Treppe nun hinunter, verwandelt er zu Bewältigung des Weges (waagrechte Ebene) einen Teil seiner chemisch gebundenen Energie in Bewegungsenergie (+Wärme). Zur Überwindung der senkrechten Fallhöhe wird gleichzeitig die Lageenergie in Bewegungsenergie umgewandelt.

Durch das Fressen ersetzt er die gerade verbrauchte chemische Energie wieder.

Läuft er anschließend die Treppe wieder hinauf, benötigt er sowohl für den Weg als auch zur Überwindung der Höhendifferenz chemische Energie.

Wenn er auf dem rechten Podest ausrutscht und in das Wasserbecken fällt, resultiert die Bewegungsenergie ausschließlich aus der Lageenergie.

#### zu Arbeitsblatt 1.6 – Primärenergieträger

Erneuerbare Energien sind Sonnenenergie, Wasserkraft, Windkraft, Gezeitenenergie, Erdwärme, Biomasse

fossile Brennstoffe sind Erdöl, Kohle und Erdgas.

Kernbrennstoff ist Uran

Die Sonnenenergie als wichtiger Energieträger fehlt.

## Station 2 – Energiegrößen

---

### Arbeitsaufträge

1. Lies im e-book „Energie – Der Begriff, die Ressourcen, der Bedarf“ das Kapitel „Maßeinheiten für die Energie“ (Seite 11).

[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien

([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_1\\_eBook/flash.html#/1/](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_1_eBook/flash.html#/1/))

Schau Die die Übersichtstabelle auf Seite 32 an und erstelle eine eigene übersichtliche Tabelle auf dem Arbeitsblatt 2.1

2. Ergänze anhand dem Arbeitsblatt 2.2 folgende Tabelle:

1 Kilo-Joule (kJ)	entspricht eintausend Joule	$10^3$	1 000
1 Mega-Joule (MJ)	entspricht einer Million Joule	$10^6$	1 000 000
1 Giga-Joule (GJ)	entspricht einer Milliarde Joule		

3. Lies im e-book „Wärmeerkraftwerke“ das Kapitel „Der Wirkungsgrad“ (Seite 33).

[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien

([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_14\\_Waermekraftwerke/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_14_Waermekraftwerke/files/assets/basic-html/index.html#1))

Löse die dazugehörige Aufgabe auf Arbeitsblatt 2.3.

4. Betrachte im e-book „Energie – Der Begriff, die Ressourcen, der Bedarf“ die Abbildung „Energiebilanz der Erde“ (Seite 12).  
Die Sonne strahlt ständig mit einer Leistung von 180 Milliarden Megawatt auf die Erde. Wie viel Prozent davon werden wieder ans Weltall abgegeben? Berechne den Wirkungsgrad der Erde.
5. Sammle in einer Tabelle die Leistungs- und Energieverbrauchswerte typischer Haushaltsgeräte.

### Zusatzaufgabe

6. Lies den Text zum Namensgeber der Energieeinheit (Arbeitsblatt 2.4).
7. Schau Dir auf Youtube den Film „Dampfturbine selbst bauen“ vom SimpleClub an. [https://www.youtube.com/watch?v=1Tz\\_mxFQjGg](https://www.youtube.com/watch?v=1Tz_mxFQjGg)



## Station 2 – Energiegrößen

---

### Arbeitsblatt 2.2 – Maßeinheiten für die Energie

#### Was Energie kann und worin Energie steckt



#### 1 Joule (1 J)

- braucht eine Biene, um 120 m weit zu fliegen
- elektrische Energie benötigt ein Taschenrechner, während er 50 Multiplikationen ausführt

#### 1 Kilojoule ( $10^3$ J)

- braucht man, um eine Gesichtshälfte elektrisch zu rasieren
- wendet man auf, wenn man 1 m schwimmt, 5 m geht, 12 m Rad fährt oder 8 Treppenstufen steigt



#### 1 Megajoule ( $10^6$ J)

- reicht für ca. 2 Fußball-Länderspiele in Farbe (Fernseher)
- wendet man auf, wenn man 3,5 Stunden gar nichts tut (Grundumsatz)

#### 1 Gigajoule ( $10^9$ J)

- reichen im 4-Personen-Haushalt für Waschen und Trocknen 3 Monate, für Beleuchtung 8 Monate

#### 1 Terajoule ( $10^{12}$ J)

- stecken in 31.000 l Benzin, das im PKW für eine Reise 8 x um die Erde reichen würde
- verschwendet ein schlecht wärmedämmtes Einfamilienhaus in 7 Jahren



#### 1 Petajoule ( $10^{15}$ J)

- repräsentiert ein fußballfeldgroßer Steinkohlehaufen von 6 m Höhe

#### 1 Exajoule ( $10^{18}$ J)

- empfängt die Erde in 6 Sekunden von der Sonne
- ist der gegenwärtige Weltverbrauch an Primärenergie in 21 Stunden

Quelle: nach M. Brockt in mtv, H4, 1985

Station 2 – Energiegrößen

---

Arbeitsblatt 2.3 – Der Wirkungsgrad

An einem Sommertag trifft bei uns auf einen Quadratmeter 0,6 kJ Sonnenenergie pro Sekunde. Die Sonnenstrahlung trifft auf Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von 12 % und einer Gesamtfläche von 9 m<sup>2</sup>

In welcher Zeit kann man eine elektrische Energie von 1kWh gewinnen?

Platz für Notizen

## Station 2 – Energiegrößen

### Arbeitsblatt 2.4 – Das Joule und sein Namensgeber

Mein Name ist Joule, James Prescott Joule.“ Sieht vorn englisch aus und hinten irgendwie französisch. Wen wundert's, dass viele deshalb nicht wissen, wie sie den Herrn ansprechen sollen: Jul, Jaul, Jol, Dschul oder Dschaul? Schlechte Voraussetzungen also für eine physikalische Einheit, die den Namen dieses englischen Naturwissenschaftlers trägt. So tut das Joule sich schwer im Schatten seiner amtlichen Vorgängerin, der Kalorie.

Dabei war es am 1. Januar 2009 schon 31 Jahre her, dass die allseits geschätzte Kalorie im Interesse der internationalen Vereinheitlichung von Maßeinheiten offiziell in den Ruhestand geschickt wurde. Seit 1978 nimmt das Joule ihren Platz ein, in der Energiewirtschaft zum Beispiel bei der Verrechnung von gelieferten Wärmemengen. Dabei gilt die Formel: Eine Kalorie gleich 4,1868 Joule. Auch dieser krumme Umrechnungsfaktor trägt kaum dazu bei, den ungeliebten Neuling bekannter zu machen.

Noch verwirrender wird die Angelegenheit beim Essen. Eine Kalorie – bei Diäten nach wie vor in aller Munde – war in Wirklichkeit eine Kilokalorie, also tausendmal so viel. Volkes Stimme hat die Vorsilbe Kilo immer weggelassen. Der physikalischen Einheit geht es heute ähnlich wie ihrem Namensgeber im neunzehnten Jahrhundert. Obwohl die wissenschaftliche Leistung von James Prescott Joule der berühmteren Zeitgenossen ebenbürtig ist, war er nicht so bekannt.

Joule war daran nicht ganz unschuldig, denn seine Vorträge verbreiteten vor allem Langeweile. Einmal musste sogar ein Forscherkollege im Publikum die anderen Zuhörer darauf aufmerksam machen, dass sie soeben eine Sternstunde der Physik erlebt hatten.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse des verkannten Engländers betrafen vor allem den Zusammenhang zwischen physikalischer Arbeit und Wärme. Heute noch geläufig ist sein Beispiel aus dem Rudersport: Die Reibung der eingetauchten Ruderblätter muss zu einer Erwärmung des Wassers führen, auch wenn die so gering ausfällt, dass sie nicht messbar ist.

In ihrem Mauerblümchendasein steht die Einheit Joule heute nicht allein da. So bietet zum Beispiel auch die offiziell abgeschaffte Pferdestärke dem Kilowatt nach wie vor Paroli: Am Stammtisch hat das neue Auto immer noch 110 PS statt 81 kW. Ob Herrn Joule das trösten würde? Übrigens: Man spricht ihn Dschul.



## Station 2 – Energiegrößen

### Lösungen

#### zu Arbeitsblatt 2.2 – Maßeinheiten

1 Kilo-Joule (kJ)	entspricht eintausend Joule	$10^3$	1 000
1 Mega-Joule (MJ)	entspricht einer Million Joule	$10^6$	1 000 000
1 Giga-Joule (GJ)	entspricht einer Milliarde Joule	$10^9$	1 000 000 000
1 Tera-Joule (TJ)	entspricht einer Billion Joule	$10^{12}$	1 000 000 000 000
1 Peta-Joule (PJ)	entspricht einer Billarde Joule	$10^{15}$	1 000 000 000 000 000
1 Exa-Joule (EJ)	entspricht einer Trillion Joule	$10^{18}$	1 000 000 000 000 000 000

#### zu Arbeitsblatt 2.3 – Der Wirkungsgrad

$$\frac{0,6 \text{ kJ}}{1 \text{ m}^2 \times 1 \text{ s}} = \text{eingestrahlte Energie}$$

$$\frac{0,6 \text{ kJ} \times 9 \text{ m}^2}{1 \text{ m}^2 \times 1 \text{ s}} = 5,4 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = 5400 \text{ Watt}$$

$$5400 \text{ W} \times 0,12 = 648 \text{ W}$$

$$t = \frac{1 \text{ kWh}}{648 \text{ W}} = 1,54 \text{ h}$$

#### zu Arbeitsauftrag „Energiebilanz der Erde“

100% Sonneneinstrahlung

abzügl. 31% Reflexion der Lufthülle

abzügl. 21,7 % Wärmeabstrahlung der Lufthülle

d.h. 47,3% der eingestrahnten Energie werden auf der Erde umgesetzt

#### zu Arbeitsblatt 2.4 – Das Joule und sein Namensgeber

1978 hat die physikalische Einheit Joule offiziell ihren amtlichen Vorgänger, die Kalorie, abgelöst – in der Praxis bis heute mit mäßigem Erfolg.

### Station 3 – Wärmekraftwerke

---

#### Arbeitsaufträge

1. Lies im e-book „Wärmekraftwerke“ das Kapitel „Wie funktionieren Gas- und Kohlekraftwerke“ (Seite 25 bis 30).

[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien

([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_14\\_Waermekraftwerke/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_14_Waermekraftwerke/files/assets/basic-html/index.html#1))

2. Bearbeite die beiliegenden Arbeitsblätter und beantworte die Frage:  
In welchem Anlagenteil findet die Umwandlung in elektrische Energie statt?

#### Zusatzaufgabe

3. Schau Dir auf Youtube den Film „Untertage“ an.

<https://www.youtube.com/watch?v=-LQ7gyPmhy4>

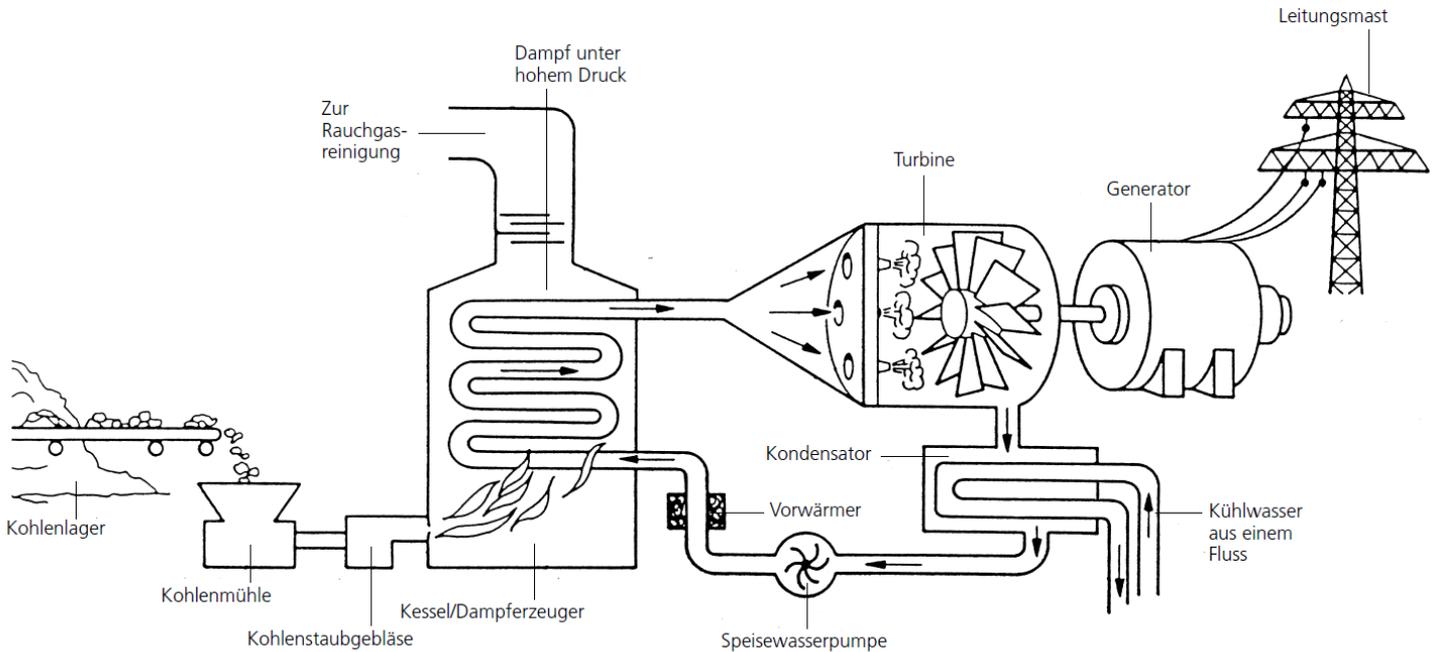
4. Schau Dir auf Youtube den Film „Dampfturbinen selber bauen“ vom SimpleClub an. [https://www.youtube.com/watch?v=1Tz\\_mxFQjGg](https://www.youtube.com/watch?v=1Tz_mxFQjGg)

5. Bearbeite das interaktive Arbeitsblatt Dampferzeugung

<http://www.energie-macht-schule.de/content/waermekraftwerke-vom-dampf-zum-elektrischen-strom>

Station 3 – Wärmekraftwerke

Arbeitsblatt 3.1 – Die Funktionsweise von Wärmekraftwerken



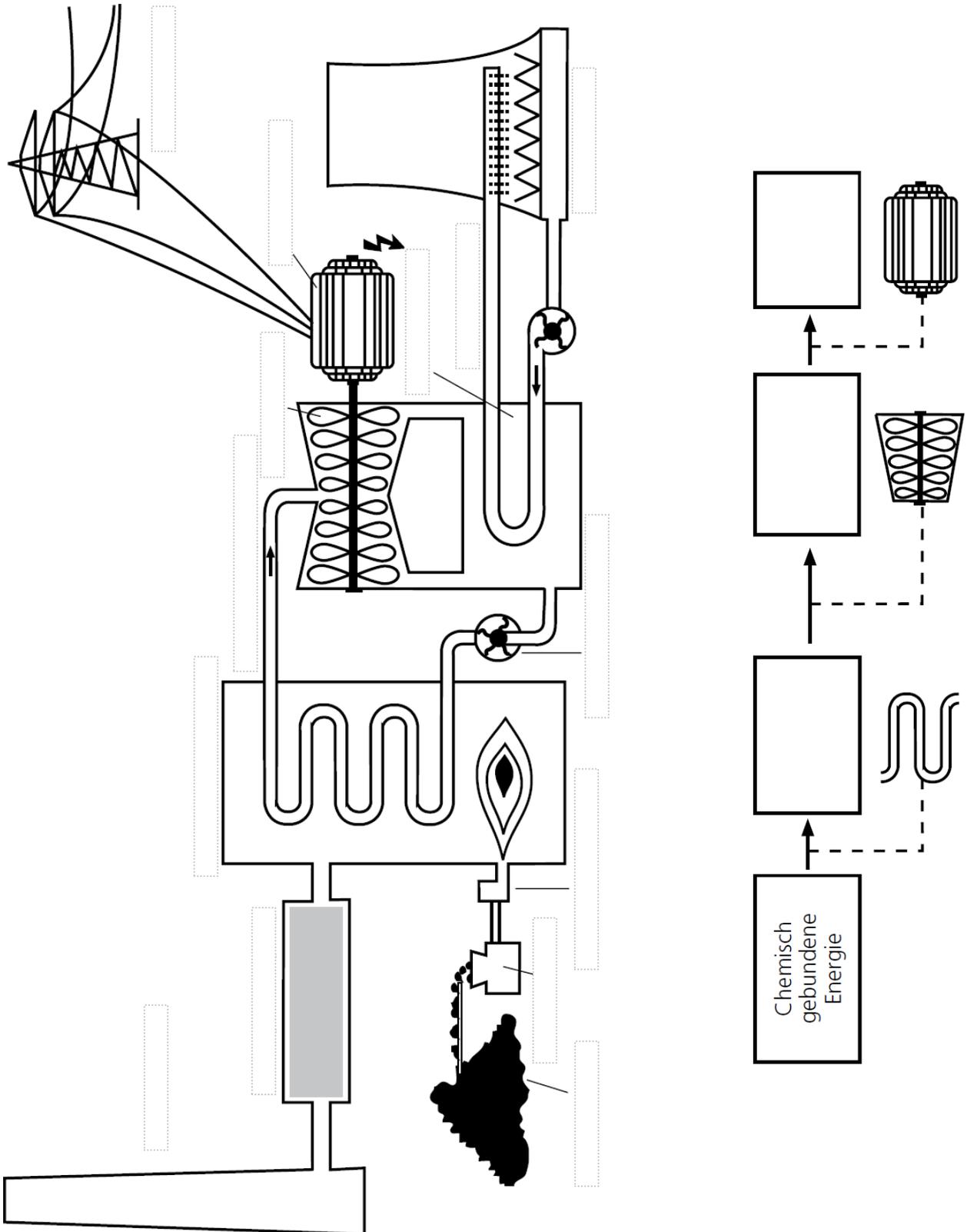
Fülle den Lückentext aus, setze dazu die folgenden Begriffe ein:

- Generator, Turbine, Dampf, Dampferzeuger, Speisepumpe, chemische Energie, Wärmeenergie, Kessel, Wasser, Kondensator, Wärme, Turbine, Generator, Dampf

Kohlekraftwerken wird durch die Verbrennung die im Brennstoff gebundene .....in ..... umgewandelt, Wasser wird verdampft, und dieser ..... treibt die ..... an. Die Drehbewegung der Turbine wird über eine Achse auf den ..... übertragen, der durch Umwandlung der mechanischen Energie elektrische Energie „erzeugt“. Der Vorgang der Umwandlung im Einzelnen: Im ..... wird die Kohle verbrannt und dadurch ..... erzeugt. Diese Wärme wird auf das ..... übertragen, das in Rohrleitungen durch den ..... strömt. Das Wasser verdampft, der überhitzte ..... wird auf die ..... geleitet. Dieser bei hoher Temperatur unter hohem Druck stehende Dampf treibt beim Durchströmen die Flügelräder der Turbine an. An die Turbine angekoppelt ist der ..... der den elektrischen Strom „erzeugt“. Der in der Turbine „abgearbeitete Dampf“ wird im ..... wieder abgekühlt, kondensiert zu Wasser und wird mit Hilfe der ..... in das Rohrnetz des Kessels zurückgepumpt, um dort erneut erhitzt und verdampft zu werden.

Station 3 – Wärmekraftwerke

Arbeitsblatt 3.2 – Wärmekraftwerke als Energiewandler



In Kraftwerken wird elektrische Energie aus anderen Energieformen gewonnen. Beschrifte die wichtigsten Teile in der Skizze. Ergänze die Energieumwandlungskette.

Station 3 – Wärmekraftwerke

---

Arbeitsblatt 3.3 – Wirkungsweise

Erläutere die prinzipielle Wirkungsweise eines Kohlekraftwerkes bei der Energieerzeugung.

Platz für Stichpunkte oder einen eigenen kurzen Text

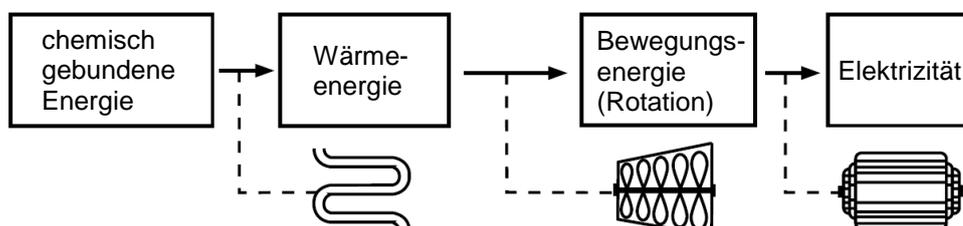
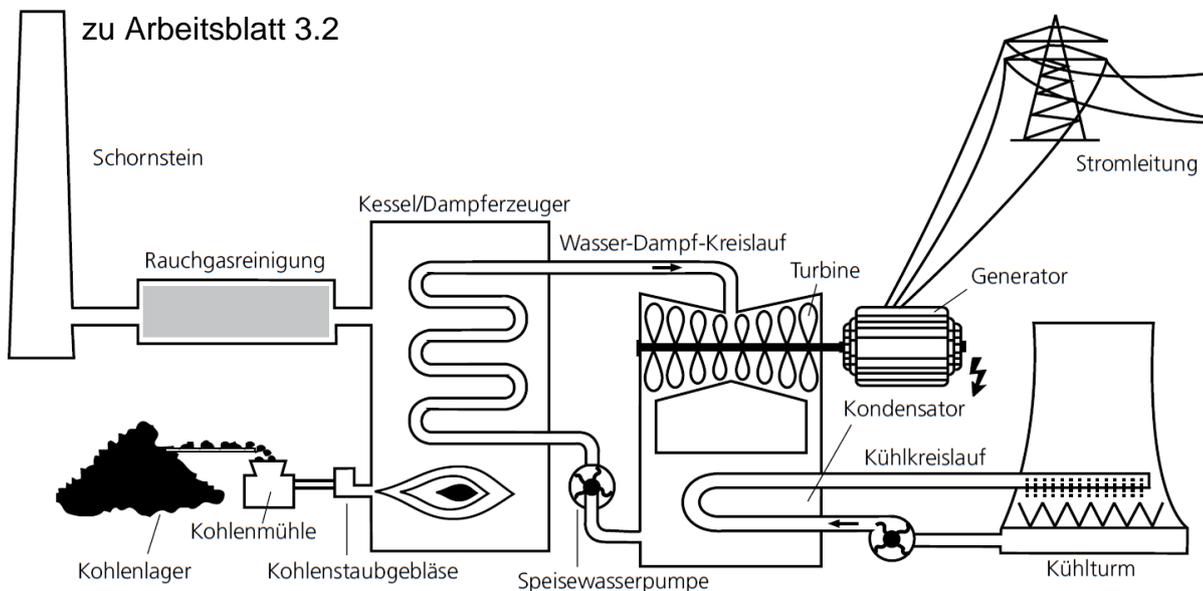
Station 3 – Wärmekraftwerke

Lösungen

zu Arbeitsblatt 3.1

Kohlekraftwerken wird durch die Verbrennung die im Brennstoff gebundene chemische Energie in Wärmeenergie umgewandelt, Wasser wird verdampft, und dieser Dampf treibt die Turbine an. Die Drehbewegung der Turbine wird über eine Achse auf den Generator übertragen, der durch Umwandlung der mechanischen Energie elektrische Energie „erzeugt“.

Der Vorgang der Umwandlung im Einzelnen: Im Kessel wird die Kohle verbrannt und dadurch Wärme erzeugt. Diese Wärme wird auf das Wasser übertragen, das in Rohrleitungen durch den Dampferzeuger strömt. Das Wasser verdampft, der überhitzte Dampf wird auf die Turbine geleitet. Dieser bei hoher Temperatur unter hohem Druck stehende Dampf treibt beim Durchströmen die Flügelräder der Turbine an. An die Turbine angekoppelt ist der Generator der den elektrischen Strom „erzeugt“. Der in der Turbine „abgearbeitete Dampf“ wird im Kondensator wieder abgekühlt, kondensiert zu Wasser und wird mit Hilfe der Speisewasserpumpe in das Rohrnetz des Kessels zurückgepumpt, um dort erneut erhitzt und verdampft zu werden.



## Station 4 – Kraft-Wärme-Kopplung

---

### Arbeitsaufträge

1. Erarbeite Dir anhand des Arbeitsblattes 4.1 das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung.
2. Lies im e-book „Wärmekraftwerke“ das Kapitel „Kraft-Wärme-Kopplung“ (Seite 35 bis 37).

