

Wie entsteht Strom?

Lehrerinformation



1/13

Arbeitsauftrag	Die Sch' erkennen die verschiedenen Möglichkeiten der Stromproduktion. Anhand eines Postenlaufes werden die wichtigsten Stromproduktionsarten erklärt: Posten 1: Kohlekraft Posten 2: Atomkraft Posten 3: Windkraft Posten 4: Solarenergie Die Sch' lösen die Postenblätter
Ziel	Die Sch' erkennen die Relevanz und das Potenzial der jeweiligen Stromproduktionsarten. Sie sind in der Lage die Stromproduktionsart mit Vor- und Nachteilen zu beurteilen.
Material	Pro Posten: Lesetexte Arbeits- und Fragenblatt Gefahrenkarte CH (Information)
Sozialform	GA
Zeit	60'

Zusätzliche
Informationen:

- Ergänzend: Zur Vertiefung des Themas verfassen die Sch' zu jeder Stromproduktionsart ein kurzes Portrait mit den wichtigsten Informationen.
- Sch' diskutieren die eigene Energieversorgung zu Hause, des Schulhauses und entwickeln Vorschläge (technisch, Energieeffizienz).
- Verschiedene Webseiten zeigen Hintergrund: recherchieren, Schlagworte

Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



2/13

Stromherkunft

Bearbeiten Sie die verschiedenen Posten im Rundlauf! Pro Posten haben Sie rund 15 Minuten zur Verfügung.

Aufgabe:

- Lesen Sie den Einführungstext
- Studieren Sie die Aufgaben und die dazu gehörenden Informationstexte
- Tragen Sie die Lösungen in Ihr Begleitblatt ein
- Diskutieren Sie in der Gruppe die gefundenen Resultate

Einführungstext

Energiepolitik

Die deutsche Energiepolitik verfolgt zwei Hauptziele: den **sparsameren Verbrauch** respektive die **effizientere** Nutzung der Energie und die **Förderung erneuerbarer Energien**. Insgesamt betrug 2010 der Anteil der erneuerbaren (regenerativen) Energien am gesamten Energieverbrauch 16,5 %.

Die billigsten Energieträger sind fossile Energien wie Rohöl und Kohle. Die Liberalisierung des europäischen Strommarktes wirkt auf die (umweltbelastenden) fossilen Energien zusätzlich kostensenkend. Diese Entwicklung gefährdet die ökologische Nachhaltigkeit, das heisst den umweltschonenden Umgang mit Energie. Deshalb ist die Förderung erneuerbarer Energien besonders wichtig: Deutschland will bis im Jahre 2010 den Ausstoss von CO₂ (Kohlendioxid) auf 90% des Ausstosses von 1990 senken.

Nach den neuesten politischen Entscheidungen zum Atomausstieg, ist die Energiepolitik vor besondere Herausforderungen gestellt, denn der Strom aus den AKWs muss mittelfristig durch andere Energieträger ersetzt werden.



Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



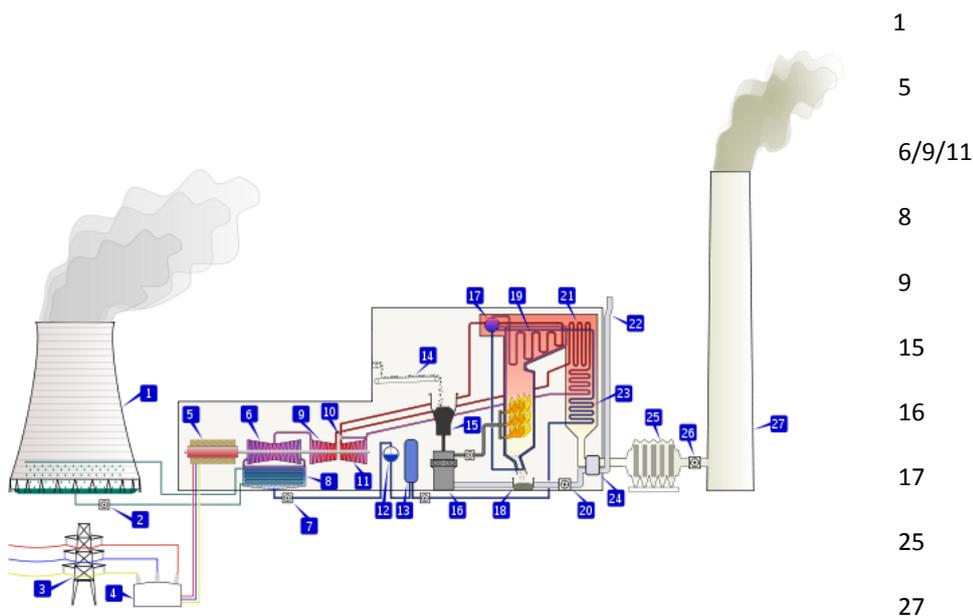
3/13

Posten: Kohlekraft – Begleitblatt

In einem Kohlekraftwerk wird die Braun- bzw. Steinkohle zerkleinert, gemahlen, getrocknet und dann im Brennerraum vollständig verbrannt (ca. 90 kg Steinkohle, bzw. 250 kg Braunkohle pro Sekunde). Dadurch wird Wasser in einem geschlossenen Kreislauf erhitzt und verdampft. Der Wasserdampf treibt eine Dampfturbine an, wird dann im (durch Kühlwasser gekühlten) Kondensator wieder verflüssigt und gelangt erneut in den Kreislauf zurück. Die Turbine treibt den angekuppelten Generator zur Energieerzeugung an. Das im Brennerraum durch Verbrennung entstandene Rauchgas wird gereinigt, bevor es über den Schornstein das Kraftwerk verlässt. Die Asche des Brennstoffes wird als Schlacke aus dem Brennerraum abgezogen und zu Baustoff verarbeitet.

Aufgabe:

- Beschriften Sie die wichtigsten Teile des Kohlekraftwerks!
- Zeichnen Sie mit einem Pfeil ein, wo der Kohlestaub verbrannt wird!
- Beantworten Sie die untenstehenden Fragen!



1

5

6/9/11

8

9

15

16

17

25

27

Bildquelle: Kohlekraftwerk, de.wikipedia.org

- Was ist der Unterschied von Steinkohle- und Braunkohlekraftwerken?

- Was versteht man unter einer Turbine?

- Was geschieht mit dem Abgas des Kohlekraftwerks?

Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



4/13

Posten: Kohlekraft – Lesetext



In Deutschland ist die Kohle mit ihrem **Anteil von rund 40 %** an der gesamten Stromproduktion das Rückgrat der Elektrizitätsversorgung. Kohle ist billig, ungefährlich und einheimisch.

An die bisher bestehenden Kohlekraftwerke hat man sich gewöhnt und sie geben, abgesehen von ihrem CO₂ Ausstoss, relativ wenig Anlass zu Diskussionen.

Bedenken werden heute also vor allem aus ökologischer Sicht geäußert, denn Kohlekraftwerke verbrennen fossile Energieträger. Dies sind – im Unterschied zu erneuerbaren und atomaren Energieträgern – solche, die letztlich aus den Überresten vorzeitlicher Lebewesen entstanden sind. Fossile Energieträger sind vor allem Steinkohle, Braunkohle, Erdöl und Erdgas. Die Energiedichte von Braunkohle gegenüber Steinkohle ist etwa dreifach geringer (3 Kilowattstunden pro Kilogramm gegenüber 9 kWh/kg), daher muss in Braunkohlekraftwerken gegenüber Steinkohlekraftwerken die dreifache Masse pro Energieeinheit verfeuert werden.

Faktoren eines typischen Kraftwerks

Bruttoleistung eines typischen Kraftwerks (MWel)	800
Preis dieser Anlage (Mio. Euro)	600-800 (steigend)
Bauzeit (Jahre)	3-4
Laufzeit (Jahre)	30-45 (neu)
Stromgestehungskosten (cent/kWh)	3,3-7,0
Wasserbedarf	ja
CO ₂ -Emissionen (g/kWh)	790-1230
Radioaktive Abfälle (g/kWh)	0 - aber leichte Belastung durch Kohleasche möglich
Sonstige Umweltbelastungen	hoch bis sehr hoch
Spitzenlastfähig	Nein
Grundlastfähig	Ja
Volkswirtschaftliche Bedeutung	sehr hoch

Kohlekraftwerke vernetzt gedacht

Kohle wird in Deutschland zunehmend kritischer gesehen, ist aber weltweit weiter auf dem Vormarsch: allein in China geht Anfang 2010 alle sechs bis sieben Tage ein neues großes Kohlekraftwerk ans Netz. Im Jahr 2006 baute das Land sogar 176 neue Kohlekraftwerke. Der Herausforderung Kohlekraft wird man sich in internationalem Maßstab also stellen müssen, selbst wenn national ein anderer Weg gewählt werden sollte. Gleichzeitig werden Probleme wie Reduktion der weltweiten CO₂-Emissionen und nicht zuletzt die Endlichkeit der Kohle selbst immer drängender. In der umkämpften Debatte um Kohle gibt es entsprechend auseinander gehende Bewertung der Zukunftsfähigkeit von Kohle.

Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



5/13

Aufgabe: Wägen Sie die Vor- und Nachteile von Kohlekraftwerken gegeneinander ab!

Vorteile

- Deutschland ist reich an Kohle, wobei der Braunkohleabbau im Tagebau kostengünstig ist während der bergmännische Abbau der deutschen Steinkohle aus Kostengründen weitgehend eingestellt wurde, da Steinkohle auf dem Weltmarkt günstiger zu beziehen war. Durch die steigenden Energiepreise der letzte Jahren wurde sie im internationalen Vergleich jedoch wieder wirtschaftlicher. Fast die Hälfte des in Deutschland produzierten Stroms stammt aus Kohlekraftwerken. Kohlestrom ist also nach derzeitigem Stand das Rückgrad der deutschen Stromversorgung.
- Kohlestrom zählt zu den billigsten Stromarten. Er ist grundlastfähig („Regelbarkeit“ trifft es eigentlich besser statt „Grundlastfähigkeit“, auch wenn dieser Begriff immer wieder verwendet wird).
- Die Kohlevorräte weltweit reichen noch rund zweihundert Jahre und damit länger als alle anderen fossilen Energieträger.
- Auf dem Weltmarkt kann Steinkohle von vielen Ländern, auch aus politisch stabilen Regionen, bezogen werden. Eine politisch verursachte Versorgungskrise ist daher unwahrscheinlicher als z.B. bei Erdgas.
- CCS-Technologie (CO₂-Abscheidung und Lagerung) könnte in Zukunft Energie aus „clean coal“, aus sauberer Kohle, ermöglichen. Trotz mancher Risiken könnten somit wesentliche Nachteile von Kohle gemindert oder beseitigt werden.

Nachteile

- Kohleverstromung hat mit Abstand die höchsten CO₂-Emissionen von allen Formen der Stromerzeugung und gilt daher als besonders klimaschädlich.
- Auch die sonstigen Emissionen von Kohlekraftwerken (Schwefeldioxid, Stickoxide, Staub) können – je nach Zustand der Rauchgasreinigung - zur Umweltbelastung der Kraftwerksumgebung beitragen. Braunkohle wird im Tagebau abgebaut. Dazu werden riesige Natur-, Landwirtschafts- und Siedlungsflächen zunächst zerstört und erst lange Zeit später nach Abbaue wiederhergestellt. Oft müssen ganze Siedlungen verlegt werden um den Abbau zu ermöglichen.
- Die Förderung von Steinkohle in Deutschland ist bereits weitestgehend abgewickelt, Abhängigkeit in der Kohleversorgung lässt sich für die Bundesrepublik kaum vermeiden. China ist weltgrößter Förderer von Steinkohle. Die Arbeitsbedingungen in den chinesischen Minen gelten als hochgradig problematisch.
- Trotz aller Möglichkeiten von CCS – Kohle ist und bleibt endlich und damit höchstens eine (lange anhaltende) Zwischenlösung.

Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



6/13

Posten: Atomkraft – Begleitblatt

22,6 % des Stroms in Deutschland stammen aus Atomkraftwerken. Wie beim Kohle- oder Gaskraftwerk, wird dabei Wasser stark erhitzt, dadurch entsteht heisser Wasserdampf, der als Hochdruckdampfstrahl auf Schaufeln von Turbinen geleitet wird und diese zum schnellen Drehen bringt. Dreht sich das Turbinenrad um seine Achse, bewegt es im angekoppelten Generator massive Magnete mit sich um eine Leiterspule (aus Kupferdrähten). Das sich so bewegendes Magnetfeld erzeugt über Induktion in den Leitern Strom. Dieser wird in Transformatoren so verändert, dass er für Transport oder Nutzung zur Verfügung steht.

Aufgabe: Beantworten Sie die untenstehenden Fragen!