[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien

([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_14\\_Waermekraftwerke/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_14_Waermekraftwerke/files/assets/basic-html/index.html#1))

3. Vollziehe die Beispielrechnung auf Arbeitsblatt 4.2 nach.

### Zusatzaufgaben

Bearbeite das interaktive Arbeitsblatt KWK

<http://www.energie-macht-schule.de/content/interaktives-arbeitsblatt-kraft-waerme-kopplung>

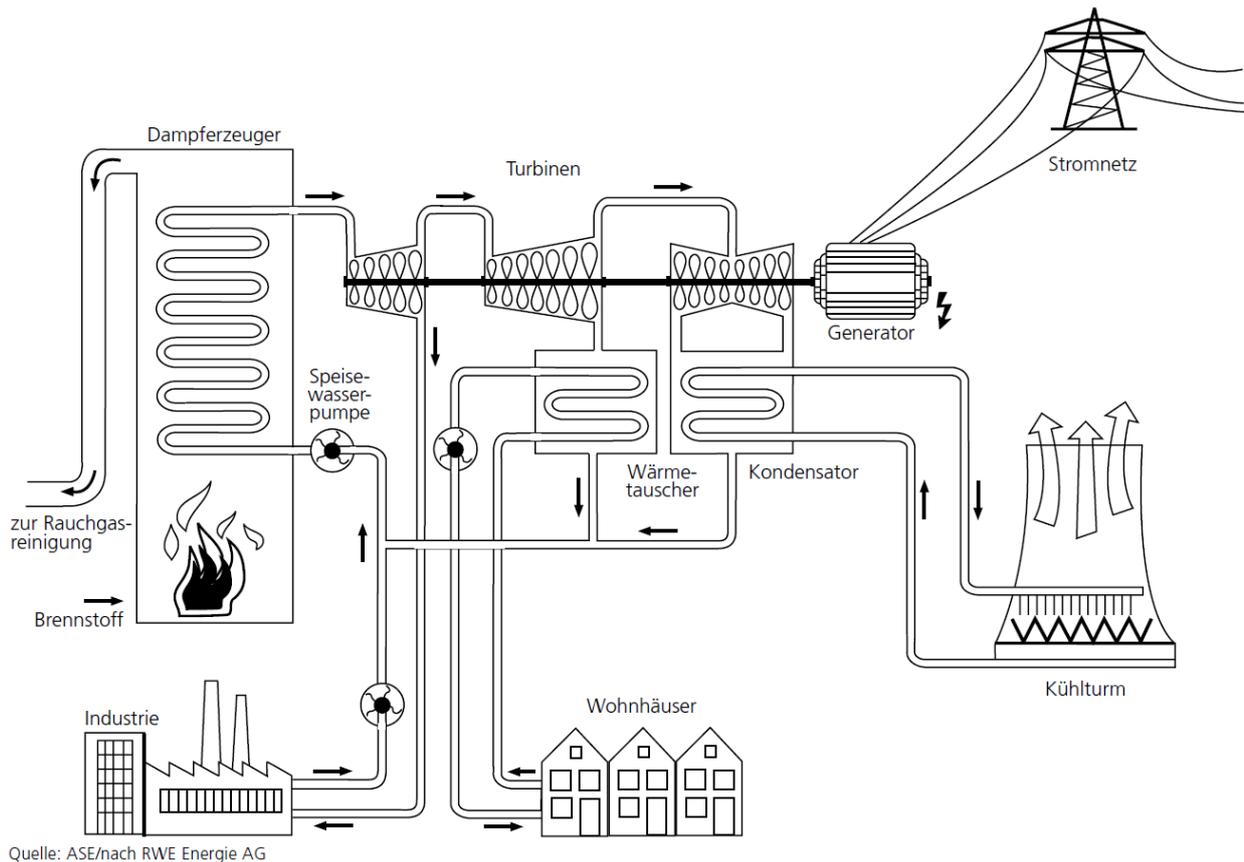
Kläre die folgenden Fragen während einer Kraftwerksexkursion:

- Welcher Unterschied besteht zwischen dem Hauptkondensator und dem Heizkondensator?
- Wie lässt sich ein Heizkraftwerk dem unterschiedlichen Energiebedarf im Sommer und im Winter anpassen?
- Wofür kann im Sommer Fernwärme genutzt werden?

Station 4 – Kraft-Wärme-Kopplung

Arbeitsblatt 4.1 – KWK

In einem herkömmlichen Wärmekraftwerk wird ausschließlich elektrische Energie erzeugt. Ein Heizkraftwerk erzeugt sowohl elektrische Energie als auch Fernwärme.



Beschreibe den Wasser-Dampf-Kreislauf

- wenn das Heizkraftwerk ausschließlich elektrische Energie erzeugt. Was nimmt in diesem Fall die so genannte Abwärme auf?
- wenn das Heizkraftwerk ausschließlich Fernwärme erzeugt. Was nimmt in diesem Fall die so genannte Abwärme auf?

## Station 4 – Kraft-Wärme-Kopplung

---

### Arbeitsblatt 4.2 – Berechnung

#### **Berechnungsbeispiel zur Kraft-Wärme-Kopplung**

In dem nachfolgenden Beispiel wurde in der Berechnung nicht der Wirkungsgrad, sondern der Nutzungsgrad zugrunde gelegt: Der Wirkungsgrad einer Anlage wird in ihrem Bestpunkt gemessen. Er gibt also den Wert an, mit dem die eingesetzte Energie am besten – das ist meist unter Volllast – ausgenutzt wird. Sobald Energiesysteme miteinander verglichen werden, zieht man den Nutzungsgrad heran. Er ist der „Wirkungsgrad“, der über ein ganzes Jahr erzielt wird, und beinhaltet das An- und Abfahren einer Anlage sowie den Teillastbetrieb. Der Nutzungsgrad ist damit der über einen bestimmten Zeitraum erzielte Wirkungsgrad.

Die Gärtnerei Blumenfrisch benötigt im Jahr 450.000 kWh Wärme mit einer Temperatur von 80 °C zur Beheizung der Gewächshäuser. Zudem benötigt Blumenfrisch insgesamt 400.000 kWh Strom. Einen großen Teil des Strombedarfs, nämlich 200.000 kWh, wird auch dann benötigt, wenn die Wärme gebraucht wird.

#### **Es gibt zwei Versorgungsvarianten:**

Bei der Variante 1 stellt Blumenfrisch die Wärme mit einem Ölkessel bereit. Er hat einen Nutzungsgrad von 80 %. Den Strom bezieht das Unternehmen vom Energieversorgungsunternehmen (EVU). Dieses produziert ihn mit einem Kondensationskraftwerk, welches einen Nutzungsgrad von 37 % erzielt.

Bei der Variante 2 ergibt sich die Möglichkeit, dass Blumenfrisch ein Blockheizkraftwerk (BHKW) einsetzt und damit den Strom teilweise und die Wärme komplett selbst erzeugt. Es hat 50 kW elektrische und 70 kW thermische Leistung. Daraus ergibt sich ein elektrischer Nutzungsgrad von 35 % und einen thermischer von 49 %.

Damit an besonders kalten Tagen der Wärmebedarf abgedeckt werden kann, muss zusätzlich ein Heizkessel eingesetzt werden. Dieser stellt die Wärme, die das BHKW nicht erzeugen kann, mit einem Nutzungsgrad von 80 % bereit. Das BHKW macht nur dann energetisch Sinn, wenn Strom und Wärme gleichzeitig genutzt werden.

Station 4 – Kraft-Wärme-Kopplung

Arbeitsblatt 4.2 – Berechnung

Variante 1

$PE_{,Strom}$	400.000 kWh / 0,37	1.081.081 kWh
$PE_{,Wärme}$	450.000 kWh / 0,80	562.500 kWh
<b>Summe</b>	<b><math>PE_{,Strom} + PE_{,Wärme}</math></b>	<b>1.643.581 kWh</b>

Variante 2

$Strom_{,BHKW}$	200.000 kWh	
$Ausnutzungsdauer_{,BHKW}$	200.000 kWh / 50 kW	4.000 h
$Wärme_{,BHKW}$	70 kWh × 4.000 h	280.000 kWh
$PE_{,BHKW}$	200.000 kWh / 0,35	571.429 kWh
$Strom_{,EVU}$	400.000 kWh – 200.000 kWh	
$PE_{,Strom\ EVU}$	200.000 kWh / 0,37	540.540 kWh
Wärme Heizkessel	450.000 kWh – 280.000 kWh	170.000 kWh
$PE_{,Wärme}$	170.000 kWh / 0,80	212.500 kWh
<b>Summe</b>	<b><math>PE_{,BHKW} + PE_{,Strom\ EVU} + PE_{,Wärme}</math></b>	<b>1.324.469 kWh</b>

Die Variante 2 mit dem BHKW ist primärenergetisch für Blumenfrisch die beste Lösung. Es stellt sich ein Vorteil von rund 20% ein.

## Station 5 – Kraftwerkskomponenten

---

### Arbeitsaufträge

1. Arbeite online mit dem Lexikon „Energiewelten“. Erarbeite Dir mit dem Kompendium die wichtigsten Komponenten eines Heizkraftwerkes.

Benutze dazu folgende Verknüpfungen:

- Wärmekraft
    - Verbrennungskraftwerk
    - Dampferzeugung
    - Kessel
    - Benson-Kessel
  - Rauchgasreinigung
    - Schadstoff in den Rauchgasen
    - Dampfturbine
    - Ausführungen
  - Generator
    - Kraftwerksgeneratoren
  - Kondensator
  - Kühlturm
    - Naturzug-Nasskühlturm
2. Wiederhole gegebenenfalls im e-book „Wärmekraftwerke“ das Kapitel „Wie funktionieren Gas- und Kohlekraftwerke“ (Seite 25 bis 30).

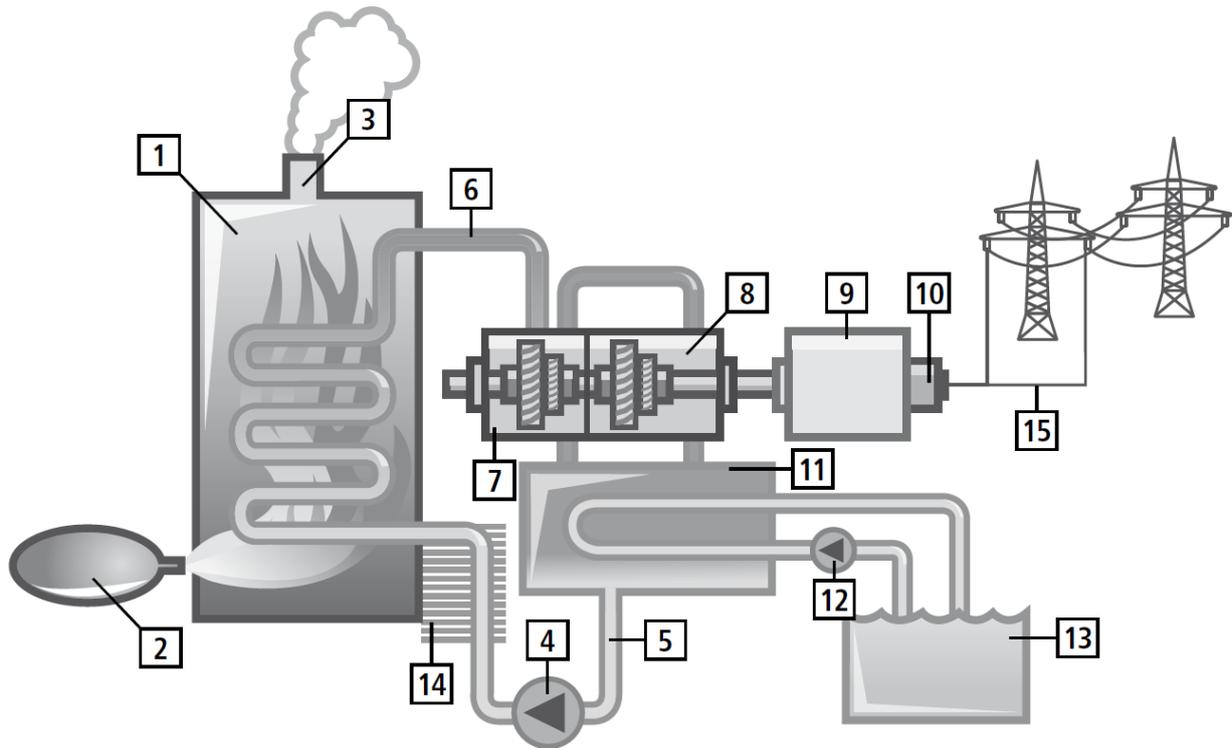
[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien

([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_14\\_Waermekraftwerke/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_14_Waermekraftwerke/files/assets/basic-html/index.html#1))

3. Beschrifte die Skizze auf Arbeitsblatt 5.1.

Station 5 – Kraftwerkskomponenten

Arbeitsblatt 5.1 – Prinzip-Skizze



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Station 5 – Kraftwerkskomponenten

---

Lösungen zu Arbeitsblatt 5.1

1	Kessel / Brennkammer
2	Feuerung / Brenner
3	Rauch- und Abgasabzug
4	Speisewasserpumpe
5	Speisewasser
6	Heißdampf
7	Hochdruckturbine
8	Niederdruckturbine
9	Generator
10	Energiemaschine
11	Kondensator
12	Kühlwasserpumpe
13	Kühlwasser
14	Vorwärmer
15	Leitungen zum Stromnetz

## Der Kraftwerksbesuch

Eine Betriebserkundung muss im Unterricht sorgfältig vor- und nachbereitet werden. Die Vorbereitung muss einerseits auf physikalisch-technischer Ebene erfolgen – bestimmte elektrische Maßeinheiten und Größenordnungen sowie die Grundlagen des Kraftwerksprozesses sollten den Schülerinnen und Schülern auf jeden Fall bekannt sein.

Zum anderen ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler für die Begegnung mit der betrieblichen Realität über einen geeigneten Leitfaden verfügen. Hier hat sich ein Fragen- und Aufgabenkatalog bewährt, der im vorbereitenden Unterricht von den Schülern selbst erarbeitet wird. Im Kraftwerk kann ein solcher Katalog den Schülern helfen, mit offenen Augen und aktiver Fragestellung an die Dinge heranzugehen. Zwei bis drei vorbereitete Fragen pro Arbeitsgruppe garantieren eine lebhaft und zielgerichtete Veranstaltung.

### **Folgende fachliche Grundlagen sollten bekannt sein:**

#### • Elektrische Grundgrößen und Maßeinheiten

- Spannung (Volt)
- Stromstärke (Ampère)
- Leistung (Watt)
- Arbeit/Energie (kWh)

#### • Größenordnungen elektrischer Leistung

– LED .....	6 W
– Bügeleisen .....	1000 W
– Wäschetrockner .....	3 kW
– Windkraftanlage .....	2,5 MW
– Heizkraftwerk .....	100 MW
– Kohlekraftwerk .....	600 MW
– Kernkraftwerk .....	1.300 MW

- Größenordnungen elektrischer Energie
  - 100-W-Glühlampe verbraucht in 10 Stunden.....1 kWh
  - Durchschnittlicher Jahresverbrauch eines 3-Personen-Haushalts... 3600 kWh
  - Jahresproduktion eines 600-MW-Kohlekraftwerkes.....5 Mrd. kWh
- Kraftwerksprozess
  - Energieformen und Energieumwandlung
  - Funktionsprinzip von Turbine, Generator, Transformator

### **Fragen- und Aufgabenkatalog**

Bei der unterrichtlichen Entwicklung von Fragen und denkbaren Erkundungs-aufgaben sollte darauf geachtet werden, dass die Schülerinnen und Schüler genügend Zeit haben, sich mit den verschiedenen Aspekten des Erkundungs-objektes Kraftwerk aktiv zu befassen. Von der Arbeit mit von der Lehrkraft vorformulierten Erkundungsfragen ist abzuraten, da sich die Schüler mit einem solchen in der Regel nur wenig identifizieren.

Im folgendem sind sechs Bereiche aufgeführt, zu denen sich Fragen und Erkundungsaufgaben (z. B. das Anfertigen von Skizzen oder Fotos) entwickeln lassen. Es bietet sich an verschiedene Arbeitsgruppen zu bilden, die sich jeweils einem der Bereiche widmen. Unterschiedliche Interessen der Schülerinnen und Schüler können dabei berücksichtigt werden.

- Rohstoffversorgung
  - Herkunft, Transportwege und Beschaffenheit der eingesetzten Kohle
  - Kosten heimischer oder importierter Kohle
  - Vorratshaltung, Kohleaufbereitung
- Energieumwandlungsprozess
  - Funktion und technische Daten der Anlagenkomponenten
  - Kühlkreislauf, Kühlwasseraufbereitung, Kühlwassermenge
  - Umweltschutz
  - Luftschadstoffe, Anlagen zur Rauchgasreinigung

- Gewässerschutz, Lärmschutz
- Reststoffe und deren Beseitigung
  
- Kraftwerkssteuerung
  - Ausstattung und Aufgaben der Leitzentrale
  - Kontrollmechanismen, Anlagensicherheit
  - Stromproduktion und Stromverteilung
  - Kraftwerksleistung, Einsatzzeiten
  - Tages- und Jahresproduktion, Lastkurve
  - Technische Voraussetzungen der Stromfortleitung; Freiluftschaltanlagen; Hochspannungsleitungen; Verbundnetz
  
- Arbeitsplatz Kraftwerk
  - Berufe und Berufsausbildung
  - Anforderungsprofile von Arbeitsplätzen, Fortbildungsmöglichkeiten
  - Mitarbeiterstruktur, Einzugsgebiet
  - Entlohnung, soziale Leistungen

### **Nachbereitung**

Die unterrichtliche Nachbereitung hat das Ziel, die eingeholten Informationen zu ordnen, auszuwerten und gegebenenfalls zu vertiefen. Hierzu können mündliche oder schriftliche Berichte dienen, die bei einem arbeitsteiligen Vorgehen jeweils gruppenweise erstellt und im Plenum vorgetragen werden. Eine anschauliche Verwertung der gesammelten Skizzen und Fotografien, ist das Zusammenfügen der einzelnen Kraftwerkskomponenten auf einer Wandzeitung im Klassenraum.

### **Terminplanung**

Die Kraftwerkserkundungen sind beliebt und sollten sich natürlich möglichst nahtlos in den Unterrichtsverlauf einfügen. Wenden sie sich deshalb frühzeitig zwecks einer Terminabsprache an das Energieversorgungsunternehmen, dessen Kraftwerk sie besichtigen wollen.

## Station 6 – Wasserkraft

---

### Arbeitsaufträge

1. Lies im e-book „Erneuerbare Energien“ das Kapitel „Wasserkraft“ (Seite 39 bis 41) und mach Dir auf Arbeitsblatt 6.1 Notizen.  
[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien  
([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_15\\_Erneuerbare\\_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_15_Erneuerbare_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1))
2. Ergänze auf Arbeitsblatt 6.2 die Energieumwandlungskette für ein Speicherkraftwerk.
3. Ergänze auf Arbeitsblatt 6.3 die Bezeichnungen und Einsatzbereiche der verschiedenen Wasserkrafttypen.
4. Notiere Dir die Vor- und Nachteile der Wasserkraft.

### Zusatzaufgabe

5. Ergänze auf Arbeitsblatt 6.4 „Turbinenarten“ die fehlenden Begriffe.
6. Vollziehe die Rechnung zur Energie des Wassers auf Arbeitsblatt 6.5 nach.
7. Schau Dir bei Youtube den Film „Aus Wasserkraft Strom erzeugen“ an.  
<https://www.youtube.com/watch?v=owy2hjpOjlo>

Station 6 – Wasserkraft

---

Arbeitsblatt 6.1 – Wasserkraftwerksarten

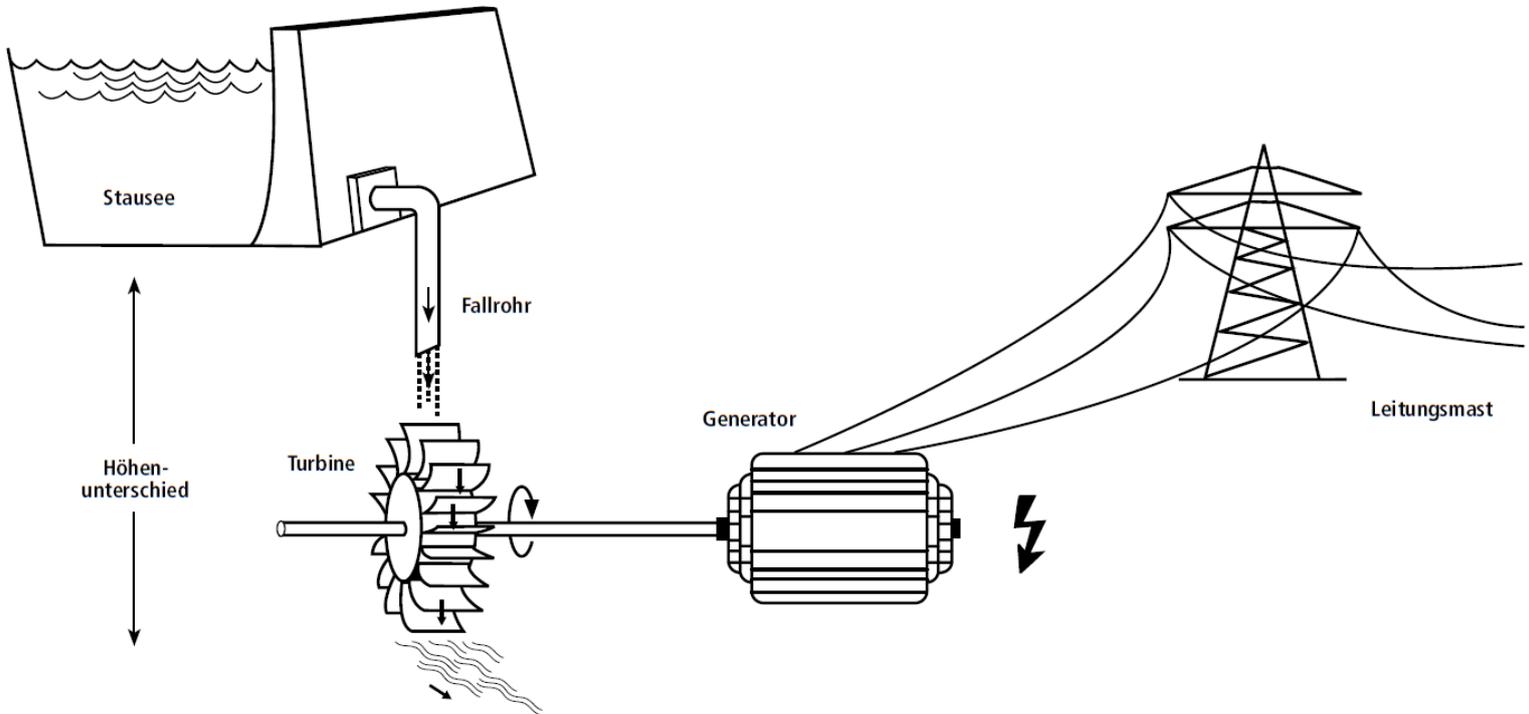
Notiere Dir zu den verschiedenen Wasserkraftarten die wesentlichen Merkmale.

Laufwasserkraftwerke	Gefälle	
	Wassermenge	
	Einsatzbereich	
Speicherwasserkraftwerke	Gefälle	
	Wassermenge	
	Einsatzbereich	
Pumpspeicherwasserkraftwerke	Gefälle	
	Wassermenge	
	Einsatzbereich	

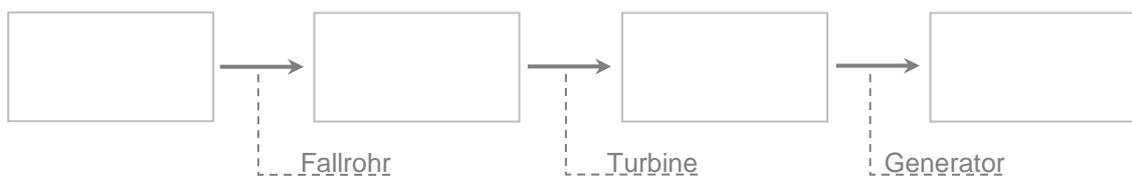
Station 6 – Wasserkraft

Arbeitsblatt 6.2 – Energieumwandlungskette

Beispiel: Speicherwasserkraftwerk



1. Welche Energieumwandlung findet statt?

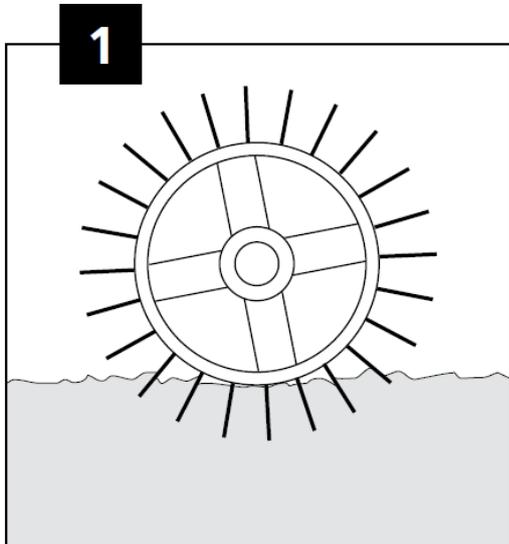


2. Bilde eine Energieumwandlungskette für ein Laufwasserkraftwerk.

Station 6 – Wasserkraft

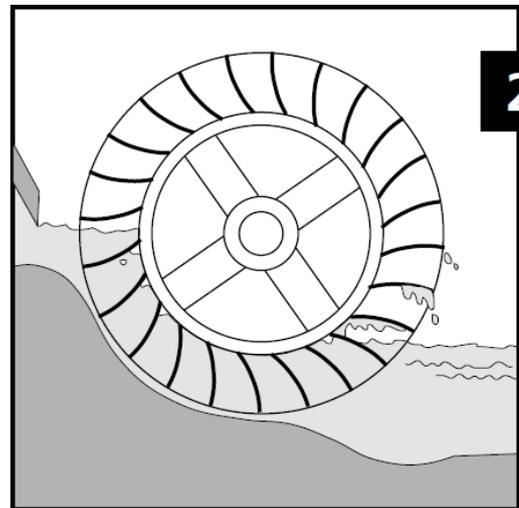
Arbeitsblatt 6.3 – Entwicklung des Wasserrades als Vorläufer der heutigen Turbine

Ordne die Texte den richtigen Wasserrädern zu.



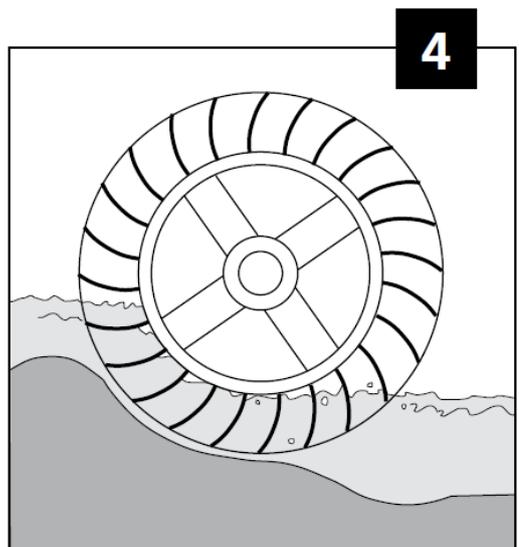
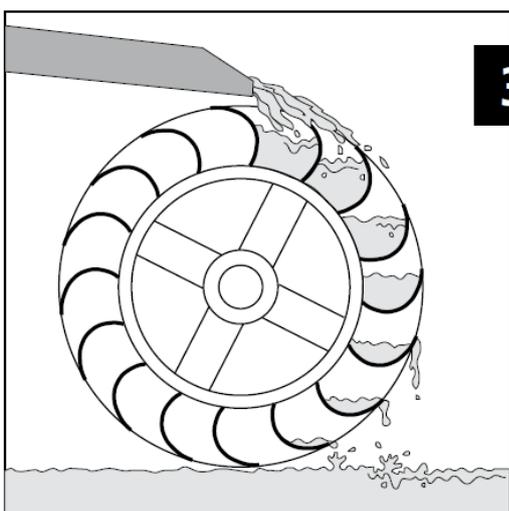
Beim **mittelschlächtigen Wasserrad** wird in erster Linie die Schwerkraft genutzt. Der Wirkungsgrad verbessert sich jedoch, wenn durch geschickte Gestaltung des Einlaufs die Geschwindigkeit des Wassers erhöht wird.

Das **oberflächige Wasserrad** nutzt vorwiegend die Lageenergie des Wassers aus (Reaktionsprinzip).



Das vorherrschende Antriebsprinzip beim **unterschlächtigen Wasserrad** ist die Bewegungsenergie, doch auch die Schwerkraft ist nicht zu vernachlässigen.

Die ursprüngliche Form des Wasserrads, das **Stoßrad**, nutzte ausschließlich die Bewegungsenergie des Wassers (Aktionsprinzip).



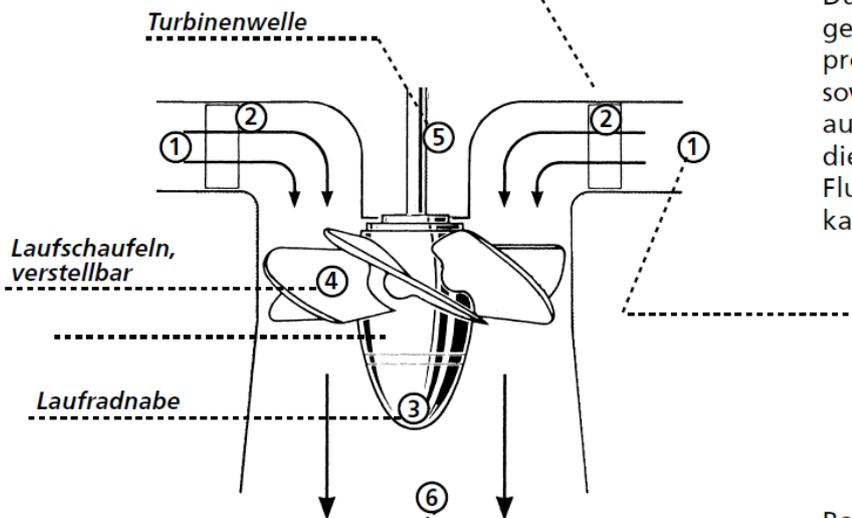
Quelle: ASE/nach Infel, Zürich

Station 6 – Wasserkraft

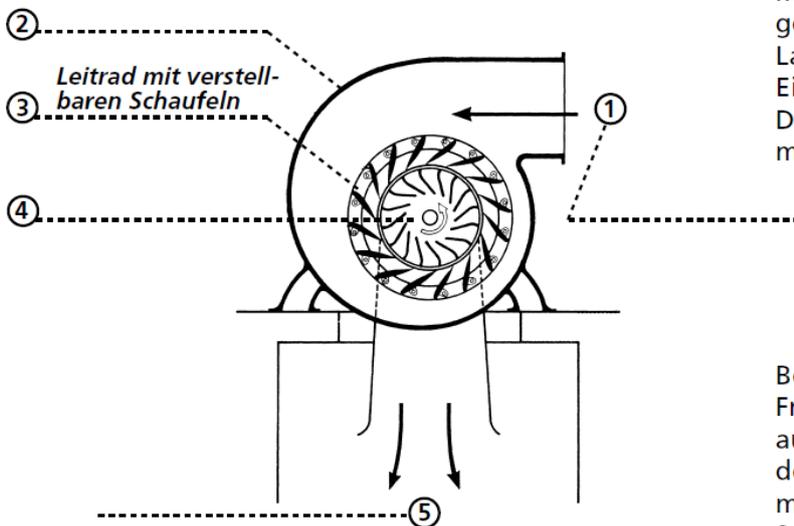
Arbeitsblatt 6.4 – Turbinenarten

Ergänze die Abbildungen jeweils um die Begriffe:  
Gehäuse, Laufrad, Wasserzufluss, Wasserabfluss

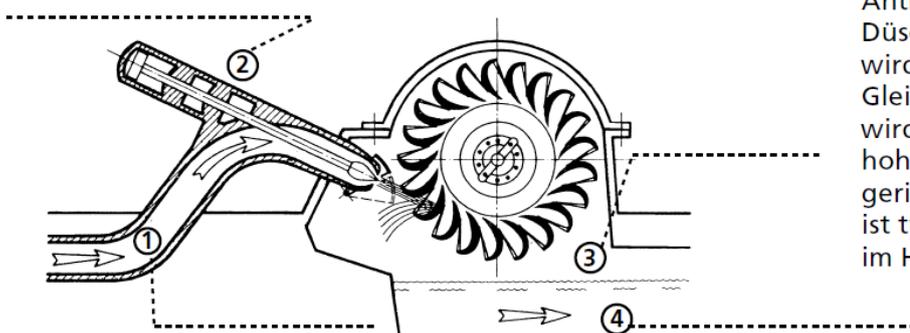
Leitapparat mit verstellbaren Schaufeln



Für geringe Wasserdrücke bei großen Durchflüssen ist die **Kaplan-turbine** geeignet, deren Laufrad einem Schiffspropeller gleicht. Bei ihr lassen sich sowohl die Schaufeln des Laufrads als auch die des Leitwerks verstellen, sodass die Turbinenleistung an das schwankende Flusswasserangebot angepaßt werden kann.



Bei der **Francisturbine** wird das Wasser durch ein feststehendes „Leitrad“ mit verstellbaren Schaufeln auf die gegenläufig gekrümmten Schaufeln des Laufrads gelenkt. Da das Wasser vor dem Eintritt in die Turbine unter höherem Druck steht als nach dem Austritt, spricht man auch von einer Überdruckturbine.



Bei der **Pelton-turbine** (auch Freistrahlturbine genannt) wird ausschließlich die Bewegungsenergie des Wassers genutzt, das aus einer oder mehreren Düsen auf die becherförmigen Schaufeln des Laufrads trifft. Da das Antriebswasser nach dem Austritt aus der Düse auf Umgebungsdruck entspannt wird, spricht man auch von einer Gleichdruckturbine. Die Pelton-turbine wird in Wasserkraftwerken mit sehr hohen Fallhöhen bei vergleichsweise geringen Wassermengen eingesetzt. Sie ist typisch für Speicherwasserkraftwerke im Hochgebirge.

## Station 6 – Wasserkraft

---

### Arbeitsblatt 6.5 – Energie des Wassers

Die potenzielle Energie  $E$  von Wasser hängt in erster Linie von seiner Fallhöhe ab.

Um die „gespeicherte Energie“ zu berechnen, gilt:

$$E = g \times m \times h$$

$m$  = Wassermenge (kg)

$h$  = Höhendifferenz

$g$  = Erdbeschleunigung (Fallgeschwindigkeit = 9,81 m/s<sup>2</sup>)

Mit Hilfe dieser Formel lassen sich mechanische Kraftwerksleistungen theoretisch errechnen und mit der elektrischen Kraftwerksleistung vergleichen, um den Wirkungsgrad einer Anlage zu bestimmen.

#### Aufgabe 1

- Rechne aus, wie viel Energie eine mit 180 Litern gefüllte Badewanne besitzt, wenn sie sich auf einer Höhe von 1.000 Metern befindet.
- Rechne diesen Wert in Kilowattstunden um. Es gilt 1 kWh = 3.600.000 Ws.
- Zähle die Gesamtleistung aller Glühlampen in Deinem Klassenzimmer zusammen. Wie lang könnte man mit dieser Energie die Glühlampen dort jeweils brennen lassen.

#### Aufgabe 2

- Berechne, wie viel Liter Wasser bei einem Wasserkraftwerk notwendig sind, um eine Kilowattstunde an elektrischer Energie zu erzeugen, und zwar
  - in einem Speicherwasserkraftwerk bei einer Fallhöhe von 1000 Metern
  - in einem Laufwasserkraftwerk bei einer Fallhöhe von 10 Metern
  - in einem Laufwasserkraftwerk bei einer Fallhöhe von 1 Meter

Eine Kilowattstunde (kWh) entspricht 3.600.000 Wattsekunden (Ws)

Station 6 – Wasserkraft

Lösungen

**Arbeitsblatt 6.1 – Wasserkraftwerksarten**

Laufwasserkraftwerke	Gefälle:	klein
	Wassermenge:	klein bis groß
	Einsatzbereich:	arbeitet das ganze Jahr, Grundlastversorgung
Speicherwasserkraftwerke	Gefälle:	groß
	Wassermenge:	klein
	Einsatzbereich:	leicht regulierbar, Spitzenbedarfsdeckung
Pumpspeicherwasserkraftwerke	Gefälle:	groß
	Wassermenge:	klein
	Einsatzbereich:	leicht regulierbar, Spitzenbedarfsdeckung

**Arbeitsblatt 6.2 – Energieumwandlungskette**

**Frage 1**

- 1 = Lageenergie (potenzielle Energie)
- 2 = Bewegungsenergie
- 3 = Bewegungsenergie
- 4 = elektrische Energie

**Frage 2**

Es findet prinzipiell die gleiche Energieumwandlung statt, lediglich die nutzbare Fallhöhe des Wassers – und damit die Lageenergie – ist geringer als bei Speicherwasserkraftwerken und kann mit der Bewegungsenergie des strömenden Wassers gleichgesetzt werden.

Energieumwandlungskette eines Laufwasserkraftwerks

Bewegungsenergie des strömenden Wassers – Turbine – Drehbewegungsenergie – Generator – Elektrische Energie

### zu Arbeitsblatt 6.3 – Entwicklung des Wasserrades als Vorläufer der heutigen Turbine

Abbildung 1 = Stoßrad

Abbildung 2 = mittelschlächtiges Wasserrad

Abbildung 3 = ober Schlächtiges Wasserrad

Abbildung 4 = unter Schlächtiges Wasserrad

### zu Arbeitsblatt 6.4 – Turbinenarten

Kaplanturbine 1 = Wasserzufluss, 6 = Wasserabfluss

Francisturbine 1 = Wasserzufluss, 2 = Gehäuse, 4 = Laufrad, 5 = Wasserabfluss

Pelton-turbine 1 = Wasserzufluss, 2 = Gehäuse, 3 = Laufrad, 4 = Wasserabfluss

### zu Arbeitsblatt 6.5 – Energie des Wassers

#### Aufgabe 1

$180 \times 10 \times 1.000 = 1.800.000 \text{ Ws}$

$1.800.000 : 3.600.000 = 0,5 \text{ kWh}$

z. B. Gesamtleistung aller Glühbirnen 1.280 Watt = 1,28 kW

Brenndauer:  $0,5 \text{ kWh} : 1,28 \text{ kW} = 0,4 \text{ Stunden} = 24 \text{ Minuten}$

#### Aufgabe 2

$E = g \times m \times h$ , daraus folgt  $m = \frac{E}{g \times h}$

Es sind jeweils 360, 36.000, 360.000 Kilogramm bzw. Liter nötig, um 1 kWh zu erzeugen.

## Station 7 – Windkraft

---

### Arbeitsaufträge

1. Lies im e-book „Erneuerbare Energien“ das Kapitel „Funktionsweise Windkraft“ (Seite 26) durch und schau Dir auf Arbeitsblatt 7.1 die Abbildungen zum Aufbau eines Rotors an.

[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien

([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_15\\_Erneuerbare\\_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_15_Erneuerbare_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1))

2. Schau Dir auf Arbeitsblatt 7.2 – „Windgeschwindigkeiten“ die Windskala nach Beaufort an und berechne die mittleren Windgeschwindigkeiten.
3. Betrachte die Windkarte von Deutschland und notiere Dir die Regionen, die sich für eine Windkraftnutzung besonders gut eignen.
4. Lies zur Vertiefung das Kapitel über die Potenziale der Windkraft (Seite 27)

### Zusatzaufgabe

5. Bearbeite das interaktive Arbeitsblatt „Offshore Windparks“

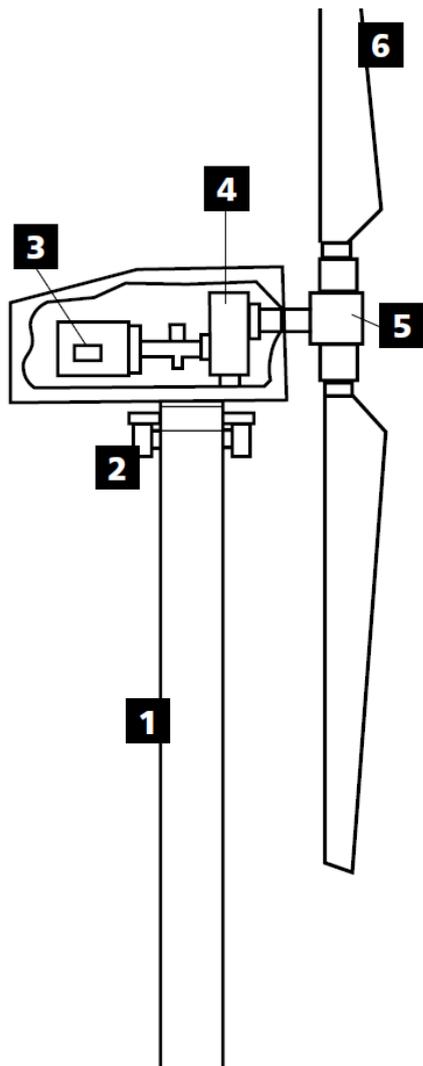
<http://www.energie-macht-schule.de/content/interaktives-arbeitsblatt-offshore-windparks>

6. Schau Dir auf Youtube den Film „Windrad selbst bauen“ vom SimpleClub an.

<https://www.youtube.com/watch?v=pe0Z7V--rU>

Station 7 – Windkraft

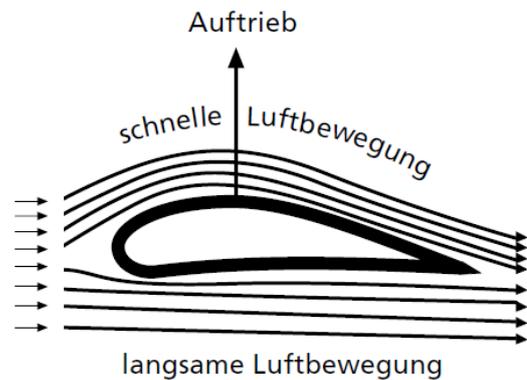
Arbeitsblatt 7.1 – Aufbau eines Zweiblatt-Rotors



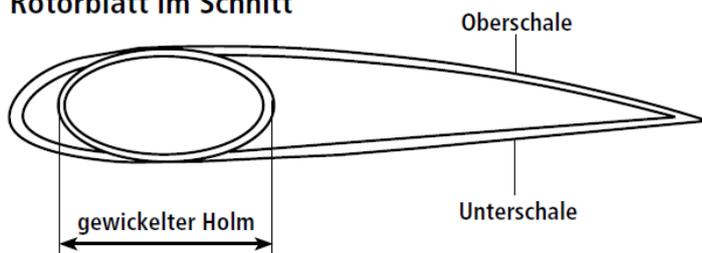
Ordne der Legende die Ziffern zu!

- Rotorblatt
- Übersetzungsgetriebe
- Windrichtungsnachführung
- Generator
- Turm
- Rotornabe mit Rotorblattverstellung

Entstehung des Auftriebs an einem Tragflächenprofil



Rotorblatt im Schnitt



Quelle: ASE/nach HEW AG

Station 7 – Windkraft

Arbeitsblatt 7.2 – Windstärkenskala



Berechne die mittleren Windgeschwindigkeiten der Windstärkenskala in Stundenkilometer.

Windstärken nach Beaufort	Geschwindigkeit in m/s	Geschwindigkeit in km/h
0 Windstille	0 – 0,2	
1 leichter Zug	0,3 – 1,5	
2 leichte Brise	1,6 – 3,3	
3 schwache Brise	3,4 – 5,4	
4 mäßige Brise	5,5 – 7,9	
5 frische Brise	8,0 – 10,7	
6 starker Wind	10,8 – 13,8	
7 steifer Wind	13,9 – 17,1	
8 stürmischer Wind	17,2 – 20,7	
9 Sturm	20,8 – 24,4	
10 schwerer Sturm	24,5 – 28,4	
11 orkanartiger Sturm	28,5 – 32,6	
12 Orkan	über 32,7	

Beispiel:

$$\text{Windstärke 1} = 0,9 \text{ m/s}$$

$$0,9 \times 60 \times 60 = 3240$$

$$3240 \text{ m/h} = 3,24 \text{ km/h}$$

$$\text{Windstärke 1} = 3,24 \text{ km/h}$$

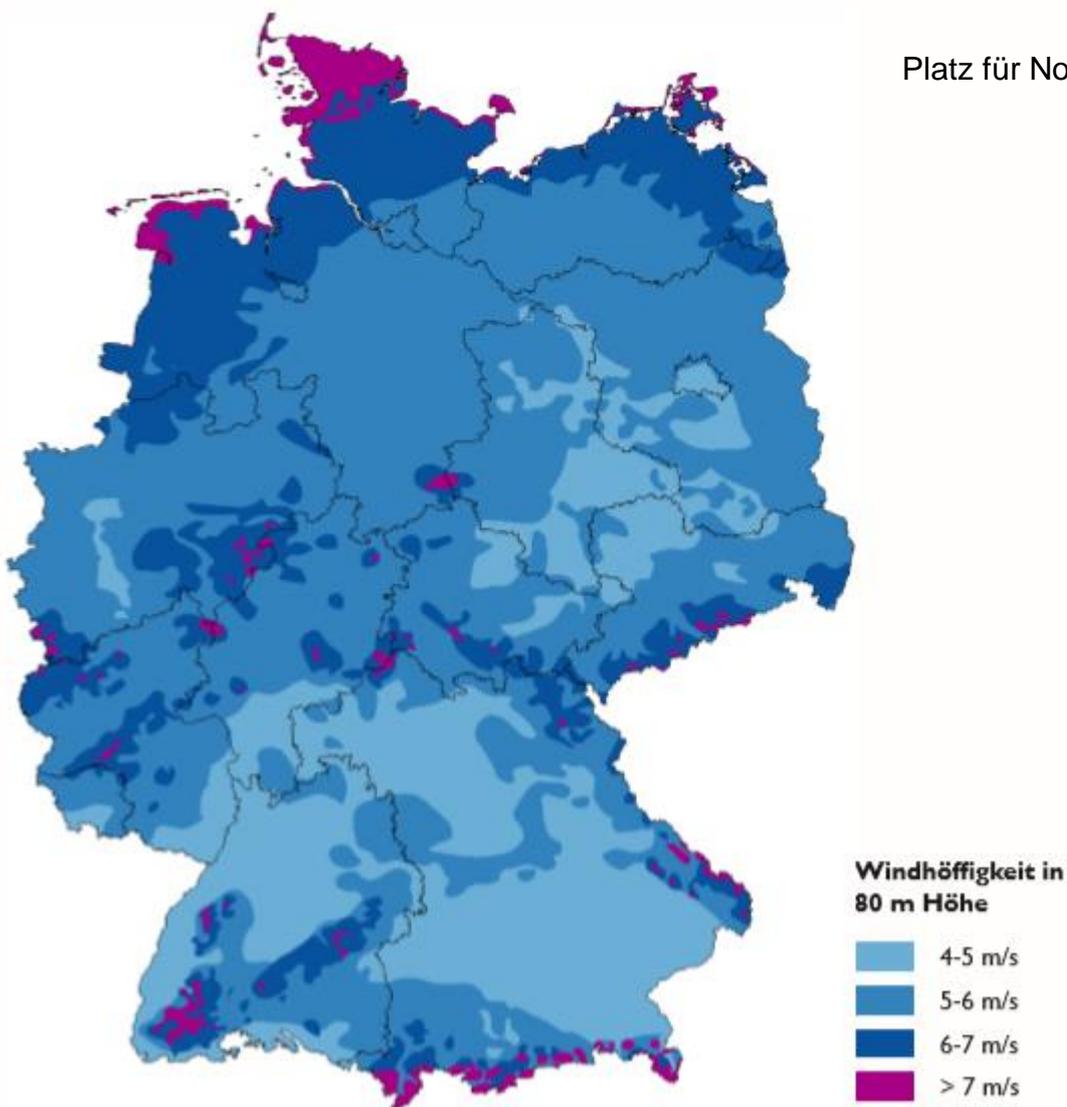
Station 7 – Windkraft

---

Arbeitsblatt 7.3 – Windgeschwindigkeiten in Deutschland

Eine Standortanalyse für die Nutzung von Windenergie in Deutschland erfordert zunächst die Betrachtung der Windverhältnisse. Die sogenannte Windhöffigkeit bezeichnet das durchschnittliche Windaufkommen an einem Standort. Ab 5 m/s durchschnittliche Windaufkommen lässt sich eine Windkraftanlage aktuell wirtschaftlich rentabel betreiben. Auf 10 m Höhe liegen die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten, mit Ausnahme der Küstengebiete, bei unter 5 m/s. Auf 80 m Höhe liegen die Windgeschwindigkeiten bei durchschnittlich 5 m/s. An den Küsten werden sogar über 7 m/s erreicht.

Platz für Notizen



## Station 7 – Windkraft

---

### Lösungen

#### Arbeitsblatt 7.1 – Aufbau eines Zweiblatt-Rotors

- 1 = Turm
- 2 = Windrichtungsnachführung
- 3 = Generator
- 4 = Übersetzungsgetriebe
- 5 = Rotornabe mit Rotorblattverstellung
- 6 = Rotorblatt

#### Rotorblatt im Schnitt

Rotorblätter werden überwiegend aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt. Der Kern dieser Rotorblätter besteht aus einem ovalen Holm, der aus Glasfasermaterial in Verbindung mit einem Kunststoffharz gewickelt ist. Die äußeren Schalen sind aufgeklebt und bestehen aus einem glasfaserverstärkten Laminat von besonders glatter Oberfläche.

#### Auftrieb an einem Tragflächenprofil

Einfache Windräder werden nach dem Widerstandsprinzip angetrieben: Der Wind drückt gegen die Flügelflächen, das Rad kommt in Drehung. Moderne Rotorblätter sind an ihrer Oberseite stärker gewölbt als an ihrer Unterseite. Dieses Profil erhöht die Luftströmung an der Oberseite des Rotorblatts und verlangsamt sie an der Unterseite. Damit bildet sich an der oberen Seite ein Unterdruck, an der unteren Seite ein Überdruck. Durch diese unterschiedlichen Druckverhältnisse werden an dem Profil Auftriebskräfte wirksam, die beim Rotor über eine Nabe in Drehrichtung (Rotordrehmoment) umgesetzt werden.

## Arbeitsblatt 7.2 – Windstärkenskala

Geschwindigkeit in km/h (Mittelwert)

0 = 0,36

1 = 3,24

2 = 8,82

3 = 15,84

4 = 24,12

5 = 33,66

6 = 44,28

7 = 55,80

8 = 68,22

9 = 81,36

10 = 95,22

11 = 109,98

12 = 117,72

## Arbeitsblatt 7.3 – Windgeschwindigkeiten in Deutschland

Auf 10 m Höhe liegen die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten, mit Ausnahme der Küstengebiete, bei unter 5 m/s. Bis auf Teile Bayerns und den östlichen Bundesländern liegen die Windgeschwindigkeiten auf 80 m Höhe bei durchschnittlich 5 m/s. An den Küsten werden sogar über 7 m/s erreicht.

Im gesamten norddeutschen Raum und großen Teilen Ostdeutschlands liegen ausreichend hohe Windgeschwindigkeiten vor. Darüber hinaus sind der Alpenraum und die Mittelgebirge Bayerns und Baden-Württembergs weitere Gebiete, in denen Windanlagen rentabel betrieben werden können.

Ein weiterer wichtiger Faktor beim Betrieb von Windkraftwerken ist die Nabenhöhe. Pro Meter Höhe der Windanlage steigert sich deren Energieertrag um 1%. Da in Höhen jenseits der 80 m auch die Windhöufigkeit ansteigt, sind auch Gebiete Bayerns potentielle Windkraftgebiete.

## Station 8 – Brennstoffzelle

---

### Arbeitsaufträge

1. Frische dein Wissen aus dem Chemieunterricht über die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff, deren Trennung durch die Elektrolyse und die Knallgasreaktion auf.
2. Lies die Einführung auf Arbeitsblatt 8.1 durch und vollziehe die kalte Verbrennung auf der Abbildung nach.
3. Lege Arbeitsblatt 8.1 zur Seite und ergänze die fehlenden Begriffe auf Arbeitsblatt 8.2.
4. Schau Dir auf Youtube den Film „Die Brennstoffzelle“ vom SimpleClub an. (<https://www.youtube.com/watch?v=8EITJNCDSsTY>) und diskutiere in deiner Gruppe die Frage: Welche Verwendungsmöglichkeiten könnte es für die Brennstoffzelle in der Stromversorgung geben?