- Beschreiben Sie in einfachen Worten den Kernspaltungsvorgang im KKW

- Warum sind KKW's gefährlicher als Kohlekraftwerke?

- Ein KKW produziert CO₂-frei – Welche Kraftwerktypen erzeugen viel CO₂?

- Wie viele KKW's betreibt Deutschland? Tragen Sie die Standorte in die Karte ein!

Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



7/13

Posten: Atomkraft – Lesetext

Die Atom- oder Kernenergie ist, nach der Kohle / Gas, die zweite, grosse Stromlieferantin in Deutschland. Die Atomkraftwerke (AKW) liefern rund 22,6 % des Bedarfs an Elektrizität.



Die Atomenergie war in Deutschland schon lange umstritten. Die Zustimmung veränderte sich stark wegen des Unfalls in Tschernobyl, was zu immer grösserem Widerstand in der Bevölkerung führte, insbesondere bei der Diskussion um die **Wiederaufbereitung** und die **Atommüllendlagerung**. Heute, nach Fukushima und diesem verheerenden Gau hat sich eine krasse **Wende für die Energiepolitik** der Zukunft ergeben. Volk und Politik wollen aus der Atomtechnik aussteigen. So beschlossen die Bundesregierung und das Parlament den schrittweisen Ausstieg. Dabei wurden erst etliche Reaktoren vom Netz genommen, die bestehenden Reaktoren sollen so lange laufen, wie sie sicher sind. Doch das Enddatum ist gesetzt.

Als Atomausstieg bezeichnet man vier Sachverhalte:

1. Die Entscheidung, beim Eintreten bestimmter Bedingungen oder zu einem bestimmten zukünftigen Zeitpunkt vorhandene Kernkraftwerke abzuschalten oder
2. Den Prozess bzw. Zeitraum, in dem man diese Entscheidung in die Tat umsetzt oder
3. Die im Jahr 2000 getroffene Vereinbarung der rot-grünen Bundesregierung mit den vier deutschen Kernkraftwerksbetreibern, die deutschen Kernkraftwerke nach dem Erzeugen bestimmter Strommengen abzuschalten (auch Atomkonsens genannt) oder

Die nach der der Katastrophe von Fukushima (Japan) im März 2011 getroffene Entscheidung der schwarz-gelben Bundesregierung, die Laufzeit aller deutschen Kernkraftwerke stufenweise und letztendlich **2022 zu beenden**; dazu wurde am 30. Juni 2011 vom Deutschen Bundestag das Dreizehnte Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (AtG) beschlossen, das diesen Ausstieg abschließend regelt.

Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



8/13

Posten: Atomkraft – Begleitblatt

Um Strom zu gewinnen, wird die Bewegungsenergie des Windes von den Rotorblättern der Anlage in eine Drehbewegung gewandelt, die einen Generator im Innern der Gondel antreibt - ähnlich wie bei einem Fahrraddynamo. Ausschlaggebend für den Ertrag sind die Bauart der Rotorblätter sowie die Windgeschwindigkeit. Ab einer Windgeschwindigkeit von ca. 3 m/s kann mit einer Windkraftanlage Strom erzeugt werden. Bei einer Verdoppelung der Windgeschwindigkeit kann sich die Leistung der Anlage verachtfachen. Moderne Windkraftanlagen haben entgegen ihres schlanken Erscheinungsbildes eine gewaltige Größe. Der Durchmesser ihrer Rotoren kann bis zu 120m betragen und entspricht damit der Länge eines Fußballfeldes.

Aufgabe:

Studieren Sie zunächst den Lesetext und beantworten Sie dann die untenstehenden Fragen!

- Immer wieder gibt es Widerstand gegen Windkraftparks – warum? Nennen Sie 3 Gründe!

1. _____
2. _____
3. _____

- Ist es möglich mit Windkraft die Atomkraftwerke zu ersetzen? Ihre Einschätzung!