### Zusatzaufgabe

5. Informiere Dich auf Arbeitsblatt 8.3 über die Wasserstoffgewinnung und Ihre Nutzung und mach Dir Notizen.
6. Arbeitsblatt 8.4 - führe die Elektrolyse in einem Experiment durch.

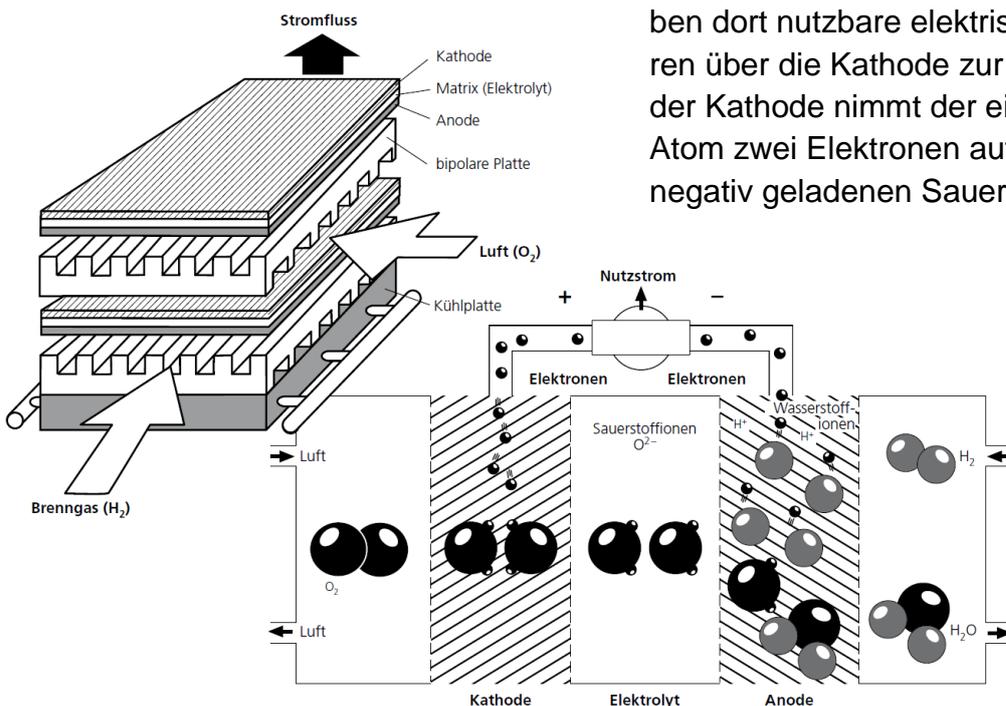
## Station 8 – Brennstoffzelle

### Arbeitsblatt 8.1 - Einführung „Die kalte Verbrennung“

Aus dem Chemieunterricht ist die Elektrolyse bekannt. Hierbei spaltet Strom Wasser in seine Elemente Wasserstoff und Sauerstoff. Die zugeführte elektrische Energie wird dabei in Form chemischer Energie im Wasserstoff gespeichert. In einer Brennstoffzelle läuft der Prozess genau entgegengesetzt zur Elektrolyse ab. Die chemisch gebundene Energie wird nicht, wie beim Wärmekraftprozess, in Wärmeenergie, sondern direkt in elektrische Energie umgewandelt. Man spricht deshalb auch von „kalter Verbrennung“.

Bereits 1839 wurde das Funktionsprinzip der Brennstoffzelle von dem Engländer William Grove zum ersten Mal in die Praxis umgesetzt. Sie besteht im Wesentlichen aus der Anode und der Kathode sowie dem dazwischen angeordneten Elektrolyten. Der Wasserstoff wird der Anode zugeführt. Jedes Wasserstoffatom gibt dort ein Elektron ab und wird dadurch zum positiv geladenen Wasserstoffion. Die abgegebenen

Elektronen fließen in den äußeren Stromkreis, geben dort nutzbare elektrische Energie ab und kehren über die Kathode zur Brennstoffzelle zurück. An der Kathode nimmt der eintretende Sauerstoff je Atom zwei Elektronen auf und wird dadurch zum negativ geladenen Sauerstoffion.



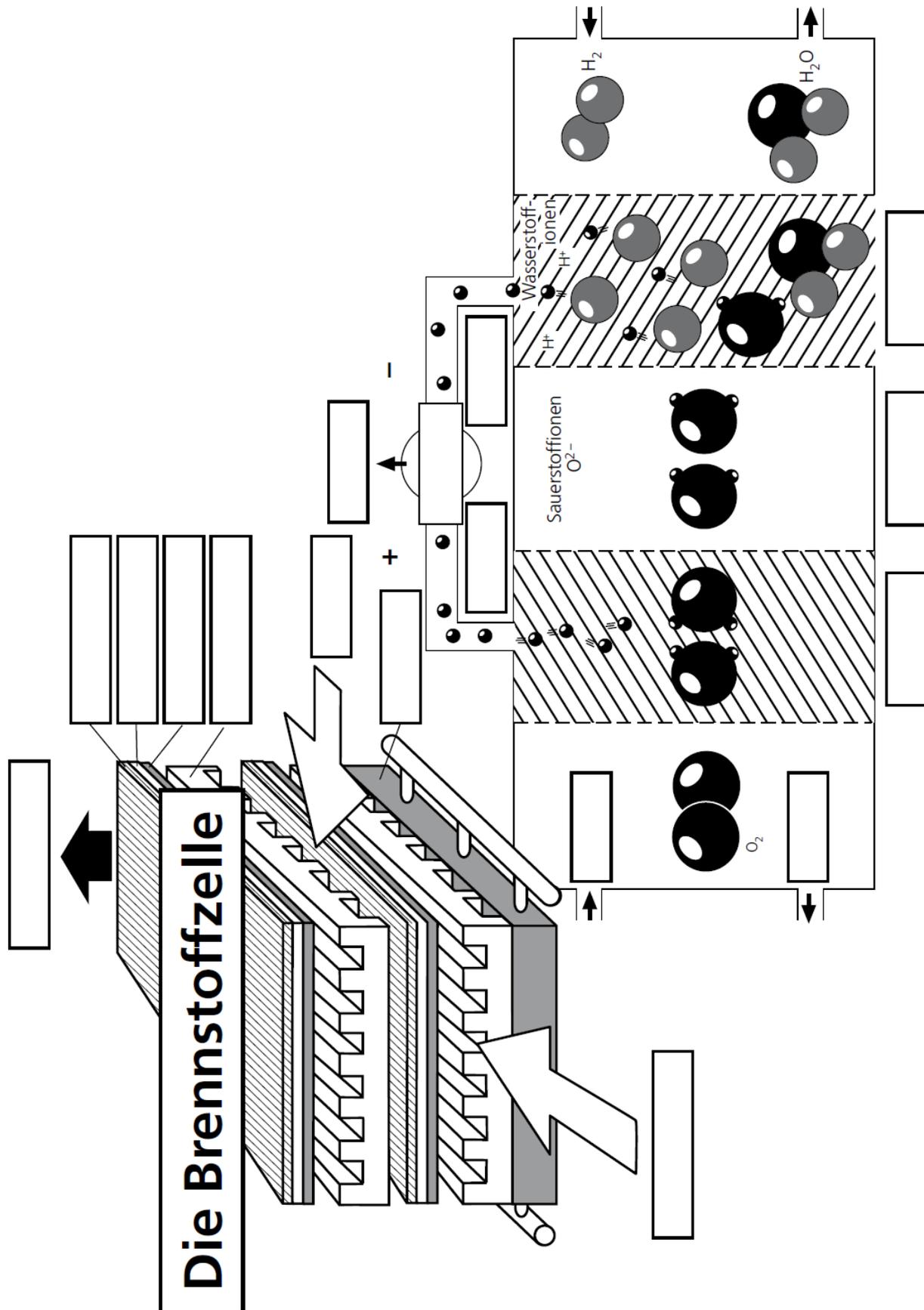
Die Sauerstoffionen wandern durch den Elektrolyten zur Anode, wo sie sich mit jeweils zwei positiv geladenen Wasserstoffionen vereinigen und zu Wasser werden, welches anschließend die Brennstoffzelle verlässt.

Man kann sich die Brennstoffzelle wie eine Batterie vorstellen, an der eine Gleichspannung von theoretisch 1,2 Volt erzeugt wird. Da es in der Brennstoffzelle wie in jedem anderen Stromkreis zu Verlusten kommt, fällt Wärmeenergie als Nebenprodukt an. Deshalb können in der Praxis nur Spannungen zwischen 0,6 und 0,9 Volt erreicht werden.

Will man technisch nutzbare Spannungen erzielen, schaltet man zahlreiche Einzelzellen in Serie. Aus Einzelzellen werden Zellenstapel, so genannte Stacks, sandwichartig aufgebaut, die Spannungen bis etwa 200 Volt erreichen. Ein großer Vorteil der Brennstoffzelle ist ihr hoher Wirkungsgrad. Je nach Typ und Brennstoff kann eine Zelle Wirkungsgrade von 70 bis annähernd 100 % erreichen.

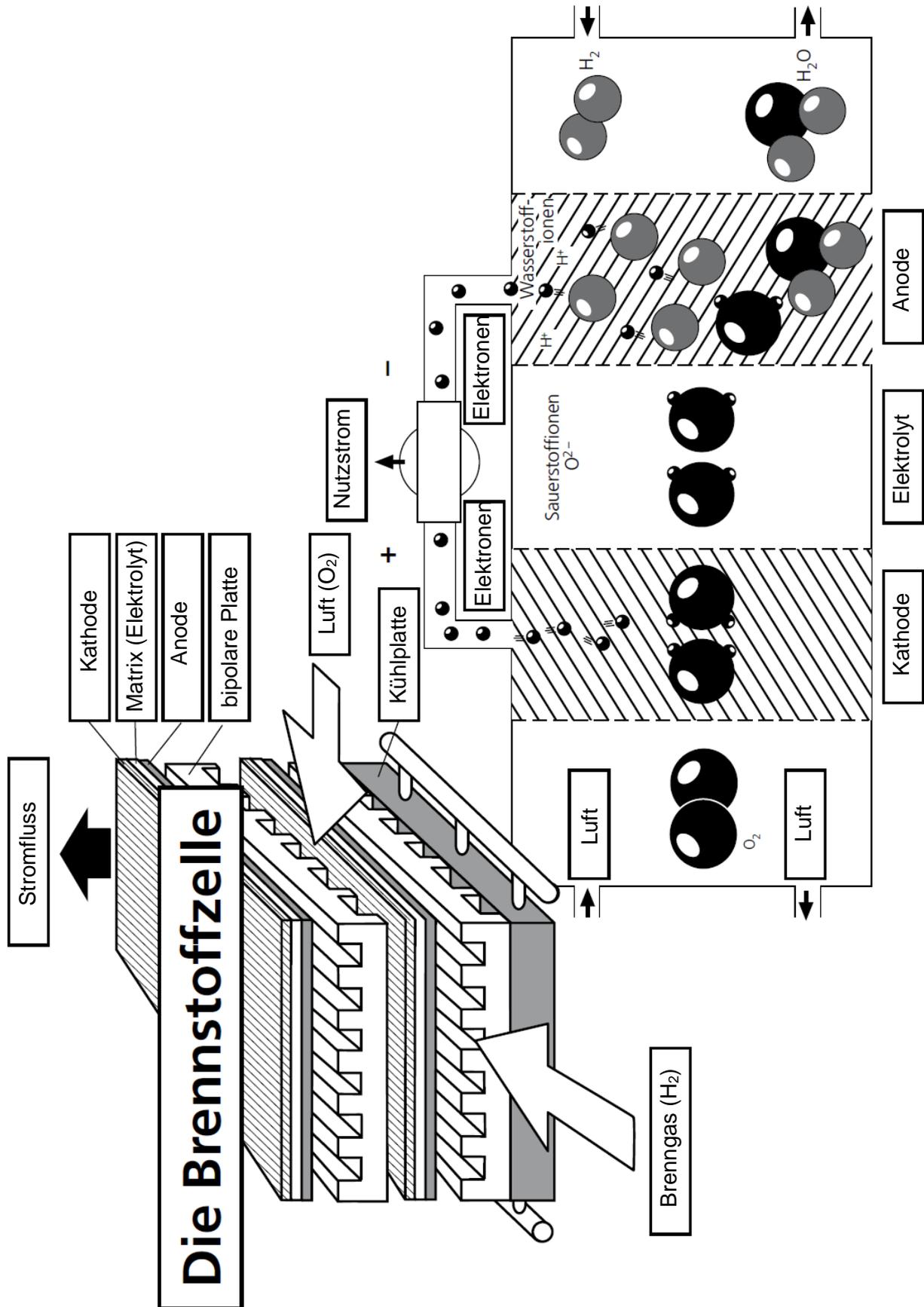
Station 8 – Brennstoffzelle

Arbeitsblatt 8.2 – Funktionsweise der Brennstoffzelle



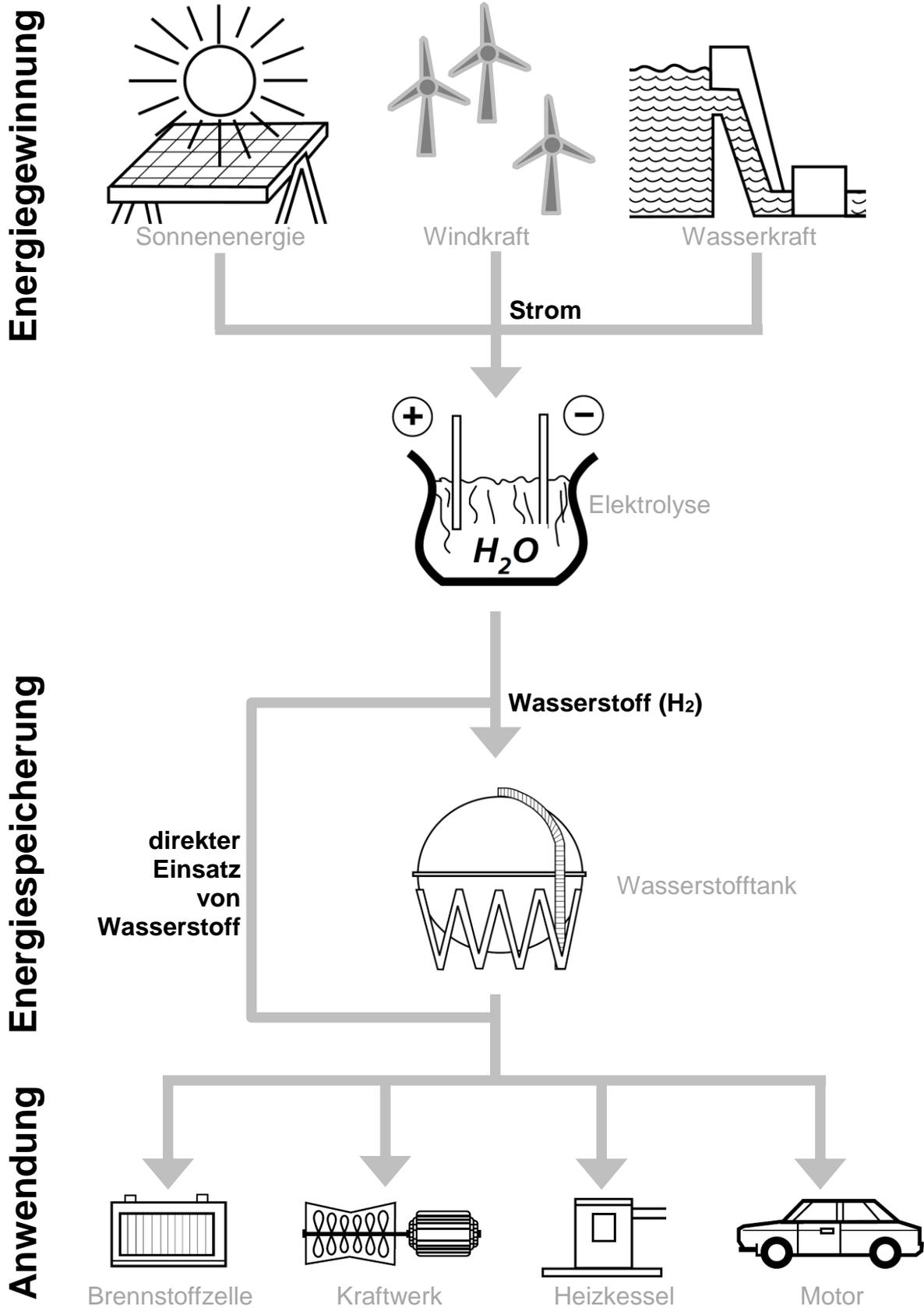
Station 8 – Brennstoffzelle

Lösung zu Arbeitsblatt 8.2 – Funktionsweise der Brennstoffzelle



Station 8 – Brennstoffzelle

Arbeitsblatt 8.3 - Wasserstoffgewinnung



## Station 8 – Brennstoffzelle

---

### Arbeitsblatt 8.4 – Experiment Elektrolyse

#### Elektrolyse

Mit Hilfe von Strom wird Wasser gespalten in Wasserstoff und Sauerstoff. Wasserstoff kann als Energiespeicher genutzt werden – zukünftig für Strom aus Erneuerbaren Energien.

#### Benötigt werden für den Versuch:

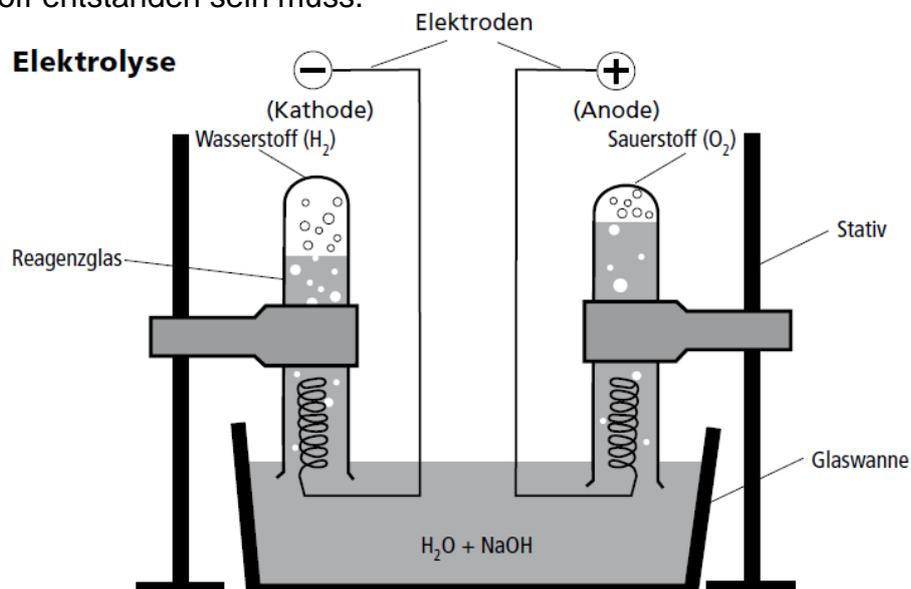
Glaswanne, 2 Stative, 2 Reagenzgläser, Autobatterie bzw. Experimentiertransformator (12-V-Gleichspannung), Nickeldraht, Wasser, Natronlauge

#### Versuchsdurchführung:

Die Glaswanne wird zu Dreiviertel mit Wasser gefüllt und mit etwas Natronlauge versetzt, um die geringe Leitfähigkeit des Wassers etwas zu erhöhen. Zwei nach oben gebogene Nickeldrahtspiralen, die als Elektroden – als positive Anode und negative Kathode – fungieren, werden nun in möglichst weitem Abstand in die Flüssigkeit eingetaucht und deren Enden mit einer 12-Volt-Gleichspannungsquelle verbunden. Über die Nickeldrahtspiralen werden die vollständig mit Wasser gefüllten und an je einem Stativ befestigten Reagenzgläser gestülpt.

#### Beobachtung:

Nachdem der Strom eingeschaltet wurde, kann man in den Reagenzgläsern eine Gasbläschenbildung erkennen mit einem Volumenverhältnis von 2:1, die aufgrund der Zusammensetzung des Wassers ( $\text{H}_2\text{O}$ ) aus 2 Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom Rückschlüsse zulässt, an welcher Elektrode Wasserstoff und an welcher Sauerstoff entstanden sein muss.



## Station 8 – Brennstoffzelle

---

### Arbeitsblatt 8.4 – Experiment Elektrolyse

#### Probe der Reaktionsprodukte

- Glimmspanprobe für den Sauerstoff: Ein glimmender Holzspan wird von oben in das von der Anode kommende Reagenzglas gehalten. Der darin befindliche Sauerstoff lässt ihn hell aufflammen.
- Knallgasprobe für den Wasserstoff: Ein brennender Span wird von unten in das von der Kathode kommende Reagenzglas gehalten. Der darin befindliche Wasserstoff entzündet sich und verbrennt mit einem pfeifenden Knall.

#### Achtung

Strömt beim Abnehmen zu viel Luft in das Reagenzglas, entsteht ein Luft-Wasserstoff-Gemisch, ein sehr explosives Gemisch, das mit einem lauten Knall verbrennt. Deshalb sollte das Glas beim Abnehmen von der Kathode bis zur Probe von unten zugehalten werden.

#### Wasserstoffanwendung

Der bei der Elektrolyse entstandene Wasserstoff ist ein vielfältig einsetzbares Gas. Er kann grundsätzlich in den gleichen Anlagen wie Erdgas transportiert und gelagert werden, er benötigt bei gleichem Druck jedoch das dreifache Volumen für denselben Energieinhalt. Für die Wasserstoff-Lagerung bieten sich u. a. folgende Möglichkeiten an: zylinder- oder kugelförmige Tanks mit einem Fassungsvermögen bis zu mehreren 100.000 m<sup>3</sup> Inhalt für die stationäre Nutzung; für den dezentralen Einsatz transportable Tanks mit bis zu 200 bar Druck, Kryotanks (kryos: Frost, Kälte) für flüssigen Wasserstoff, Metallhydridspeicher (Wasserstoff lagert sich zwischen die Atome der Metalle), chemische Speicher (z. B. geht Toluol mit Wasserstoff Verbindungen ein).

Wasserstoffangetriebene Gasturbinen, Brennstoffzellen, Autos, Feuerungen sind in Kleinserien erprobt. Eine großtechnische Anwendung wird angestrebt.

## Station 9 – Solarenergie

---

### Arbeitsaufträge

1. Lies im e-book „Erneuerbare Energien“ das Kapitel „Sonne“ (Seite 33 - 37) durch.  
[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien  
([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_15\\_Erneuerbare\\_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_15_Erneuerbare_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1))
2. Stelle auf Arbeitsblatt 9.1 die Pro- und Contra-Argumente zur Nutzung von Solarzellen zur Stromerzeugung zusammen und stütze die Argumente mit Fakten aus dem Text.
3. Schau Dir auf Youtube den Film „Wie funktioniert eine Solarzelle?“ von SimpleClub an (<https://www.youtube.com/watch?v=ZFIG4bz0Cfg>) und mach Dir Notizen zur Funktionsweise einer Solarzelle.

### Zusatzaufgabe

4. Vollziehe die Rechnung zum Wirkungsgrad einer Solarzelle auf dem Arbeitsblatt 9.2 – Aufbau einer Solarzelle nach.
5. Bearbeite das interaktive Arbeitsblatt zum Thema „Wirkungsgrade bei Energieumwandlungen“ auf deinem Computer.  
<http://www.energie-macht-schule.de/content/wirkungsgrade-bei-energieumwandlungen>

Station 9 – Solarenergie

---

Arbeitsblatt 9.1 – Pro und Contra

Stelle Pro- und Contra- Argumente zur Nutzung von Solarzellen zusammen und stütze die Argumente mit Fakten aus den Texten.

Pro	
Argumente	Fakten

Contra	
Argumente	Fakten

## Station 9 – Solarenergie

---

### Arbeitsblatt 9.2 – Aufbau einer Solarzelle

#### Innerer Photoeffekt

Unter Photovoltaik versteht man die Direktumwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie ohne Zwischenstufen. Möglich wird dies durch den an Halbleiter gebundenen inneren Photoeffekt. Halbleiter, zu denen Silizium gehört, sind Materialien, die den elektrischen Strom weniger gut leiten als Metalle, weil im Unterschied zu diesen die Ladungsträger nicht schon frei sind, sondern erst durch Zufuhr von Energie aus dem Kristallverband abgelöst werden müssen. Durch geringe Energiezufuhr ist die Bindung zu lösen: Licht erzeugt bewegliche Ladungsträger, was den inneren Photoeffekt ausmacht. Die Abbildungen zeigen das Modell eines ungestörten Silizium-Kristallgitters und bewegliche Elektronen in einem Silizium-Kristallgitter bei Lichteinwirkung. Durch Dotierung mit Fremdatomen (z. B. Bor, Phosphor), die entweder im Silizium-Kristall gern Elektronen abgeben oder solche aufnehmen, können reine Halbleiter wie das Silizium in ihrer Leitfähigkeit verändert werden.

Der Wirkungsgrad, d. h. das Verhältnis von abgegebener Nutzenergie zur zugeführten Energie einer handelsüblichen Solarzelle, beträgt derzeit ca. 20 %.