- Beschriften Sie die beiden Modelle

Auswahl Begriffe:

- Rotorblattlager
- Windmesser
- Rotorwelle
- Rotorblatt
- Bremse
- Motor
- Elektrische
- Blattverstellung
- Turm
- Getriebe
- Generator
- Stueurelektronik

Windenergie

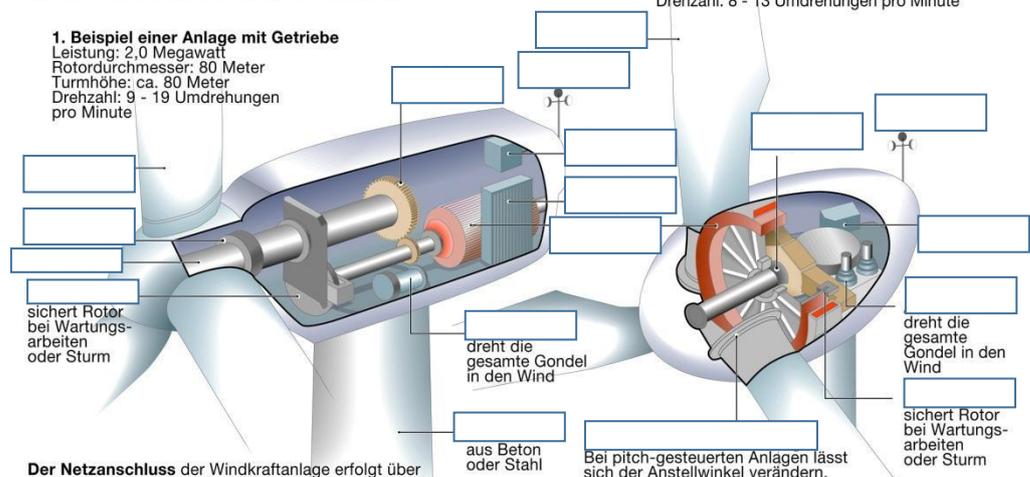
Bei Windkraftanlagen haben sich zwei verschiedene Konstruktionsprinzipien durchgesetzt: Anlagen mit Getriebe (1.) erhöhen die niedrige Drehzahl des Generators auf eine für den Generator günstige Drehzahl. Bei getriebelosen Anlagen (2.) sitzt der Rotor des Generators direkt auf der Rotorwelle.

2. Beispiel einer getriebelosen Anlage

Leistung: 5,0 Megawatt
Rotordurchmesser: 114 Meter
Turmhöhe: ca. 124 Meter
Drehzahl: 8 - 13 Umdrehungen pro Minute

1. Beispiel einer Anlage mit Getriebe

Leistung: 2,0 Megawatt
Rotordurchmesser: 80 Meter
Turmhöhe: ca. 80 Meter
Drehzahl: 9 - 19 Umdrehungen pro Minute



Der Netzanschluss der Windkraftanlage erfolgt über einen zwischengeschalteten Gleichstromkreis. Der vom Generator erzeugte Wechselstrom wird zunächst in Gleichstrom und anschließend wieder in Wechselstrom mit der richtigen Frequenz und Spannung umgewandelt. Dadurch ist ein drehzahlvariabler Betrieb der Windkraftanlage möglich und die mechanischen Belastungen werden minimiert.

Bildquelle: <http://www.kommunal-erneuerbar.de/de/technologien/windenergie.html>

Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



9/13

Posten: Windkraft – Lesetext

Abschaltung von Windenergieanlagen um bis zu 69 Prozent gestiegen.

Die Abschaltung von Windenergieanlagen aufgrund von Netzengpässen nimmt deutlich zu.

Im Jahr 2010 sind bis zu 150 Gigawattstunden Windstrom verloren gegangen, weil die Netzbetreiber Anlagen abgeschaltet haben. Im Vergleich zum Vorjahr ist das eine Steigerung um bis zu 69 Prozent. „Das sind alarmierende Werte. Hier geht wertvoller CO₂-freier Strom verloren, nur weil der Netzausbau seit Jahren verschleppt wird. Vor dem Hintergrund, dass 2010 ein eher schlechtes Windjahr war, ist in den nächsten Jahren sogar noch von einer steigenden Tendenz auszugehen“, betont der Präsident des BWE, Hermann Albers.

Das **Erneuerbare Energien Gesetz** regelt, dass die Betreiber der abgeschalteten Windenergieanlagen vom Netzbetreiber für den Ausfall entschädigt werden. Die meisten Abschaltungen wurden von der E.ON Netz GmbH durchgeführt: Etwa vier Fünftel der Einsparmaßnahmen fanden in ihrem Netzgebiet statt. Daneben stiegen auch in anderen Netzgebieten die Abschaltungen und es kamen neu betroffene Netzgebiete hinzu.