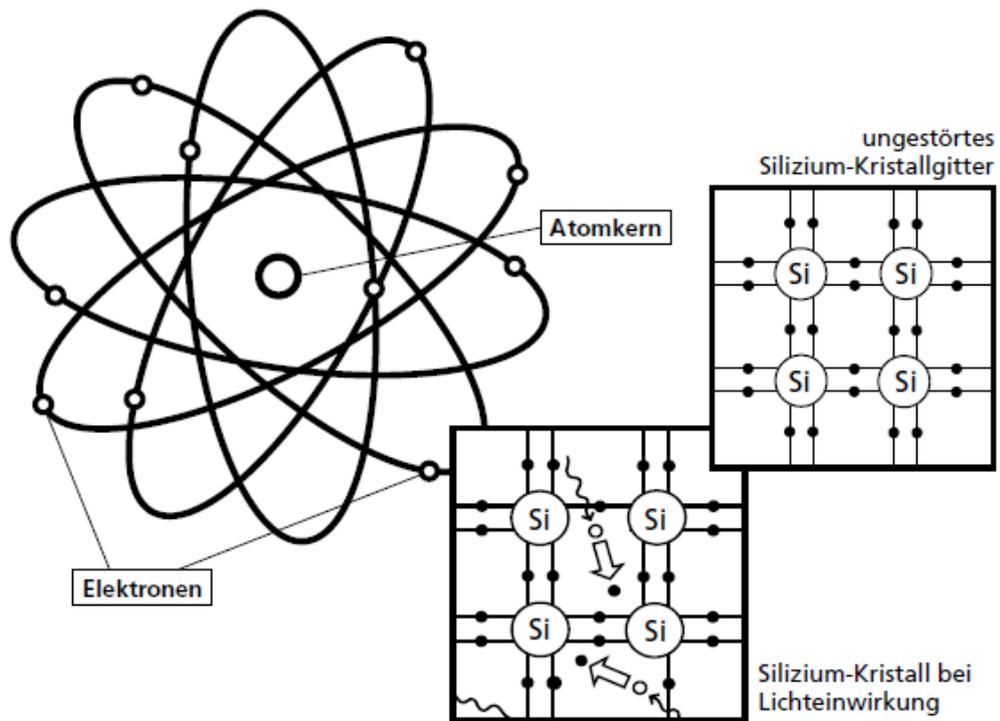
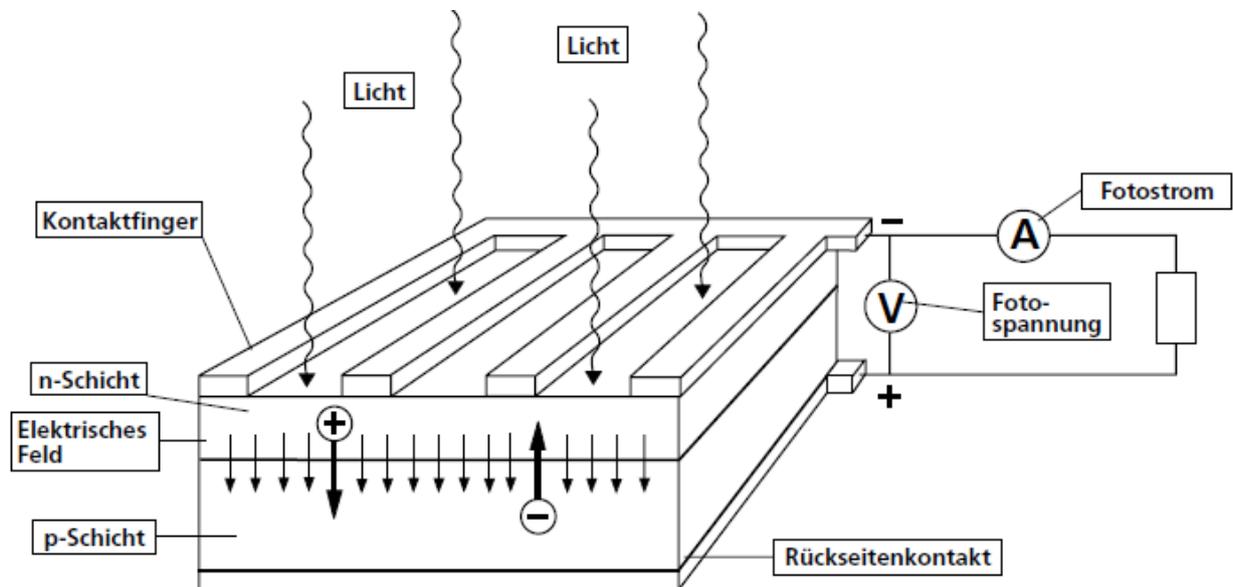
Rechne aus:

In Mitteleuropa strahlt die Sonne auf  $1 \text{ m}^2$  waagerechte Fläche im Mittel  $1.000 \text{ kWh}$  pro Jahr. Wieviel elektrische Energie kann von einer  $1 \text{ m}^2$  großen Solarzellenfläche in Mitteleuropa pro Jahr maximal erzeugt werden?

Wieviel kann die gleiche Solarzellenfläche maximal pro Jahr in äquatorialen Gebieten erzeugen, in denen die solare Einstrahlung auf  $1 \text{ m}^2$  waagerechte Fläche im Mittel  $2.300 \text{ kWh}$  pro Jahr beträgt?

Station 9 – Solarenergie

Arbeitsblatt 9.2 – Aufbau einer Solarzelle



Quelle: ASE/nach RWE Energie AG

## Station 9 – Solarenergie

---

### Lösung

#### Arbeitsblatt 9.2 – Aufbau einer Solarzelle

In Mitteleuropa können auf einer waagerechten Fläche maximal 200 kWh, am Äquator maximal 460 kWh pro Jahr erzeugt werden. Dieser Wert kann durch eine Aufständigung der Solarzellenflächen um z. B. 30% gesteigert werden.

## Station 10 – Erdwärme

---

### Arbeitsaufträge

1. Lies im e-book „Erneuerbare Energien“ das Kapitel „Geothermie“ (Seite 42 - 43) durch und erstelle eine Tabelle mit Vor- und Nachteilen der geothermischen Nutzung auf Arbeitsblatt 10.1.

[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien

([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_15\\_Erneuerbare\\_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_15_Erneuerbare_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1))

2. Schau Dir auf Youtube den Film „Wie funktioniert eine Geothermiekraftwerk?“ (<https://www.youtube.com/watch?v=-jMwbTtNQhQ>) und mach Dir Notizen zur Funktionsweise.
3. Informiere Dich auf dem Textblatt 10.2 über das Hot-Dry-Verfahren und beschreibe diese Verfahren anhand des Arbeitsblattes.

### Zusatzaufgabe

4. Überprüfe im geothermischen Informationssystem (<https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php>), ob es in einem Umkreis von 100 Kilometern um euren Wohnort geothermische Anlagen zur Stromerzeugung, Fernwärme oder Thermalbadnutzung gibt.

Station 10 – Erdwärme

---

Arbeitsblatt 10.1 – Nutzung der geothermischen Energie

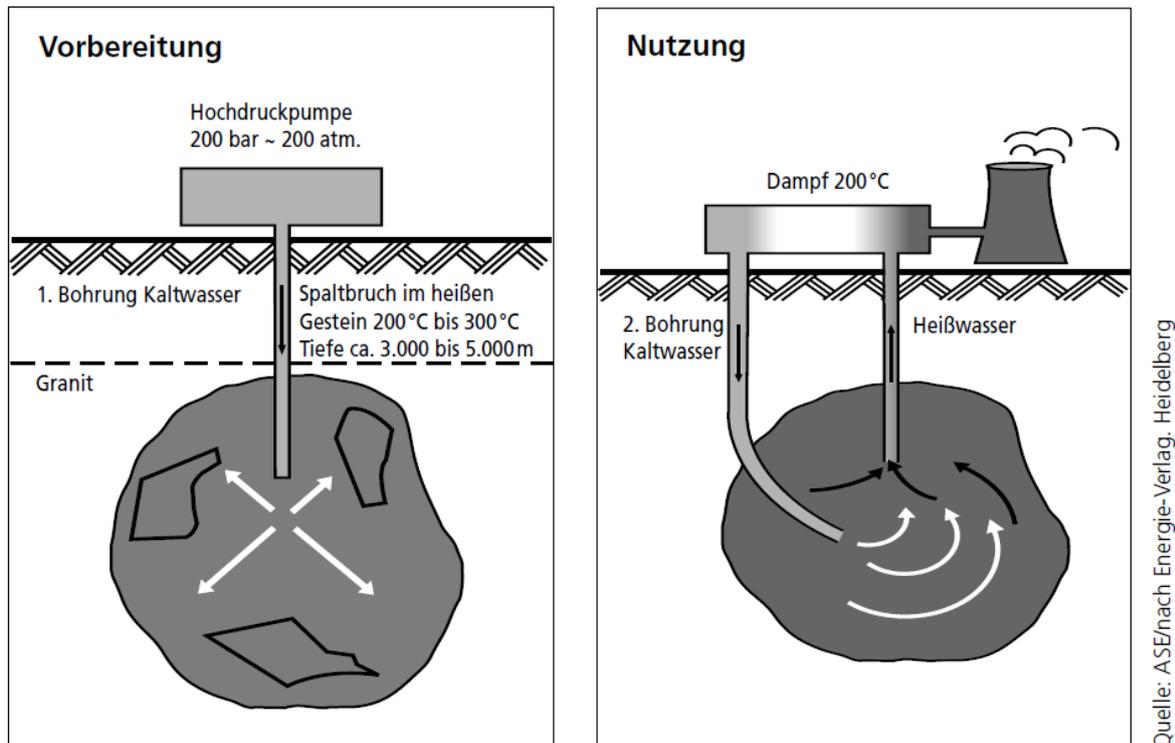
Liste die Vor- und Nachteile der Nutzung der geothermischen Energie auf.

Vorteile der Nutzung geothermischer Energie	Nachteile der Nutzung geothermischer Energie

Station 10 – Erdwärme

Arbeitsblatt 10.2 – Hot-Dry-Rock-Technik

Mit dieser Technik lässt sich Wärme den heißen Gesteinsschichten im Untergrund entziehen. Dieses Verfahren, das noch im Forschungsstadium ist, gilt auch für die deutsche Energieversorgung als aussichtsreich, weil damit die Erdwärmennutzung nicht mehr auf jene Orte beschränkt bleibt, an denen Temperaturanomalien und natürliche Wärmeträger (Wasser, Dampf) zusammentreffen.



**Zum Verfahren**

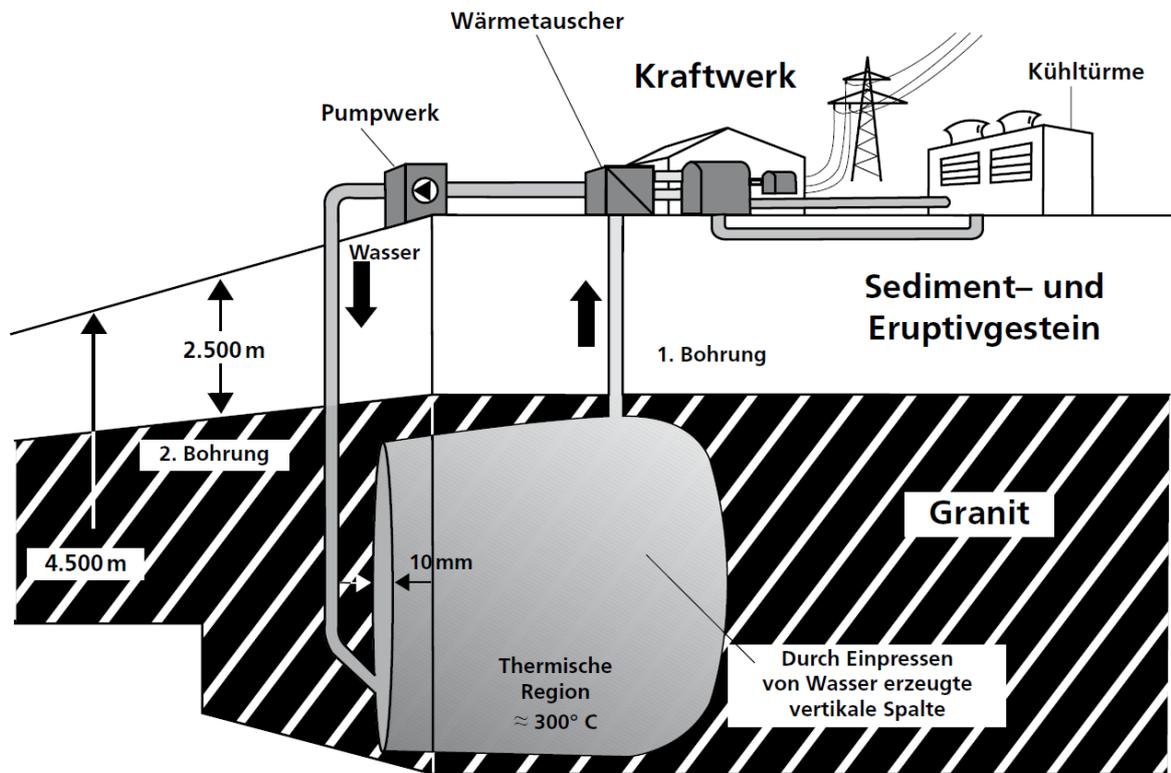
Das HDR-Verfahren beruht auf der Verbindung zweier Tiefbohrungen durch ein künstlich geschaffenes und als Wärmeaustauschfläche dienendes Riss- bzw. Spaltensystem. In ein 3.000 – 5.000 m tiefes Bohrloch wird kaltes Wasser eingepresst, wobei das Gestein unter der enormen Druckeinwirkung hydraulisch bricht und ein weiträumiges Riss-System entsteht. Ein zweites Bohrloch in einiger Entfernung muss das Riss-System in seinem unteren Bereich seitlich treffen. Das durch diese zweite Bohrung eingepumpte Wasser erwärmt sich innerhalb des Spaltensystems und steigt über die erste Bohrung zurück an die Oberfläche. Das heiße Wasser gibt dort seine Wärme über einen Wärmetauscher z. B. an ein Wärmekraftwerk oder Fernwärmenetz ab.

Die Bezeichnung „heißer/trockener Fels“ für das Verfahren hat seinen Namen von der Annahme, in den Tiefen auf praktisch spaltenfreies und damit wasserundurchlässiges, trockenes Gestein zu stoßen. Tiefenbohrungen z. B. in der Oberpfalz haben aber bereits bestätigt, dass Tiefengestein nicht trocken sein muss und Sickerverluste durch natürliche Spalten entstehen können.

Station 10 – Erdwärme

Arbeitsblatt 10.2 – Hot-Dry-Rock-Technik

Beschreibe das technische Verfahren zur Erschließung der Erdwärme.



Platz für Notizen

Station 10 – Erdwärme

---

Lösungen

Arbeitsblatt 10.1 – Nutzung der geothermischen Energie

Vorteile der Nutzung geothermischer Energie	Nachteile der Nutzung geothermischer Energie
keine meteorologischen Schwankungen	technisch schwer zu erschließen
keine Witterungseinflüsse	je nach Standort sehr unterschiedliche geologische Voraussetzungen
überall vorhanden	kostenaufwändig
Energieangebot stetig, gleichmäßig und somit verlässlich	wirtschaftlich riskant

## Station 11 – Biomasse

---

### Arbeitsaufträge

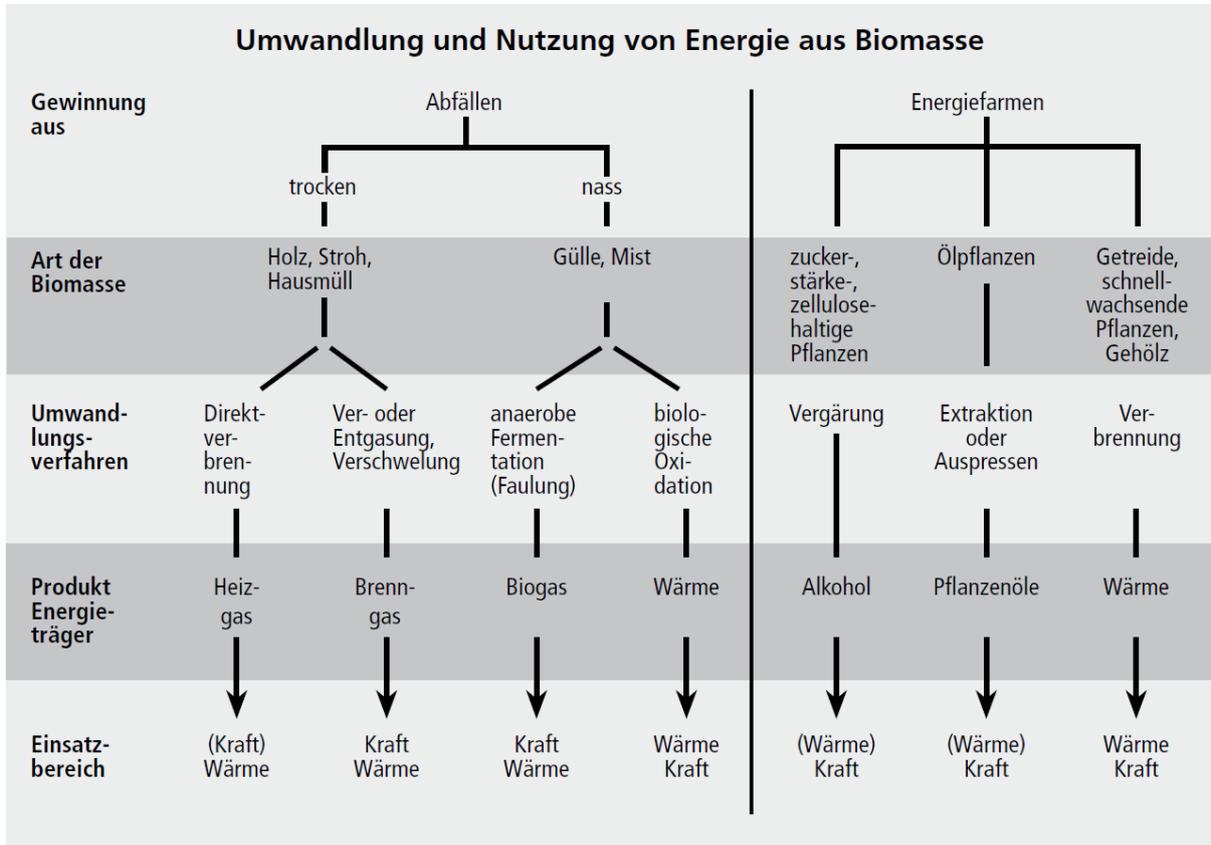
1. Lies im e-book „Erneuerbare Energien“ das Kapitel „Biomasse“ (Seite 28 - 29) durch und informiere dich auf Arbeitsblatt 11.1 – Energie aus Biomasse über die zwei Nutzungsmöglichkeiten der Biomasse. Beantworte die Fragen auf dem Arbeitsblatt.  
[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien  
([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_15\\_Erneuerbare\\_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_15_Erneuerbare_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1))
2. Schau Dir die Grafik auf Arbeitsblatt 11.2 – Biogas im Energie- und Stoffkreislauf an und bearbeite es.
3. Bearbeite das Arbeitsblatt 11.3 – Auswirkungen der Energiegewinnung aus Biomasse. Recherchiere gegebenenfalls Argumente im Internet. Beim Umweltbundesamt und beim Energieatlas Bayern bekommt man gute Informationen dazu.

### Zusatzaufgabe

4. Schau Dir auf Youtube den Film „Wie wird Biogas hergestellt?“ (<https://www.youtube.com/watch?v=zBFio2iFTqk>) und mach Dir Notizen.

Station 11 – Biomasse

Arbeitsblatt 11.1 – Energie aus Biomasse



Welche zwei Arten der Biomasse werden unterschieden?

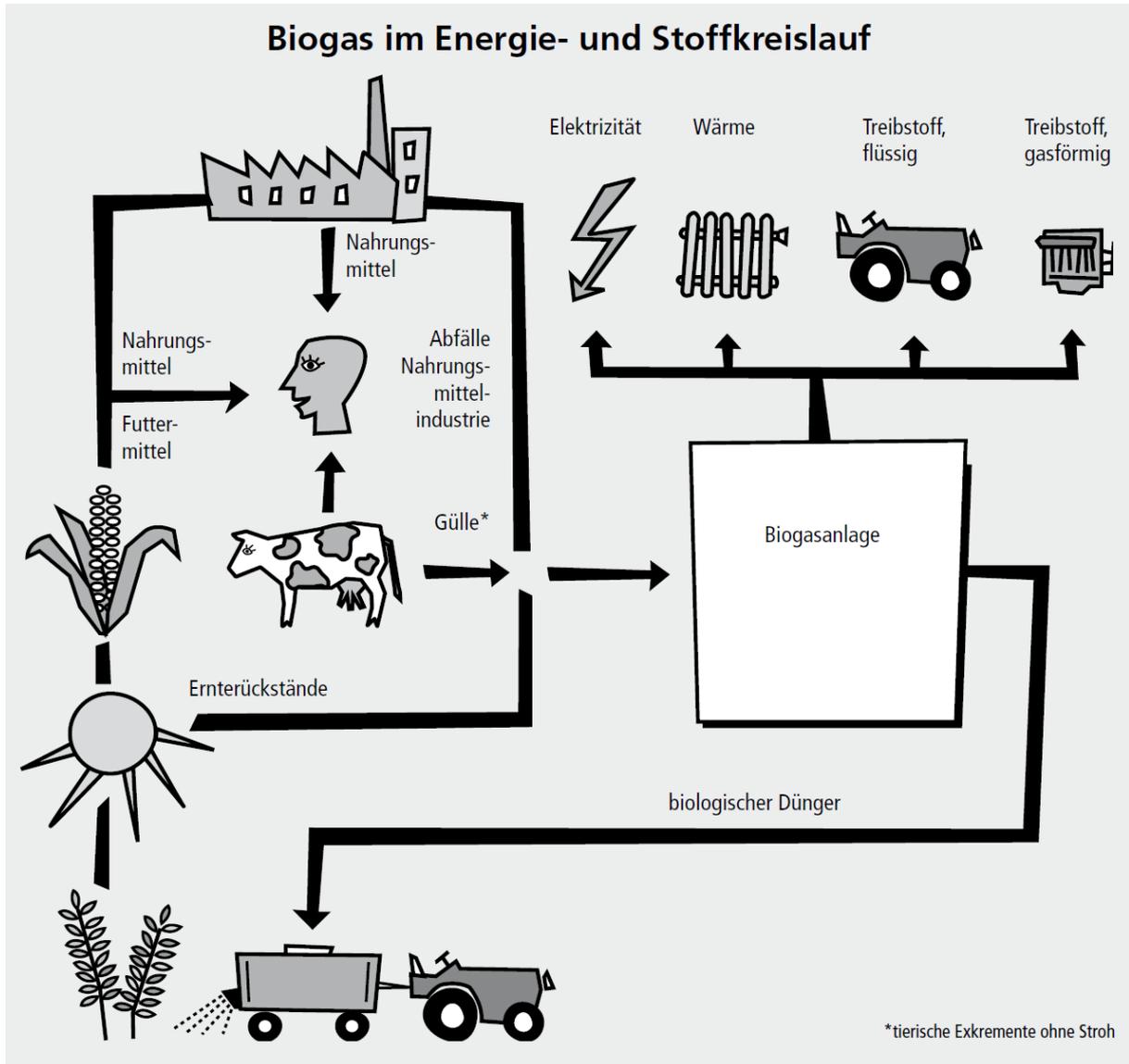
Überlege Dir welche Art sich für welche geografischen Gebiete eignen und warum.

Platz für Notizen

Station 11 – Biomasse

Arbeitsblatt 11.2 – Biogas im Energie und Stoffkreislauf

Beschreibe den Weg von der Pflanze zur Energie in fünf Schritten.



1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

Station 11 – Biomasse

---

Arbeitsblatt 11.3 – Auswirkungen der Energiegewinnung aus Biogas

1. Die Verwertung von Biomasse gilt als CO<sub>2</sub>-neutral. Erläutere diese Aussage.
2. Der großflächige Anbau von Pflanzen zur Energiegewinnung wird auch als energy-farming bezeichnet. Das wird von Fachleuten nicht nur positiv gesehen. Was sind die Gegenargumente?

Platz für Notizen

## Station 11 – Biomasse

---

### Lösungen

#### zu Arbeitsblatt 11.1 – Energie aus Biomasse

Es lassen sich zwei Bereiche, mit der Biomasse zu nutzen ist, herausarbeiten: die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen sowie die Nutzung der Biomasse aus dem Energie- bzw. Industriepflanzenanbau.

#### Zu Arbeitsblatt 11.3 – Auswirkungen

1. Biomasse gilt als CO<sub>2</sub>-neutral, da sie ebenso viel Kohlendioxid in der Wachstumsphase der Pflanzen aufgenommen hat, wie sie bei ihrer energetischen Nutzung, z. B. bei ihrer Verbrennung wieder abgibt. Dies gilt jedoch nur, wenn zur Verwertung der Biomasse kein fossiler Brennstoff eingesetzt wird.
2. Beim Energiepflanzen Anbau sind sowohl ökologische wie wirtschaftliche Aspekte zu beachten:
  - Ein längerfristiger Anbau kann die Bodenfruchtbarkeit beeinflussen.
  - Die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und die Gewässerqualität müssen berücksichtigt werden.
  - Ebenso die Auswirkungen von Monokulturen auf Flora und Fauna.
  - Mit der Erschließung der Biomasse für eine wirtschaftliche Energieproduktion ist in jüngster Zeit eine Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion entstanden. Die Agrarenergieproduktion trägt je nach Produkt und Szenario bis 2020, z. B. für Mais, zwischen 26 Prozent und 72 Prozent zu den Preissteigerungen bei Lebensmitteln bei.

## Station 12 – Zusammenfassung Erneuerbare Energien

---

### Arbeitsauftrag

1. Recherchiere auf dem Informationsportal Erneuerbare Energien der Bundesregierung die aktuellen Zahlen zum Anteil der Erneuerbaren Energien von 1990 bis 2017 am Bruttostromverbrauch. Übertrage sie im Arbeitsblatt 12.1 in ein Diagramm und verbinde die Punkte zu einer Kurve. In welchen Jahren ist der Anteil der Erneuerbaren besonders stark angestiegen?
2. Lies im e-book „Erneuerbare Energien“ das Kapitel „Klimaschutz braucht den weltweiten Ausbau der Erneuerbaren Energien“ (Seite 11 - 14) durch und beantworte auf Arbeitsblatt 12.2 die Frage, warum der Ausbau der Erneuerbaren Energien so konsequent vorangetrieben wird.  
[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien  
([http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_15\\_Erneuerbare\\_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_15_Erneuerbare_Energien/files/assets/basic-html/index.html#1))

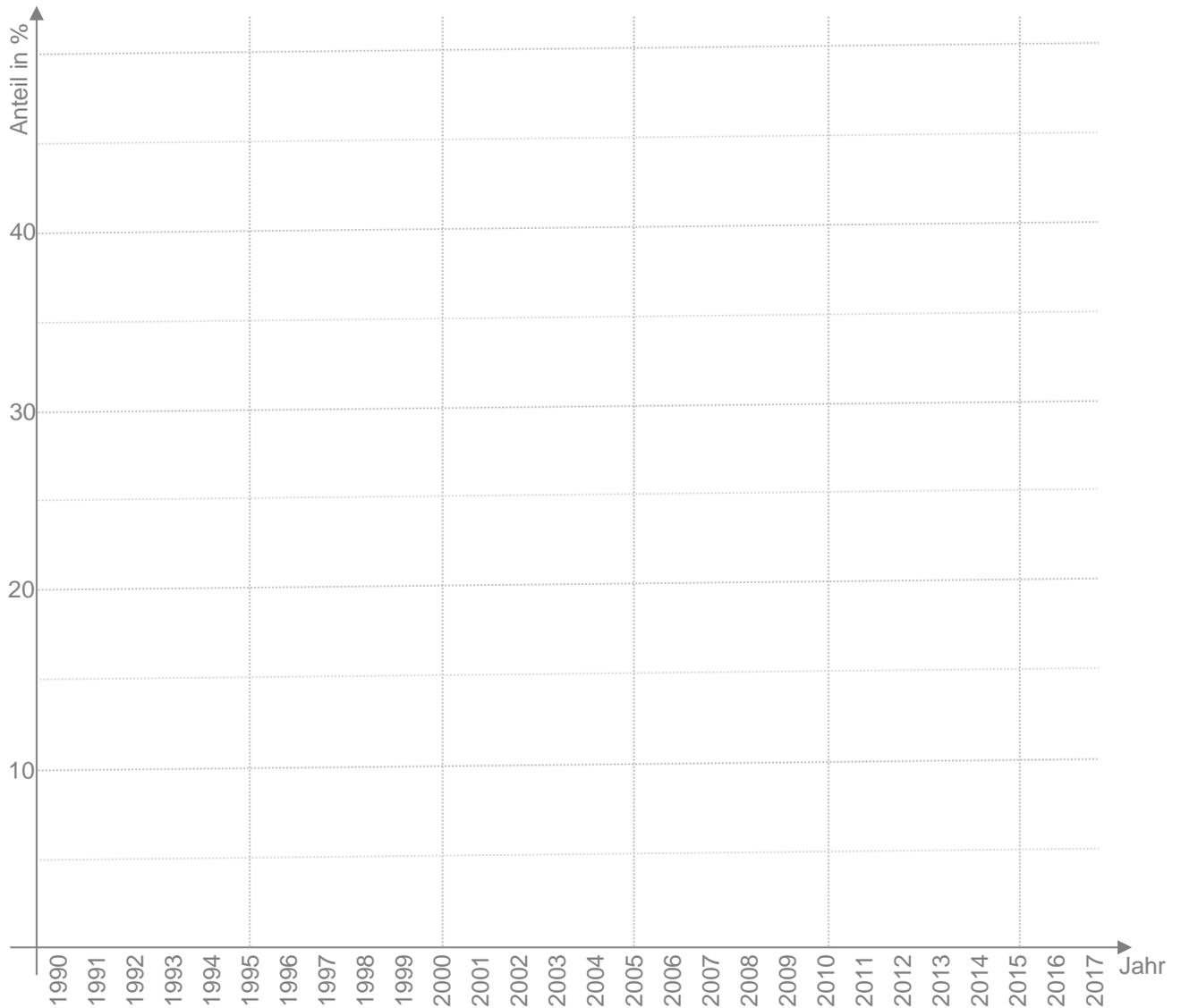
### Zusatzaufgabe

3. Lies im e-book „Erneuerbare Energien“ das Kapitel „Die Versorgungsstruktur im Wandel“ (Seite 20 - 21) durch und bearbeite das interaktive PDF „Erdkabel ja oder nein“ (<http://www.energie-macht-schule.de/content/interaktives-arbeitsblatt-erdkabel-ja-oder-nein>) auf Energie-macht-Schule.de
4. Lies im e-book „Erneuerbare Energien“ das Kapitel „Fluktuierende Einspeisung und Speicherung“ (Seite 23 - 25) durch und notiere Dir auf Arbeitsblatt 12.3 die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Speicherarten.
5. Bearbeite das interaktive Arbeitsblatt „Speichern“ an deinem Computer.  
<http://www.energie-macht-schule.de/content/interaktives-arbeitsblatt-speichern---was-ist-das>

Station 12 – Zusammenfassung Erneuerbare Energien

Arbeitsblatt 12.1

Anteil der Erneuerbaren Energien von 1990 bis 2017 am Bruttostromverbrauch



Platz für Notizen

Station 12 – Zusammenfassung Erneuerbare Energien.....

Arbeitsblatt 12.2 - Klimaschutz

Warum wird der Ausbau der Erneuerbaren Energien so konsequent vorangetrieben?

Welches Instrument wurde von den Vereinten Nationen (UN) geschaffen, um diesen Prozess weltweit zu koordinieren?

Platz für Notizen

Station 12 – Zusammenfassung Erneuerbare Energien

Arbeitsblatt 12.3 - Vor-und Nachteile der unterschiedlichen Speicherarten

	Vorteile	Nachteile
Pumpspeicherkraftwerke		
Wasserstoffspeicherung		
Power-to-Heat		
Druckluftspeicher		
Batteriespeicher		
Elektroautos		

Station 12 – Zusammenfassung Erneuerbare Energien

---

Lösungen

Arbeitsblatt 12.1 – Anteil der Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch

1990	3,4
1991	3,1
1992	3,6
1993	3,8
1994	4,3
1995	4,7
1996	4,7
1997	4,1
1998	4,5
1999	5,2
2000	6,3
2001	6,6
2002	7,7
2003	7,7
2004	9,4
2005	10,3
2006	11,6
2007	14,3
2008	15,2
2009	16,4
2010	17,0
2011	20,4
2012	23,5
2013	25,1
2014	27,4
2015	31,5
2016	31,6
2017	36,0

Arbeitsblatt 12.2 - Klimaschutz

Um die schwerwiegenden Folgen des Klimawandels für die Menschen und das Ökosystem zu verhindern.

## Leistungskontrolle

---

Zwischen dem zweiten und dem dritten Block bietet sich eine erste Bewertungsrunde an.

Möglich ist:

- ein Test mit Wahlaufgaben aus den verschiedenen Stationen, um das Prinzip der individuellen Themenwahl und Vertiefung nicht zu unterlaufen,
- Bewertung der bereits erfolgten Schülerpräsentationen
- zusätzliche Verfassen von Artikeln für die Schülerzeitung und deren Bewertung
- falls nur wenig Zeit zur Verfügung steht kann auch ein Kreuzworträtsel oder ein multiple choice Test mit zentralen Begriffen und Fragestellungen aus den bearbeiteten Stationen gelöst und bewertet werden.
- Einen Vorschlag hierzu finden Sie auf Seite 88 - 96.

## Leistungskontrolle

---

### Kreuzworträtsel

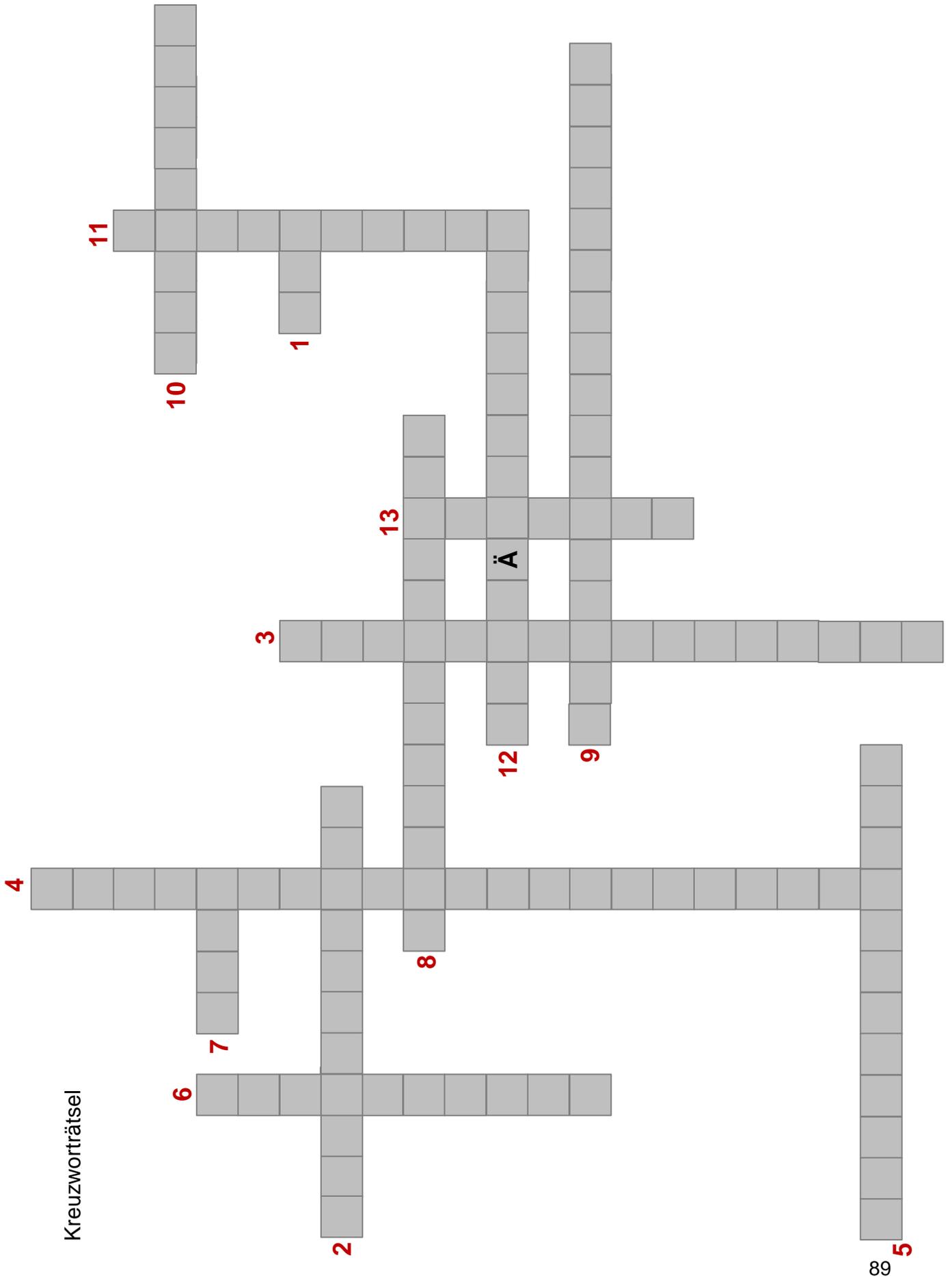
Löse das Kreuzworträtsel auf der nächsten Seite. Beachte dabei, dass die Umlaute ae, oe und ue immer zwei Buchstaben sind und berücksichtige Bindestriche.

### Fragen

1. Wie werden 1000 Einheiten der Leistung einer Maschine in einer Stunde angegeben?
2. Welche Kraft ist heute so aktuell wie in der Frühzeit der Elektrizität?
3. Wie nennt man es, wenn unnötiger Stromverbrauch vermieden wird?
4. Der Prozess, der die Abwärme bei der Umwandlung im Wärmekraftwerk nutzt.
5. Er soll bei der Energieumwandlung so hoch wie möglich sein.
6. Soll so wenig wie möglich in die Umwelt abgegeben werden.
7. Energieeinheit
8. Mit ihm wird der Übergang von einer Spannungsebene möglich.
9. Wenn z.B. die Bewegungsenergie in der Luft, in einem Windkraftwerk zu elektrischem Strom wird, nennt man das ...
10. Wandeln mechanische Energie in elektrische Energie um.
11. Wird in ersten Linie zu Heizzwecken verwendet, wenn Wärme tief aus der Erde herausgepumpt wird.
12. Natürlich vorkommende Energieformen, die z.B. in Strom umgewandelt werden.
13. Unter hohem Druck stehender Wasserdampf treibt in ihr ein Schaufelrad an.

Leistungskontrolle

---



Kreuzwörterrätsel

## Leistungskontrolle

---

### Kreuzworträtsel – Lösung

1. kWh
2. Wasserkraft
3. Energieeffizienz
4. Kraft-Wärme-Kopplung
5. Wirkungsgrad
6. Emissionen
7. Watt
8. Transformator
9. Energieumwandlung
10. Generator
11. Geothermie
12. Primärenergie
13. Turbine

## Leistungskontrolle

---

### multiple choice

Was sagt der Energieerhaltungssatz?

- 1. Man muss immer dafür sorgen, dass man seine Energie erhält
- 2. Energie kann niemals verloren gehen
- 3. Energie wird bei der Verrichtung von Arbeit in eine andere Energieform umgewandelt
- 4. Energieverbrauch bedeutet, dass eine Energieform weniger wird, weil sie zu einer anderen Energieform wird

Welches sind in der Physik übliche Energieformen?

- 1. geistige Energie
- 2. Solarzelle
- 3. elektrische Energie
- 4. positive Energie
- 5. Wärme
- 6. Windenergie

Die Einheit für Energie ist

- 1. das Newtonmeter
- 2. das Watt
- 3. die Wattsekunde
- 4. das Joule

Ein Körper enthält Lageenergie, wenn er ...

- 1. in der Lage ist etwas zu bewegen.
- 2. hochgehoben wurde.
- 3. eine gehobene Position hat.

Warum hat ein Stein, der durch die Luft fliegt Energie?

- 1. Weil er wieder nach unten fällt.
- 2. Weil er beim Auftreffen auf ein Fenster Arbeit verrichtet.
- 3. Weil er jemanden verletzen kann.

Energie kann ...

- 1. ... von einem Körper auf einen anderen übertragen werden.
- 2. ... produziert werden.
- 3. ... gespeichert werden.
- 4. ... in verschiedene Formen umgewandelt werden.
- 5. ... mit den menschlichen Sinnesorganen wahrgenommen werden.
- 6. ... vernichtet werden.

Wovon hängt die Lageenergie eines Körpers ab?

- 1. Von seiner Masse
- 2. Von seiner Größe
- 3. Von seiner Geschwindigkeit
- 4. Von der Differenz seiner Höhe zur ursprünglichen Lage

Ein 100 kg schwerer Mensch steht auf einer ein Meter hohen Mauer. Wie groß ist seine Lageenergie?

- 1. 100 Joule
- 2. 1 Joule
- 3. 10 Kilojoule
- 4. 1 Kilojoule

Warum kommt auf der Erde jeder Körper, der sich ohne Antrieb bewegt, irgendwann zur Ruhe?

- 1. Seine Bewegungsenergie wird kontinuierlich in andere Energieformen umgewandelt, so dass die Bewegungsenergie irgendwann aufgebraucht ist.
- 2. Er hat keine Lust mehr.
- 3. Es ist Wärmeenergie entstanden.
- 4. Es tritt Reibung auf.
- 5. Die Antriebskraft hat sich erschöpft.

Warum hat das Wasser in einem Stausee Energie?

- 1. Es drückt mit großer Kraft gegen die Staumauer.
- 2. Es kann ein Mühlrad zum Drehen bringen.
- 3. Beim Hinunterfallen kann es Arbeit verrichten.

Was ist Energie in der Physik eigentlich?

- 1. Eine besondere Strahlung, die alles durchdringt
- 2. Das ist das, was einem Kraft verleiht
- 3. Eine besondere Antriebskraft
- 4. Die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten

Was ist richtig?

- 1. 10 Joule = 36 Watt = 10 Newtonmeter
- 2. 1 Joule = 1 Wattsekunde = 1 Newtonmeter
- 3. 10 Joule = Wattsekunden = 10 Newtonmeter
- 4. 1 Joule = 1 Watt = 1 Newtonmeter

Das Newton ist die Einheit

- 1. für die mechanische Leistung
- 2. für die mechanische Arbeit
- 3. für eine Kraft
- 4. für den Weg

Mechanische Energie ist ...

- 1. Kraft
- 2. Spannenergie
- 3. Hubenergie
- 4. Bewegung
- 5. Lageenergie

Welche Energieträger sind erneuerbar?

- 1. Kohle, Biomasse, Windenergie, Mineralöl
- 2. Windenergie, Erdöl, Wasserkraft
- 3. Biomasse, Windenergie, Sonnenenergie, Geothermie

Effizienter Energieeinsatz entlastet die Umwelt. Was versteht man unter Stand-by-Stromverbrauch?

- 1. Den Stromverbrauch eines Elektrogerätes im Bereitschaftsbetrieb
- 2. Den Stromverbrauch eines Fernsehgeräts in der Werbepause
- 3. Den Stromverbrauch eines Smartphones, während der Besitzer herumsteht.

Wie sollten Photovoltaikanlagen idealerweise ausgerichtet sein?

- 1. Nach Westen. Dort geht die Sonne unter und so können auch noch die letzten Sonnenstrahlen genutzt werden.
- 2. Nach Süden. Dort steht die Sonne am Mittag am höchsten und die Sonnenkraft ist dann am größten.
- 3. Nach Osten. Hier geht die Sonne auf und die Sonnenstrahlen können sofort genutzt werden.

Was ist eine Offshore-Windkraftanlage?

- 1. Eine Windkraftanlage, die auf offener See errichtet wurde.
- 2. Eine Windkraftanlage, die je nach Windstärke automatisch an- und abschaltet.
- 3. Eine Windkraftanlage, die zu Wartungszwecken vom Netz genommen wurde.

Was versteht man unter Erneuerbarer Energie aus Biomasse?

- 1. Energie, die aus flüssigen, gasförmigen oder festen pflanzlichen und tierischen Stoffen erzeugt wird.
- 2. Energie, die ausschließlich aus biologisch angebauten Stoffen erzeugt wird.
- 3. Energie, die ausschließlich aus Küchenabfällen erzeugt wird.

Was ist Geothermie?

- 1. Ein Lexikon mit geologischen Fachbegriffen.
- 2. Eine Form der Energiegewinnung, die die in der Erdkruste gespeicherte Wärme nutzt.
- 3. Ein Zubereitungsverfahren für Speisen mithilfe eines heißen Steins.

Die Energieversorgung in Deutschland soll klimaverträglicher und gleichzeitig die Wirtschaft unabhängiger vom Import fossiler Energieträger werden. Wie ist die Abkürzung für das Gesetz zum Ausbau der Erneuerbaren Energien?

- 1. GAeE
- 2. EEG
- 3. EKG

Was ist ein Smart Meter?

- 1. Eine Maßeinheit.
- 2. Eine Uhr, die misst, wie viele Schritte man am Tag gegangen ist.
- 3. Ein Stromzähler, der digitale Daten empfängt und sendet und in ein Kommunikationsnetz eingebunden ist.

## Leistungskontrolle

---

### multipl choice - Lösungen

Was sagt der Energieerhaltungssatz?

richtig ist 2,3,4,

Welches sind in der Physik übliche Energieformen?

richtig ist 3,5,6

Die Einheit für Energie ist ...

richtig ist 4

Ein Körper enthält Lageenergie, wenn er ...

richtig ist 2

Warum hat ein Stein, der durch die Luft fliegt Energie?

richtig ist 2

Energie kann ...

richtig ist 1, 3, 4

Wovon hängt die Lageenergie eines Körpers ab?

richtig ist 1, 4

Ein 100 kg schwerer Mensch steht auf einer ein Meter hohen Mauer. Wie groß ist seine Lageenergie?

richtig ist 4

Warum kommt auf der Erde jeder Körper, der sich ohne Antrieb bewegt, irgendwann zur Ruhe?

richtig ist 1,3, 4

Warum hat das Wasser in einem Stausee Energie?

richtig ist 2,3

Was ist Energie in der Physik eigentlich?

richtig ist 4

Was ist richtig?

richtig ist 2

Das Newton ist die Einheit

richtig ist 3

Mechanische Energie ist ...

richtig ist 2, 3 und 5

Welche Energieträger sind erneuerbar?

richtig ist 3

Effizienter Energieeinsatz entlastet die Umwelt. Was versteht man unter Stand-by-Stromverbrauch?

richtig ist 1

Wie sollten Photovoltaikanlagen idealerweise ausgerichtet sein?

richtig ist 2

Was ist eine Offshore-Windkraftanlage?

richtig ist 1

Was versteht man unter Erneuerbarer Energie aus Biomasse?

richtig ist 1

Was ist Geothermie?

richtig ist 2

Die Energieversorgung in Deutschland soll klimaverträglicher und gleichzeitig die Wirtschaft unabhängiger vom Import fossiler Energieträger werden. Wie ist die Abkürzung für das Gesetz zum Ausbau der Erneuerbaren Energien?

richtig ist 2

Was ist ein Smart Meter?

richtig ist 3

## Station 13 – Energiewirtschaft

---

### Arbeitsauftrag

1. Lies im e-book „Ökonomie der Energiewirtschaft“ das Kapitel „Der Strom- und Gasmarkt und seine Mechanismen“ (Seite 18 - 26) durch und sprich mit den Mitschülern deiner Station die wesentlichen Inhalte durch. Beantworte die Frage „Was ist das Besondere am Strom- und Gasmarkt?“  
[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien  
[http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_7\\_eBook/flash.html](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_7_eBook/flash.html)
2. Überprüfe mit dem Energiedomino euer Wissen (Arbeitsblatt 13.1). Tretet gegen einander an. Wer macht es nicht nur richtig, sondern ist auch die schnellste Gruppe.
3. Fülle die Tabelle „Die ideale Energieversorgung“ ein zweites Mal aus (Arbeitsblatt 13.2). Hat sich das Ergebnis verändert? Vergleiche eure Ergebnisse.

### Zusatzaufgabe

4. Schau Dir auf Youtube den Film „Was macht eigentlich ein Energieversorger?“ an. <https://www.youtube.com/watch?v=ECL-5I5b9Q>
5. Beteilige Dich als Experte der Energiewirtschaft an der abschließenden Diskussionsrunde.

Station 13 – Energiewirtschaft

---

Arbeitsblatt 13.1 – Energie-Domino

**Die folgende Aufgabe ist im Klassenverband zu bearbeiten.**

Schneidet die 14 Dominosteine zunächst aus. (Möchte jeder sein eigenes Domino haben, solltet ihr das Arbeitsblatt kopieren – am besten auf etwas festeres Papier!)

Noch sind die Dominosteine bunt gemischt. Werden aber Fragen und Antworten richtig aneinandergelegt, muss sich zum Schluss ein geschlossenes Rechteck ergeben. Nun überlegt die richtige Antwort zu einer ersten Frage und prüft auf den Steinen, ob sie sich dort wiederfindet. Der passende Stein wird angelegt, und so geht's immer weiter ...

Gewonnen hat die Gruppe, die als erstes das Rechteck vollständig gelegt hat. Ob alle Antworten richtig sind, könnt ihr gemeinsam kontrollieren. Heftet das „Lösungs-Domino“ doch z. B. für alle sichtbar an eine Stellwand.

**Was passt wo?**

**Welche Branchen umfasst die Energiewirtschaft?**

Die Wertsteigerung eines Produktes auf nacheinander folgenden Stufen bis zum Konsumenten.

**Wie ist die physikalische Definition von Energie?**

Die Maßeinheit ist in der Regel die Kilowattstunde (kWh).

**Was beschreibt das „energiepolitische Zieldreieck“?**

Es entsteht dabei z.B. aus Erdöl Dieselkraftstoff und Benzin, oder aus Kohle Koks.

**In welche Energieträger werden die Erneuerbaren Energien unterschieden?**

Der Nachfrager kann zu jeder Zeit auf ein ausreichendes Energieangebot zurückgreifen.

**Was meint der Begriff Sektorkopplung?**

Alle wirtschaftlichen Aktivitäten (Handel, Verteilung etc.), die der Bereitstellung von Energie dienen.

**Was versteht man unter der „Umwandlung“ von Primär- in Sekundärenergie?**

Das Zusammenwirken von Verbundunternehmen, Regionalversorgern und Stadtwerken.

**Was ist die elektrische Leistung und in welcher Maßeinheit wird sie gemessen?**

Die Fähigkeit, Arbeit in Form von Bewegung, Verformung oder Erwärmung zu verrichten.

**Was meint eigentlich der Begriff Energiewirtschaft?**

Die Zielsetzung der Umweltverträglichkeit, Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit ist ein unverzichtbarer Bestandteil einer ausgewogenen Energieversorgung.

**Was bedeutet das „dreistufige System der öffentlichen Stromversorgung“?**

Sie beschreibt die Leistungsfähigkeit eines Gerätes. Die Maßeinheit ist Watt (W).

**In welcher Maßeinheit wird der Energieverbrauch gemessen?**

Energieträger sind z.B. Wind und fließendes Wasser.