Weltweit erlebt die Windenergie ein **starkes Wachstum**: die globale Wachstumsrate neu errichteter Windkraft-Anlagen liegt bei 20%. Neben Deutschland kann sich auch in der Schweiz die Windenergie noch stark entwickeln: bis zum Jahr 2030 könnten Anlagen, welche die strengen Kriterien des Konzepts „Windenergie Schweiz“ erfüllen rund 600 GWh Strom pro Jahr produzieren. Ideale Standorte befinden sich auf den Jurahöhen, aber auch in den Alpen und im westlichen Mittelland.



Obwohl die Windenergie aus ökonomischer wie ökologischer Sicht überzeugt, wird die Planung von Windparks oft durch **Einsparungen und Rekurse** unschwerfällige Politik verzögert.

Zu den Kriterien für die Identifikation guter **Standorte** gehören Windaufkommen, Erschließung, Siedlungsabstand sowie Verträglichkeit mit Natur und Landschaft.

Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



10/13

Posten: Solarenergie – Begleitblatt

Hier gibt es zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahren. Bei der Technik mit **Sonnenkollektoren** werden die Sonnenstrahlen über Parabolspiegel auf einen Punkt konzentriert. Mit der dort aufgefangenen Strahlungshitze wird Wasser stark erhitzt. Dadurch entsteht heisser Wasserdampf, der als Hochdruckdampfstrahl auf Schaufeln von Turbinen geleitet wird und diese zum schnellen Drehen bringt. In einem Generator wird die Bewegungsenergie in elektrische Energie umgesetzt.

Bei der zweiten Verfahrensform nutzt man die **Photovoltaik-Technik**. Das ist die direkte Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie mittels Solarzellen. Solarzellen bestehen aus Halbleitern, wie sie bei der Herstellung von Computer-Chips verwendet werden. Diese Halbleiter erzeugen unter Licht Elektrizität. Der Strom wird durch metallische Kontakte gesammelt. Der erzeugte Gleichstrom kann mit Hilfe eines Wechselrichters in Wechselstrom umgewandelt und so direkt ins öffentliche Elektrizitätsnetz eingespeist werden.

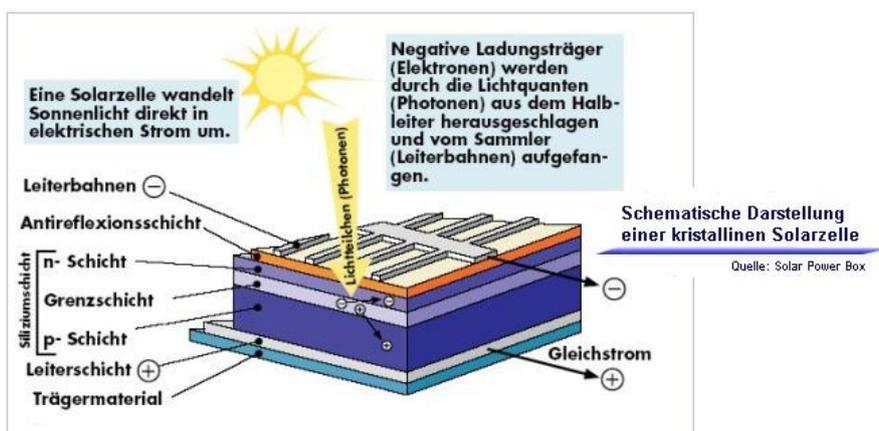
Aufgabe:

Studieren Sie zunächst den Lesetext und beantworten Sie dann die untenstehenden Fragen!

- Was sind die Stärken der Photovoltaik?

- Wo kommt die Solarenergie-Technik bereits zur Anwendung? Beispiele:

- Studieren Sie das Modell und beantworte die Fragen!



- Was macht die Solarzelle mit Sonnenstrahlung?

- Was ist ein Photon?

- Welche Art Strom kommt aus der Solarzelle?

Wie entsteht Strom?

Arbeitsblatt



11/13

Posten: Solarenergie – Lesetext

Die Sonne bringt die Energie bei jedem Wetter. Mit Solarenergie können auf Häusern und in Solarkraftwerken Warmwasser und Strom erzeugt werden. Die als Licht und Wärme auf die Erdatmosphäre auftreffende Menge an Sonnenenergie beträgt jährlich $1,5 \times 10^{18}$ kWh; dies entspricht in etwa dem 15'000-fachen des gesamten Energieverbrauchs der Menschheit im Jahre 2006 ($1,0 \times 10^{14}$ kWh/Jahr). Der Lichtenergieeintrag durch die Sonne wird aber noch durch die Atmosphäre, insbesondere durch Wolken, reduziert. Die verbleibende Strahlungsenergie kann prinzipiell aufgefangen und teilweise in Elektrizität umgewandelt werden, ohne dass Nebenprodukte wie Abgase (z.B. Kohlendioxid) entstehen. Der Wellenlängenbereich der auftreffenden elektromagnetischen Strahlung reicht vom kurzwelligen, nicht sichtbaren Ultraviolett (UV) über den sichtbaren Bereich (Licht) bis weit in den langwelligeren infraroten Bereich (Wärmestrahlung) hinein. Bei der Umwandlung wird der **photoelektrische Effekt** ausgenutzt.

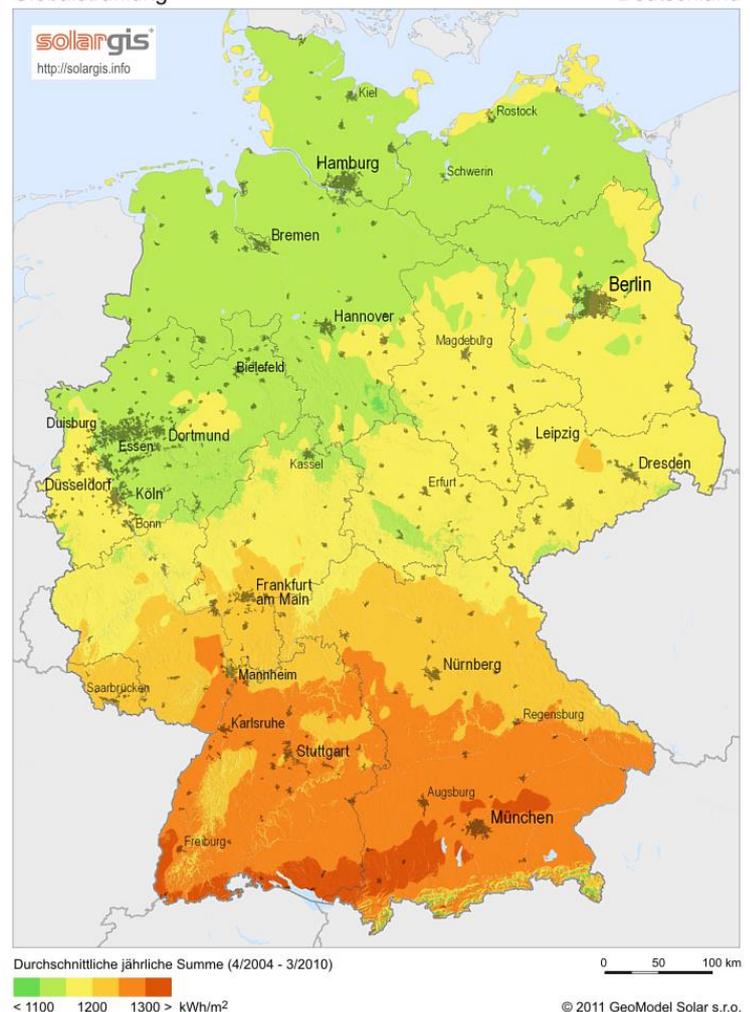
Der Anteil der Sonnenenergie an der gesamten Stromproduktion **bis heute bescheiden**. Ein wichtiger Grund dafür sind die hohen **Kosten**, die mit der Nutzung alternativer Energiequellen verbunden sind. Eigentlich hätten Bund, Länder und Kommunen zwar die Aufgabe, die Installation von Sonnenkollektoren finanziell zu unterstützen, doch sie tun dies nur sehr beschränkt. Ausserdem kostet die Sonnenenergie immer noch fünf bis sechs Mal mehr als herkömmliche Energien. – Dennoch gilt die Photovoltaik als wichtiger Bestandteil der zukünftigen weltweiten Energieversorgung. Mit jährlichen Marktwachstumsraten von 30-50 Prozent ist ein Boom im Gang, der nicht mehr zu bremsen ist. Bereits wird pro Jahr mehr Energieproduktion aus Solarzellen zugebaut als aus Atomkraftwerken. Die Photovoltaik-Branche hat inzwischen auch in Deutschland eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung mit Tausenden von Arbeitsplätzen und einem Jahresumsatz von rund xxx Milliarden Euro.