**In der Energiewirtschaft gibt es „Wertschöpfungsketten“. Was beschreiben diese?**

Im Allgemeinen ein Situation, in der mehrere Akteure um knappe Ressourcen konkurrieren.

**Was beschreibt der „Wirkungsgrad“ von Energie?**

Sehr viel verschiedene! Darunter z.B. die Elektrizitäts-, die Mineralöl- und die Atomwirtschaft.

**Was versteht man unter Versorgungssicherheit?**

Das Verhältnis von nutzbarer zu aufgewandter Energie. Es gibt Verluste bei der Umwandlung!

**Was ist eigentlich Wettbewerb?**

Um das Klima zu schützen, muss CO<sub>2</sub> eingespart werden. Strom aus Erneuerbaren soll auch in den Sektoren Wärme und Verkehr Einsatz finden.

Station 13 – Energiewirtschaft

Arbeitsblatt 13.2

**Die ideale Energieversorgung: sicher – umweltschonende – wirtschaftlich**

1. Wie wirken sich Deiner Meinung nach die in der Tabelle aufgeführten Maßnahmen auf die Sicherheit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit auf die Energieversorgung in Deutschland aus.  
 Vergebe Punkte von -3 bis +3  
 (-3 = sehr schlecht, -2 = schlecht, -1 = eher negativ, 0 = neutral, 1 = eher positiv, 2 = gut, 3 = sehr gut)
2. Addiere die Punktzahlen und stelle deine persönliche Hitliste der besten und schlechtesten Maßnahmen auf.
3. Erstelle eine Gesamtwertung als Summe aller Einzelwertungen und ermittelt so die nach Eurer Meinung wichtigsten Anforderungen an eine sichere, wirtschaftliche und umweltschonende Energieversorgung.

	sichere Versorgung	umwelt- schonend	wirtschaftlich sinnvoll	Summe
Mineralölimporte				
heimische Braunkohle				
importiertes Erdgas				
Kernenergie				
Steinkohleimporte				
Erneuerbare Energien				
Stromimporte				
heimisches Erdgas				
heimische Steinkohle				
Energieeffizienz				
Energierohstoffimporte aus vielen verschiede- nen Ländern				
viele verschiedene Energieträger				

Station 13 – Energiewirtschaft

---

**Anmerkung zu Arbeitsblatt 13.2**

Das Arbeitsblatt kommt an dieser Stelle zum zweiten Mal zum Einsatz. Die Schülerinnen und Schüler sollten sich mit ihren Banknachbarn oder ihrer Arbeitsgruppe austauschen. Der anschließende Vergleich im Plenum und eine Diskussion über die – oft unterschiedlichen – Ergebnisse sind an dieser Stelle für alle Beteiligten sehr fruchtbar.

Eine Gesamtwertung lässt sich an der Tafel oder auf der Overheadfolie durchführen, indem die Werte der einzelnen Schüler aufgelistet und addiert werden. Als Ergebnis sollten zunächst die beiden Hitlisten der „guten“ und der „schlechten“ Maßnahmen festgehalten werden und mit den Ergebnissen aus der Einführungsrunde verglichen werden. Der erneute Einsatz dieses Arbeitsblatts und der Vergleich mit den Ergebnissen der ersten Stunde macht den Schülern einen Lernfortschritt bewusst und bietet dem Lehrer eine Möglichkeit der Lernzielkontrolle.

Ergebnis der Erarbeitung kann nicht das Nonplusultra der Energieversorgung sein. Es erscheint vielmehr wichtig, deutlich zu machen, wie komplex das Thema ist und dass Entscheidungen zugunsten der einen oder anderen Maßnahme erst nach gründlicher Abwägung der Argumente erfolgen sollten.

## Station 14 – Stromnetz

---

### Arbeitsauftrag

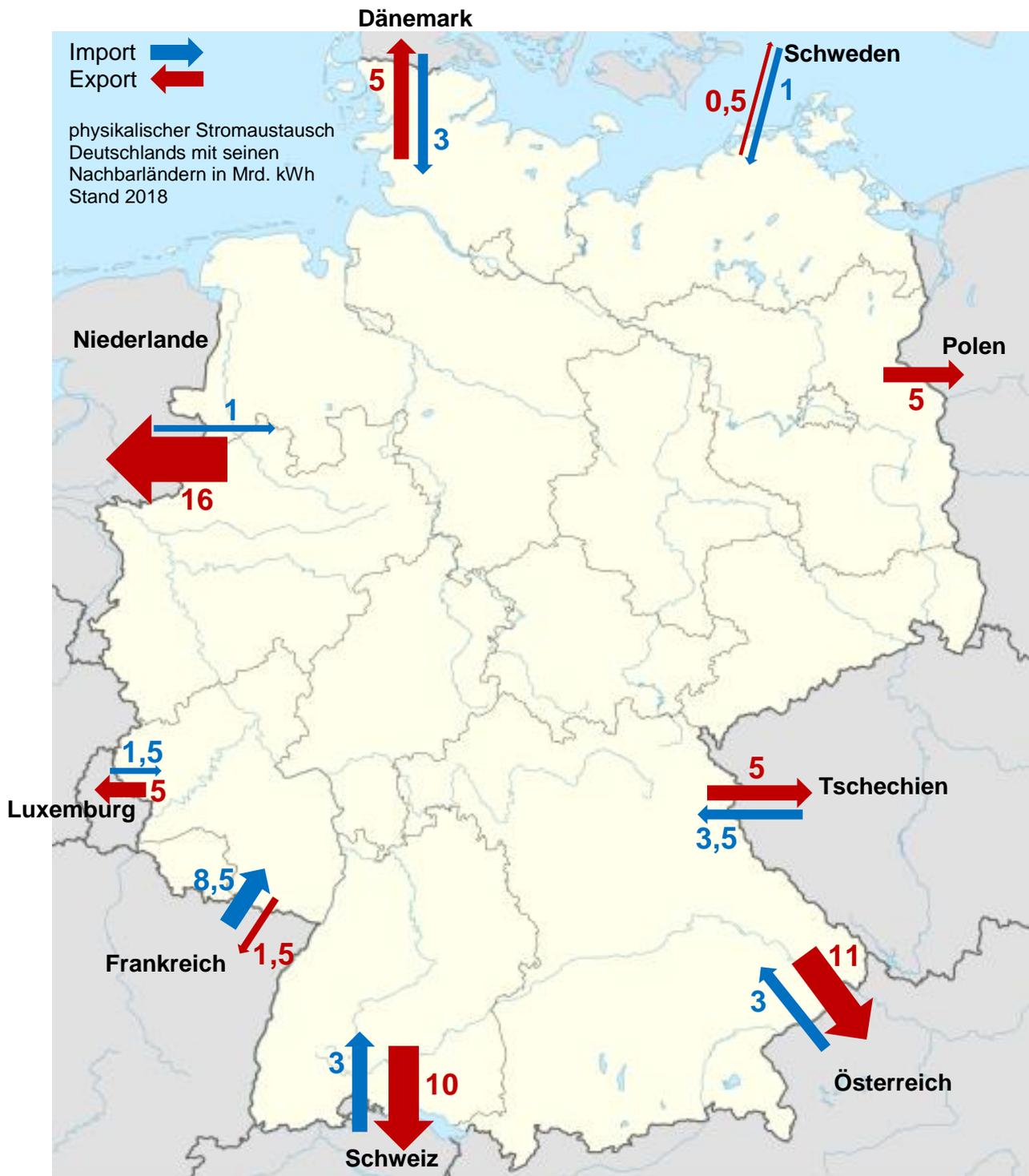
1. Lies im e-book „Stromnetze“ das Kapitel „Warum ist das Netz, wie es ist?“ (Seite 9 - 11) und das Kapitel „technische Voraussetzungen“ (Seite 16 - 19) durch und sprich mit den Mitschülern deiner Station die wesentlichen Inhalte durch. Beantworte die Frage „Warum haben die technischen Voraussetzungen so einen starken Einfluss auf die Struktur der Branchen?“  
[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien  
<http://www.energie-macht-schule.de/bdew/files/assets/basic-html/index.html#1>
2. Bearbeite Arbeitsblatt 14.1 – Stromaustausch Deutschlands mit seinen Nachbarländern.
3. Beantworte die Fragen auf Arbeitsblatt 14.2 – Stromaustausch – Das Beispiel Schweiz.
4. Erstelle gemeinsam eine Argumentlinie zur Frage „Warum sind in der Stromerzeugung keine Insellösungen anzustreben?“

### Zusatzaufgabe

5. Schau Dir auf Youtube den Film „Energieübertragung“ vom SimpleClub an.  
<https://www.youtube.com/watch?v=96LpZE1CK5g>
6. Beteilige Dich als Experte des Stromnetzes an der abschließenden Diskussionsrunde.

Station 14 – Stromnetz

Arbeitsblatt 14.1 – Stromaustausch Deutschlands mit seinen Nachbarländern



Deutschland führt elektrische Energie ein und aus. Die Grafik zeigt, mit welchen Nachbarländern Strom austauscht und wie groß die jeweiligen Mengen sind.

Station 14 – Stromnetz

---

Arbeitsblatt 14.1 – Stromaustausch Deutschlands mit seinen Nachbarländern

1. Welche drei Länder steuerten 2018 die größten Anteile am Stromimport in Deutschland bei?

---

---

---

2. In welche drei Länder haben die deutschen Stromversorger 2018 besonders viel elektrische Energie geliefert?

---

---

---

3. Bei zwei Staaten sind die Mengen sowohl bei den Lieferungen als auch beim Bezug elektrischer Energie verhältnismäßig ausgeglichen. Versuche dafür eine Erklärung zu finden.

Tipp: Schaue z.B. im Atlas nach, wie diese beiden Länder ihren Strom erzeugen. Wenn Du dann noch an die unterschiedlichen Jahreszeiten und an den „Rohstoff“ mancher Kraftwerke denkst, ist die Antwort nicht mehr schwer.

---

---

---

---

---

---

Station 14 – Stromnetz

Arbeitsblatt 14.2 – Stromaustausch – Das Beispiel Schweiz.

**Wie an der Börse:**

*Angebot und Nachfrage bestimmen den Strompreis*

Kilowattstunden haben unterschiedlichen Wert. So kostet eine Kilowattstunde um elf Uhr an einem Januar-Werktag leicht das Doppelte einer Kilowattstunde an einem Juli-Sonntag früh.

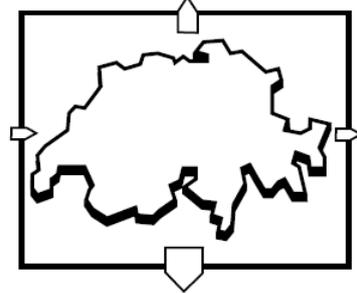
Mit anderen Worten: für den Preis einer Kilowattstunde Spitzenenergie, den wir beim Export erzielen, erhalten wir zu Schwachlastzeiten zwei oder mehr Kilowattstunden aus dem Ausland! Klar, dass dieses vorteilhafte Geschäft den Schweizer Stromkunden zugute kommt.

Berücksichtigt man diese unterschiedlichen Strompreise, so versteht man auch den Sinn der Pumpspeicherung. Obwohl für das Hochpumpen von Wasser in einen Stausee etwa ein Viertel mehr Strom benötigt wird, als beim neuerlichen Turbinieren derselben Wassermenge erzeugt werden kann, geht die Rechnung auch wirtschaftlich auf: Gepumpt wird mit billiger Schwachlastenergie, turbiniert wird während der Verbrauchsspitzen, wenn hohe Preise für den erzeugten Strom erzielt werden können.

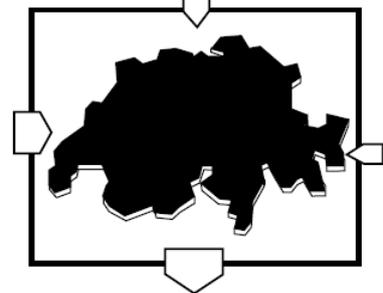
Quelle: Inief, Zürich

**Stromaustausch an einem Septembertag:**

Tagsüber ...



... und in der Nacht



1. Werden die im Text (er stammt von den schweizerischen Stromversorgern) gemachten Aussagen durch die beiden Grafiken zum Stromaustausch an einem Septembertag bestätigt? Berücksichtige bei Deiner Antwort die Besonderheiten der französischen (Exporteur) und italienischen (Importeur) Stromversorgung!
2. Ist dieser Austausch auch für die deutschen Nachbarn mit Vorteilen verbunden? Wenn ja, mit welchen?

---

---

---

---

---

---

---

---

## Station 14 – Stromnetz

---

### Lösungen

zu Arbeitsblatt 14.1 - Stromaustausch Deutschlands mit seinen Nachbarländern

1. Frankreich, Tschechien, Dänemark
2. Niederlande, Schweiz, Österreich
3. Die Erzeugung in der Schweiz und in Österreich basiert zu großen Teilen auf der Wasserkraft. Im Sommerhalbjahr ist das Wasserangebot groß, im Winter gering. Deshalb importieren beide Länder im Winterhalbjahr (Zeiten hoher Nachfrage) und exportieren im Sommerhalbjahr.

zu Arbeitsblatt 14.2 – Stromaustausch – Das Beispiel Schweiz

1. Ja, denn in der Nacht überwiegt der Import, tagsüber dagegen der Export. Italien als Stromimporteur bezieht (nicht nur) über die Schweiz indirekt Strom aus Frankreich, das mit seinen hohen Erzeugungskapazitäten (überwiegend Kernkraftwerke) dauerhaft an hohen Exporten interessiert ist.
2. Ja, denn auf diese Weise bleiben Erzeugungskapazitäten, die nachts sonst nicht genutzt würden, ausgelastet, die Kraftwerke arbeiten wirtschaftlich. Tagsüber, zu Zeiten besonders hoher Netzbelastung, wird Strom bezogen. Die Folge: Der Kraftwerkspark wird gleichmäßiger ausgelastet als ohne diesen Austausch.
3. Im Sommer ist das Wasserangebot sehr hoch, besonders die Laufwasserkraftwerke erzeugen viel Strom, weil die Flüsse viel Wasser führen. Der Bedarf ist dagegen im Sommer niedriger als im Winter. Im Winter wird wegen des geringeren Wasserangebots weniger Strom aus Wasserkraft erzeugt. Der Bedarf ist dagegen besonders hoch. Deshalb importiert die Schweiz im Winter und exportiert im Sommer.
4. Bei Ausbau der Kapazitäten durch Wärmekraftwerke wären die Kraftwerke nur im Winter ausgelastet; im Sommer müssten einige abgeschaltet werden, da die preisgünstige Stromerzeugung in Laufwasserkraftwerken einen großen Teil des Bedarfs abdeckt.

## Station 15 – Energieeffizienz

---

### Arbeitsauftrag

1. Lies im e-book „Energieeffizienz“ das Kapitel „Energieeffizienz und Energiesparen“ (Seite 9 - 14). Sprich mit den Mitschülern deiner Station die wesentlichen Inhalte durch.  
[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien  
<http://www.energie-macht-schule.de/bdew2/files/assets/basic-html/index.html#1>
2. Bearbeite allein Arbeitsblatt 15.1 – Stromverbrauch bei uns zu Hause.
3. Löst gemeinsam die Aufgaben auf Arbeitsblatt 15.2 – Struktur des Energieverbrauchs nach Verbrauchergruppen.

### Zusatzaufgabe

4. Bearbeite das interaktive Arbeitsblatt „Energieeffizienz im Haushalt“ an deinem Computer.  
<http://www.energie-macht-schule.de/content/interaktives-arbeitsblatt-energieeffizienz-haushalt>
5. Beteilige Dich als Experte für Energieeffizienz an der abschließenden Diskussionsrunde.

Station 15 – Energieeffizienz

Arbeitsblatt 15.1 – Stromverbrauch bei uns zu Hause

1. Wie viele Personen hat Euer Haushalt? \_\_\_\_\_
2. Art und Anzahl elektrischer Geräte kann von Haushalt zu Haushalt sehr verschieden sein. Welche Geräte werden bei Euch benutzt? Ergänze die Tabelle und recherchiere die Leistung von Haushaltsgeräten und deren Jahresstromverbrauch. Wenn Du die Leistung eines Gerätes kennst, kannst Du den Jahresverbrauch natürlich auch selber ausrechnen.
3. Kreuze in der Tabelle die bei Euch vorhandenen Geräte an und summiere für diese Geräte den zu erwartenden durchschnittlichen Verbrauch pro Jahr.

vorhandene Geräte	Ø Jahres-Stromverbrauch in kWh bei Personenzahl im Haushalt			Ø Stromverbrauch pro Jahr	Energiespartipp
	2	3	>=4		
Beleuchtung	285	330	435		
Warmwasserver- sorgung im Bad	780	1080	1390		
Warmwasserver- sorgung in der Küche	295	345	415		
Kühlschrank	310	330	355		häufiges Öffnen vermeiden
Elektroherd	390	445	575		
Waschmaschine	125	200	265		Trommel voll beladen
Fernseher	150	190	205		
Computer	450	630	690		
Summe kWh/Jahr:					

Station 15 – Energieeffizienz

---

Arbeitsblatt 15.1 – Stromverbrauch bei uns zu Hause

4. Vergleiche den errechneten durchschnittlichen Verbrauch mit Eurem realen Jahresverbrauch des letzten Jahres (Steht auf Eurer Stromrechnung. Fragt Eure Eltern.)

..... kWh, das sind ..... % mehr/weniger als der errechnete Durchschnittswert.

5. Bestimme den Bedarf an elektrischer Energie, den Ihr im Lauf der Woche zu Hause habt! Weißt Du wo der Stromzähler in Eurer Wohnung ist? Lies zu Beginn einer Woche und nach sieben Tagen den Zählerstand ab. Was ergäbe sich bei gleichbleibendem Verbrauch im Laufe eines Jahres?

Zählerstand am Anfang der Woche .....

Zählerstand nach sieben Tagen .....

Stromverbrauch pro Woche .....

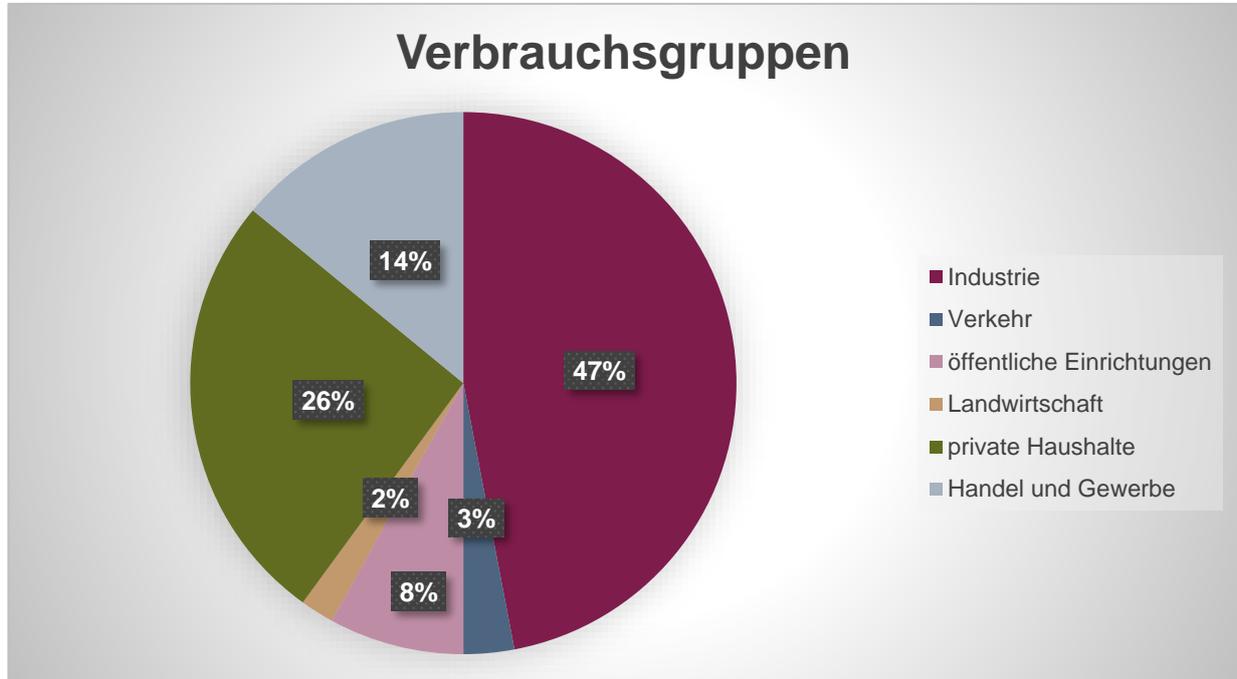
Stromverbrauch pro Jahr .....

6. Ergänze die Energiespartipps in der Tabelle.

Station 15 – Energieeffizienz

Arbeitsblatt 15.2 – Struktur des Energieverbrauchs nach Verbrauchsgruppen

Stromverbrauch 2018 in Deutschland insgesamt: 557 Mrd. kWh

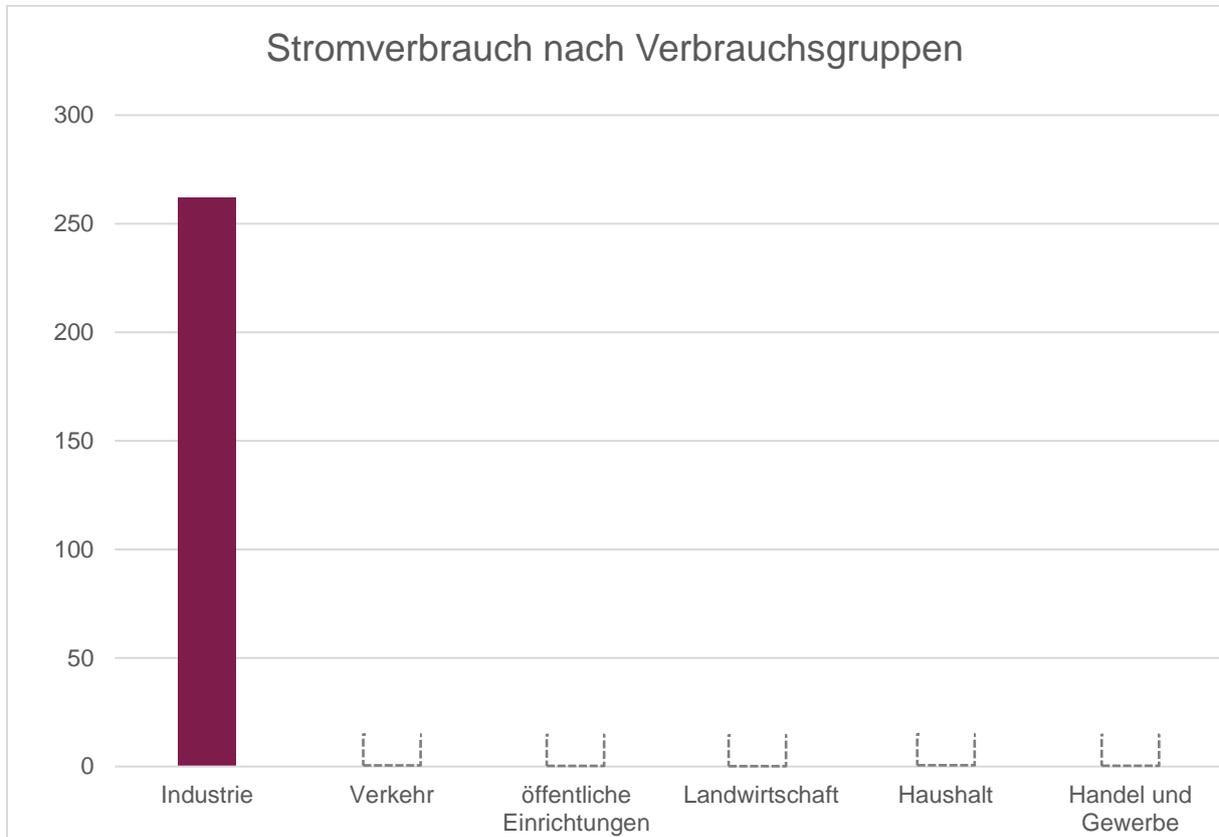


Vervollständige das Balkendiagramm. Nimm den Stromverbrauch aus 2018 als Grundlage und nutze zusätzlich die Angaben aus dem Kreisdiagramm.

Industrie	_____ 261,8 _____	(557/100x47)
Verkehr	_____	
öffentliche Einrichtungen	_____	
Landwirtschaft	_____	
private Haushalte	_____	
Handel und Gewerbe	_____	

Station 15 – Energieeffizienz

Arbeitsblatt 15.2 – Struktur des Energieverbrauchs nach Verbrauchsgruppen



Station 15 – Energieeffizienz

---

Lösung

zu Arbeitsblatt 15.1 – Struktur des Energieverbrauchs nach Verbrauchergruppen

Die als Balken dargestellte Anteile sind:

Industrie	47%	261,8 Mrd. kWh
Verkehr	3%	16,7 Mrd. kWh
öffentliche Einrichtungen	8%	44,6 Mrd. kWh
Landwirtschaft	2%	11,1 Mrd. kWh
private Haushalte	26%	144,8 Mrd. kWh
Handel und Gewerbe	14%	78 Mrd. kWh

## Station 16 – Energie und Umwelt

---

### Arbeitsauftrag

1. Lies im e-book „Energie und Umwelt“ das Kapitel „Kohlendioxid und Treibhauseffekt“ (Seite 11 - 13). Sprich mit den Mitschülern deiner Station die wesentlichen Inhalte durch.