Das theoretische Potenzial der Sonnenenergie ist naturgemäss enorm. Wenn nur 0.01 Promille der Sonnen-Einstrahlung in elektrische Energie umgewandelt würde, könnte damit 10% des Weltenergieverbrauchs gedeckt werden.

Ein weltweites Netz von Meteostationen misst die auf der Erde eintreffende Solarstrahlung. Die Strahlungskarte Deutschlands zeigt die insgesamt guten einheimischen Einstrahlungsverhältnisse von knapp 900 bis gut 1200 kWh/m².



Globalstrahlung Deutschland



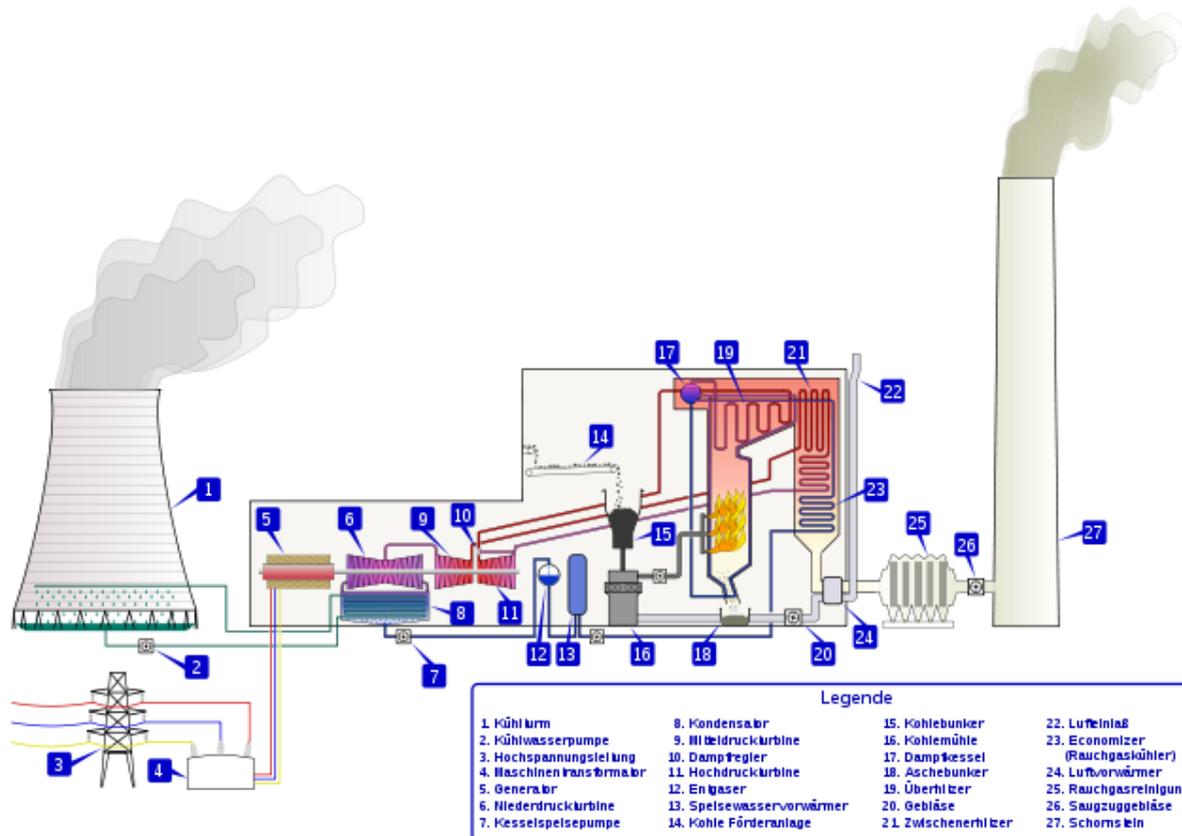
Wie entsteht Strom?

Lösungen



12/13

Lösung: Kohlekraftwerk



Bildquelle: Kohlekraftwerk, de.wikipedia.org

Wie entsteht Strom?

Lösungen



13/13

Lösung: Kernkraftwerke Deutschland



Bildquelle: Liste der Kernreaktoren in Deutschland, de.wikipedia.org