[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien

[http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_6\\_eBook/flash.html#/15/](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_6_eBook/flash.html#/15/)

zusätzliche Informationen unter:

<https://www.mpimet.mpg.de/kommunikation/fragen-zu-klima-faq/wie-funktioniert-der-treibhauseffekt/>

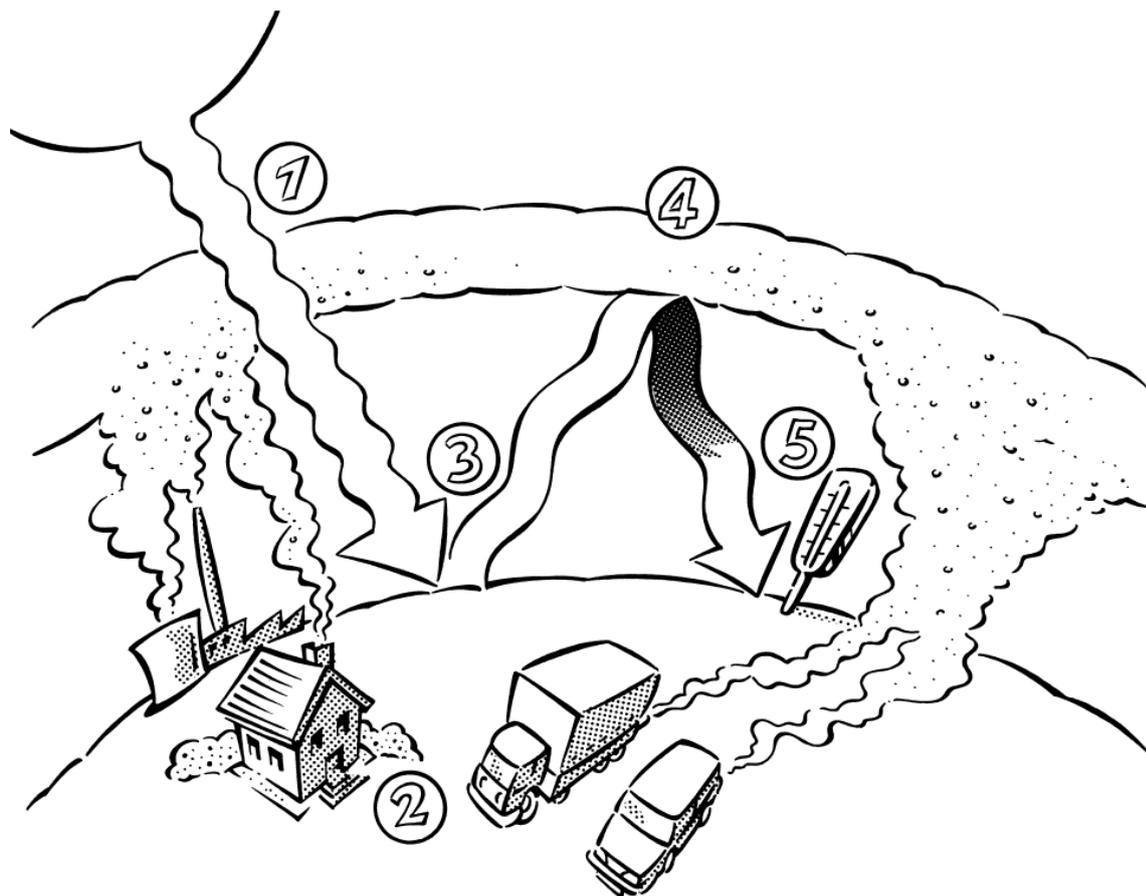
2. Bearbeite die Arbeitsblätter 16.1 – 16.3
3. Verfasse als Diskussionshilfe für Dich selbst einen Spickzettel.

### Zusatzaufgabe

4. Beteilige Dich als Umweltexperte an der abschließenden Diskussionsrunde.

Station 16 – Energie und Umwelt

Arbeitsblatt 16.1 – Prinzip des Treibhauseffekts



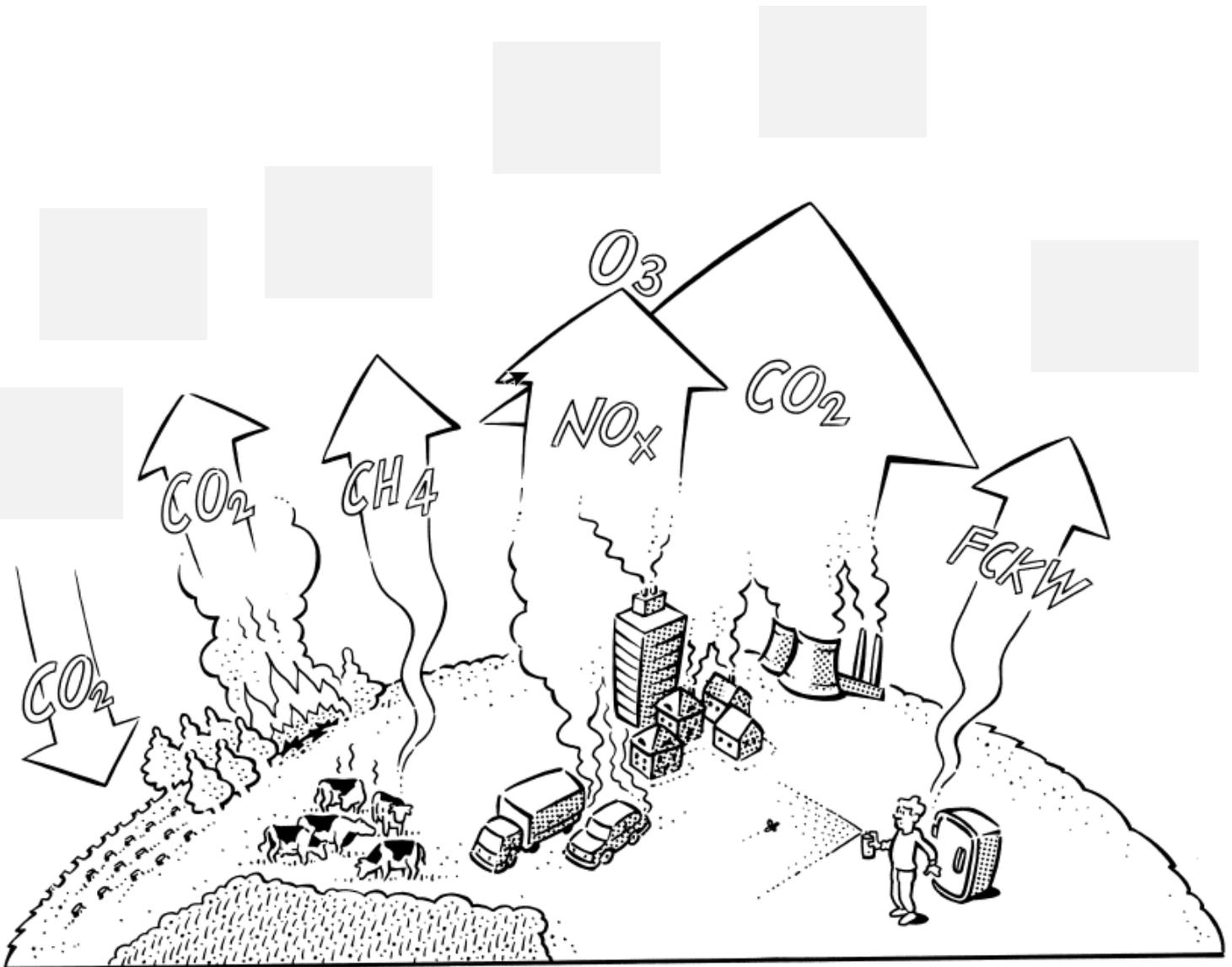
Erkläre die Hauptmerkmale des Treibhauseffekts mit 5 einfachen Sätzen.

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Station 16 – Energie und Umwelt

Arbeitsblatt 16.2 – Ursachen des „anthropogenen“ Treibhauseffekts

1. Finde heraus, welcher Textblock zu welchem Feld in der Zeichnung gehört.
2. Schneide die Textblöcke aus und klebe sie an die entsprechende Stelle.



FCKW entstehen u. a. bei der Aufschäumung von Kunststoffen und sind als Kühlmittel in alten Kühlschränken eingesetzt.

Bei den Verdauungsvorgängen in den Mägen der wachsenden Rinderherden und in sumpfigen Reisfeldern entstehen große Mengen Methan.

Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), die bei Verbrennungsprozessen z. B. in Motoren, Industriebetrieben, Kraftwerken und Haushalten frei werden, bewirken eine Anreicherung von Ozon (O<sub>3</sub>) in der unteren Atmosphäre.

Bei der Brandrodung tropischer Wälder bildet sich CO<sub>2</sub>.

Durch die Abholzung tropischer Wälder kann weniger CO<sub>2</sub> bei der Fotosynthese umgewandelt werden.

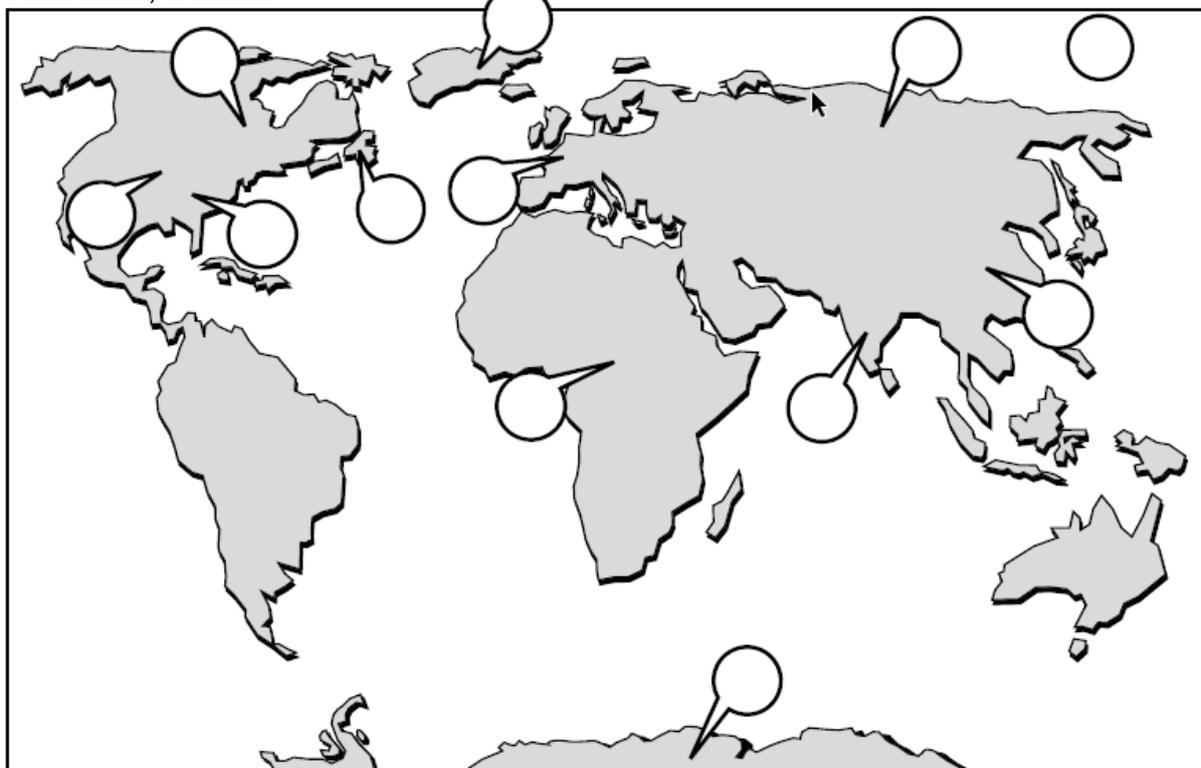
Bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen entsteht CO<sub>2</sub>.

Station 16 – Energie und Umwelt

Arbeitsblatt 16.3 – Mögliche Auswirkungen des Treibhauseffekts

1. Ordne die Texte den Feldern auf der Weltkarte zu. Nehmt einen Atlas zur Hilfe.

Was wäre, wenn...



Schlagzeilen von Tageszeitungen im Jahr 2050

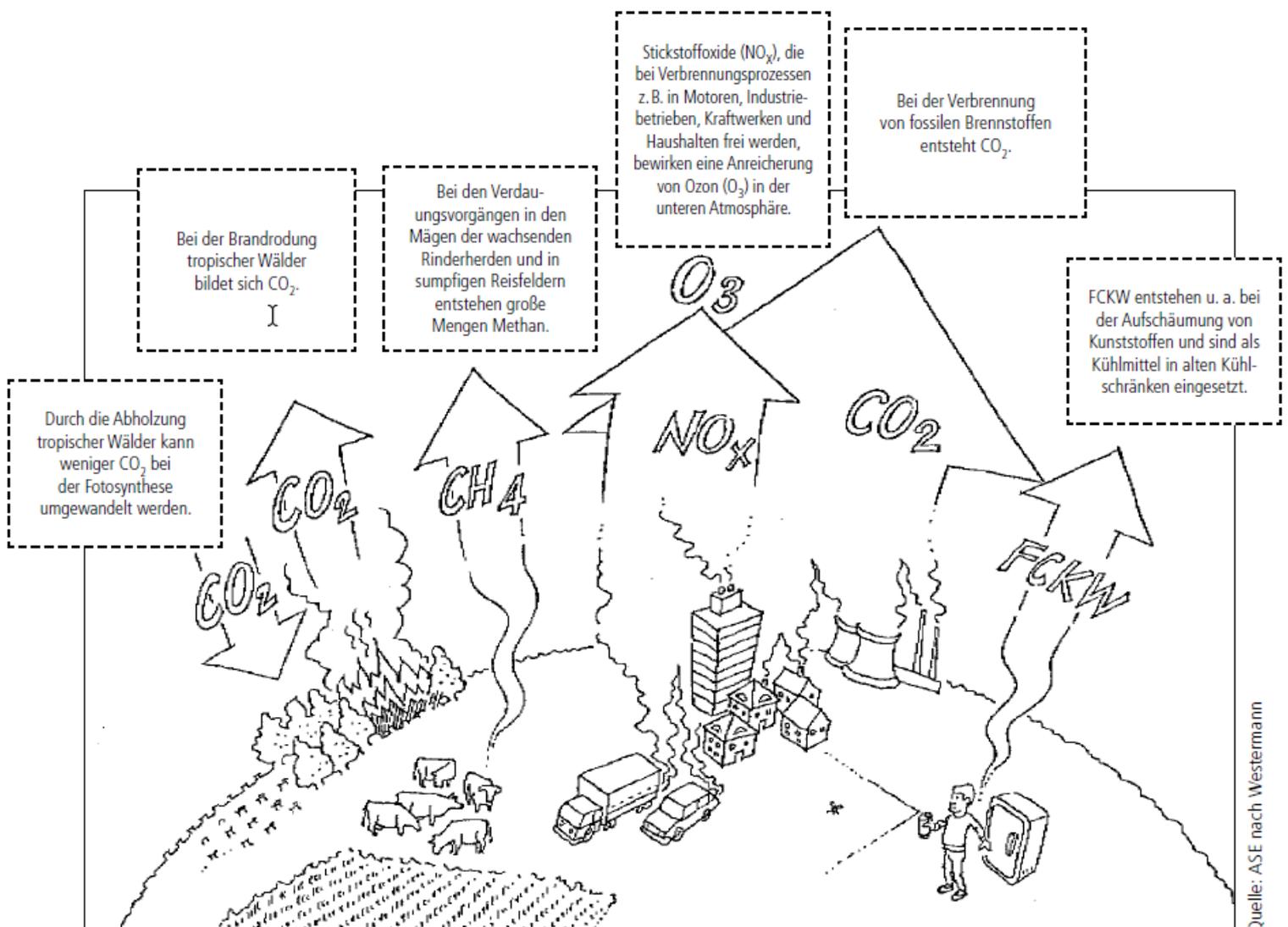
1. Der Polarkreis: Häfen Sibiriens und Alaskas sind die meiste Zeit des Jahres eisfrei. Kommerzielle Schifffahrt nimmt zu.
2. Grönland: Schmelzende Eisdecke lässt Meeresspiegel um 30 cm steigen. Überflutung der Küstenregionen.
3. Russland: Jährliche Anbauzeit verlängert sich um 40 Tage. Dürreperioden erfordern neue Bewässerungsprojekte.
4. Antarktis: Regenschauer und Schnee lassen Eisschicht wachsen. Durch Treibhauseffekt bewirkter Anstieg des Meeresspiegels hierdurch teilweise kompensiert.
5. China: Höhere Niederschläge verbessern Erträge im kargen Ackerland Zentral-Chinas.
6. Kanada: Nachlassen der Niederschläge führt zu Ernteeinbußen in der Kornkammer Ontario.
7. Der mittlere Westen der USA: Ackerland durch heißere Sommer zunehmend geschädigt.
8. Colorado: Sinkender Wasserstand des Flusses ruiniert Landwirtschaft und Wasserhaushalt im Westen der USA.
9. Indien und Bangladesch: Beide Länder von Taifunen und Überschwemmungen heimgesucht.
10. Neufundland und Neuschottland: Wachsende Eisberge gefährden Schifffahrt.
11. Westeuropa: Große Deichbauprojekte zum Schutz der Küsten fertiggestellt.
12. Äquatorial-Afrika: Tropische Regenzone verlagert sich nach Norden. Mehr Niederschläge für ausgedörrte Länder Tschad, Sudan, Äthiopien.

Lösungen

zu Arbeitsblatt 16.1 – Prinzip des Treibhauseffekts

1. Kurzwellige Sonnenstrahlung durchdringt ungehindert die Atmosphäre.
2. Verbrennungsprodukte (Abgase) – insbesondere Kohlendioxid – und andere Spurengase gelangen in die Atmosphäre.
3. Kurzwellige Sonnenstrahlung wandelt sich am Boden zu langwelliger Wärmestrahlung um.
4. Die langwellige Wärmestrahlung wird von den Spurengasen in der Atmosphäre zum Teil reflektiert.
5. Die Temperatur an der Erdoberfläche und in der bodennahen Atmosphäre erhöht sich.

zu Arbeitsblatt 16.2 – Ursachen des „anthropogenen“ Treibhauseffekts



Lösungen

zu Arbeitsblatt 16.3 – Mögliche Auswirkungen des Treibhauseffektes



## Station 17 – Energiewirtschaft der Zukunft

### Arbeitsauftrag

1. Lies im e-book „Energie. Der Begriff. Die Ressourcen. Der Bedarf“ das Kapitel 3.3 „Prognosen und Szenarien der Energieentwicklung“ und 3.4 „Entwicklung der Weltbevölkerung und des Weltenergiebedarfs“ (Seite 27 - 31). Sprich mit den Mitschülern deiner Station die wesentlichen Inhalte durch.

[www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) Materialien

[http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ\\_1\\_eBook/flash.html#/1/](http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/image/LQ_1_eBook/flash.html#/1/)

zusätzliche Informationen unter:

<https://www.dsw.org/weltbevoelkerung/>

2. Bearbeite die Arbeitsblätter 17.1 – Weltenergieversorgung. Fülle den Lückentext aus.
3. Betrachte die Grafiken der Deutschen Stiftung Weltbevölkerung und sprich mit den Mitschülern deiner Station die wesentlichen Inhalte durch.
4. Verfasse als Diskussionshilfe für Dich selbst einen Spickzettel.

### Zusatzaufgabe

5. Beteilige Dich als Zukunftsexperte zur Frage der Perspektiven der globalen Energieversorgung an der abschließenden Diskussionsrunde.

Station 17 – Energiewirtschaft der Zukunft

Arbeitsblatt 17.1 – Weltenergieversorgung

1. Fülle den Lückentext aus.

Der weltweite \_\_\_\_\_ an Primärenergie wächst kontinuierlich. Die Nachfrage nach \_\_\_\_\_ ist besonders groß. Auch Kohle und \_\_\_\_\_ sind wichtige Lieferanten der weltweit benötigten Primärenergie. Diese drei Energieträger gehören zu den \_\_\_\_\_ Ressourcen, die nur begrenzt zur Verfügung stehen.

Hinsichtlich des Energieverbrauchs pro Kopf gibt es je nach Land jedoch große Unterschiede. In den \_\_\_\_\_ wie den USA oder Deutschland ist er sehr viel \_\_\_\_\_ als in Ländern der Dritten Welt.

Das bleibt aber nicht immer so. Es gibt einige Länder, in denen sich die Wirtschaft rasant weiterentwickelt. Dazu gehören beispielsweise Indien und China. Es wird davon ausgegangen, dass die Weltbevölkerung kontinuierlich \_\_\_\_\_ wird. Diese Entwicklungen haben auch Auswirkungen auf den weltweiten \_\_\_\_\_, der ebenfalls zunehmen wird.

Da die \_\_\_\_\_ Energieträger nur begrenzt zur Verfügung stehen, wird es in Zukunft darauf ankommen, neue Energiequellen zu erschließen. Dazu gehört zum Beispiel neben der Energie aus Wasser, Sonne und Biomassen vor allem die \_\_\_\_\_. In Deutschland wurde 2018 bereits \_\_\_\_\_ Prozent des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt.

## Station 17 – Energiewirtschaft der Zukunft

### Arbeitsblatt 17.2 – Historische Entwicklung der Weltbevölkerung



Die erste Milliarde erreichte die Weltbevölkerung im Jahr 1804. Bis 1900 lebten noch 1,6 Milliarden Menschen auf der Erde. Im Jahr 1927 waren es zwei Milliarden, 33 Jahre später drei Milliarden. 1974 wurden vier und schon 1987 fünf Milliarden Menschen gezählt. Im Jahr 1999 überschritt die Weltbevölkerung die Sechs-Milliarden Grenze. Damit hat sich die Weltbevölkerungszahl im 20. Jahrhundert nahezu vervierfacht – ein in der Geschichte der Menschheit einmaliger Vorgang.

Zur Zeit wächst die Weltbevölkerung etwa alle 14 Jahre um eine weitere Milliarde Menschen. Das Bevölkerungswachstum findet zu 95 Prozent in Entwicklungsländern statt.

Recherchiere den Hintergrund der verschiedenen Varianten der Prognosen.

Station 17 – Energiewirtschaft der Zukunft

Arbeitsblatt 17.3 – Die Welt – ein Dorf



Finde auf der Seite der Deutschen Stiftung Weltbevölkerung heraus, der wievielte Mensch auf der Welt Du bist.

Station 17 – Energiewirtschaft der Zukunft

---

Lösungen

**Zu Arbeitsblatt 17.1 – Lückentext zur Weltenergieversorgung**

Der weltweite **Bedarf** an Primärenergie wächst kontinuierlich. Die Nachfrage nach **Erdöl** ist besonders groß. Auch Kohle und **Erdgas** sind wichtige Lieferanten der weltweit benötigten Primärenergie. Diese drei Energieträger gehören zu den **fossilen** Ressourcen, die nur begrenzt zur Verfügung stehen.

Hinsichtlich des Energieverbrauchs pro Kopf gibt es je nach Land jedoch große Unterschiede. In den **Industrieländern** wie den USA oder Deutschland ist er sehr viel **höher** als in Ländern der Dritten Welt.

Das bleibt aber nicht immer so. Es gibt einige Länder, in denen sich die Wirtschaft rasant weiterentwickelt. Dazu gehören beispielsweise Indien und China. Es wird davon ausgegangen, dass die Weltbevölkerung kontinuierlich **anwachsen** wird. Diese Entwicklungen haben Auswirkungen auch Auswirkungen auf den weltweiten **Energiebedarf**, der ebenfalls zunehmen wird.

Da die **fossilen** Energieträger nur begrenzt zur Verfügung stehen, wird es in Zukunft darauf ankommen, neue Energiequellen zu erschließen. Dazu gehört zum Beispiel neben der Energie aus Wasser, Sonne und Biomassen vor allem die **Windenergie**. In Deutschland wurde 2018 bereits **37,8** Prozent des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt.

## **Die abschließende Expertendiskussion**

Für die Abschlussdiskussion sollten mindestens 45 Minuten, besser 90 Minuten eingeplant werden. Der Raum sollte entsprechend gestaltet werden. Die „Experten“ sitzen wie bei einer TV-Talkshow vorne, das Plenum gegenüber. Es lohnt sich, mit kleinen Extras, wie zum Beispiel Namensschildern (Monika Mustermann, Expertin für Umweltfragen) die Ernsthaftigkeit der besonderen Unterrichtssituation zu betonen. Wichtig ist die Rolle des Moderators. Man kann in einer 10ten Klasse nicht davon ausgehen, dass die Schülerinnen und Schüler dieser Aufgabe gewachsen sind. Auf der anderen Seite gibt es immer wieder besondere Begabungen, die eine solche Situation durchaus meistern. Ansonsten sollte die Lehrkraft diese Rolle übernehmen.

### **Der Moderator muss als erstes die Regeln für die Diskussion verkünden:**

- Den grundsätzlichen Ablauf der Veranstaltung (z. B. Einführung durch den Moderator, Statements der Experten, Diskussion der Experten, Fragen aus dem Publikum)
- Festlegung der jeweiligen Sprechzeiten (Zeit für die einzelnen Statements, Diskussionszeit, Zeit für Fragen aus dem Publikum) und diese im Verlauf der Veranstaltung auch kontrollieren und deren Einhaltung einfordern.
- Mit einer kurzen Vorstellung der Expertenrunde, gegebenenfalls einem groben Umriss des Themas, aber in jedem Fall mit einer einleitenden Fragestellung eröffnet der Moderator dann die Expertendiskussion.
- Der Moderator beendet den jeweiligen Veranstaltungsblock und leitet zum nächsten über. Werden Fragen aus dem Publikum zugelassen, sollte der Moderator hier strukturieren eingreifen, z. B. immer drei Fragen zu einem Block zusammenfassen.
- Der Moderator beendet die Diskussionsrunde und bedankt sich bei den teilnehmenden Experten für ihre Teilnahme. Die Zuhörer aus dem Plenum können mit der Aufgabenstellung, einen Artikel für die Schülerzeitung über diese Veranstaltung zu verfassen zu erhöhter Aufmerksamkeit motiviert werden.