

Verschiedene Kraftwerke

Lehrerinformation



1/13

Arbeitsauftrag	Die SuS kennen verschiedene Arten von Kraftwerken und sie wissen, welche Kraftwerke in der Schweiz die Stromproduktion decken. Sie verstehen, warum Kraftwerke nicht beliebig austauschbar sind. Sie kennen den Strombedarf im Tagesverlauf.
Ziel	Die Texte werden im Plenum gelesen, so können unbekannte Wörter geklärt werden. Die Aufgaben eignen sich gut für Einzelarbeit. Im Plenum werden die Lösungen verglichen oder den SuS zum selbstständigen Korrigieren abgegeben.
Material	Arbeitsblätter
Sozialform	Je nach Klasse sind verschiedene Sozialformen möglich.
Zeit	Doppellektion

Zusätzliche
Informationen:

- Exkursion in eine Energie- und Netzleitstelle
- Das Axporama zeigt die Ausstellung „Leben mit Energie“ (Infos unter www.axporama.ch)
- Die Websites rund um das Thema Strom für Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler und andere Wissbegierige: www.kernenergie.ch
www.strom.ch/de/energie/energiefakten.html
- Website mit zahlreichen informativen Grafiken mit den Schwerpunkten Stromerzeugung, -anwendung und -verbrauch: www.strom-online.ch
- **Unterrichtskoffer zum Ausleihen:** Der Verband Schweizer Elektrizitätsunternehmen (VSE) sowie einige lokale Versorger verfügen über Experimentenkoffer, mit denen sich einzelne Phänomene und Mechanismen rund um den Strom aufzeigen und selber erfahren lassen. Beispielsweise wird aufgezeigt, wie aus Luft oder Sonnenlicht Strom wird. Die Koffer werden nach Verfügbarkeit kostenlos ausgeliehen und können unter den folgenden Adressen bestellt werden:
 - BKW Energie AG; Viktoriaplatz 2; 3000 Bern 25;
www.bkw.ch/ueber-bkw/unser-engagement/schulen/
 - CKW AG; Besucherwesen; Hirschengraben 33; 6003 Luzern; Tel.: 041 249 59 66;
besucher@ckw.ch
www.ckw.ch/ueberckw/besucher-schulen/schule/ueberblick.html

Verschiedene Kraftwerke

Arbeitsblatt



2/13

Aufgabe:

Es gibt verschiedene Arten von Kraftwerken, die Strom produzieren. Verbinde die Kraftwerke mit dem richtigen Bild.

Kraftwerke



Speicherkraftwerk



Laufkraftwerk



Kernkraftwerk



Kohle- oder
Gaskraftwerk



Solkraftwerk



Windkraftwerk

Das Speicher- und das Laufkraftwerk sind typische Vertreter der **Wasserkraftwerke**. Die Kernkraftwerke sowie die Kohle- und Gaskraftwerke sind Wärmekraftwerke, auch **thermische Kraftwerke** genannt. In ihnen wird Wasser erhitzt und der entstandene Dampf auf Turbinen geleitet, die einen Generator antreiben und so Strom erzeugen.

Einige Kraftwerke produzieren Strom und Wärme zugleich. Eine solche **Wärme-Kraft-Koppelungsanlage** kann z. B. die Biomasse Holz verbrennen. Ein Teil der entstehenden Wärme wird

Verschiedene Kraftwerke

Arbeitsblatt



3/13

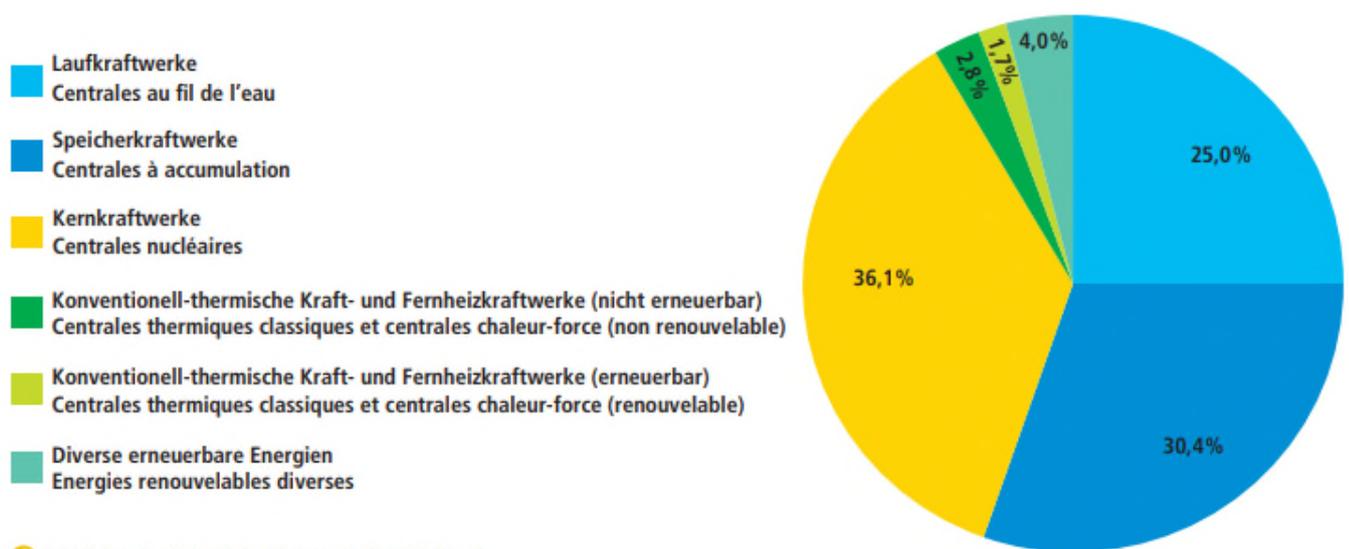
über Leitungen in Gebäude geleitet, die so beheizt werden. Ein anderer Teil wird für ein thermisches Mini-Kraftwerk genutzt.

Hast du gewusst, dass in den **Kehrichtverbrennungsanlagen** auch Wärme und Strom erzeugt werden? Wenn die Abfälle in den grossen Brennöfen verbrannt werden, entsteht viel Wärmeenergie. Etwa zwei Drittel kann als Fernwärme abgegeben werden und rund ein Drittel wird in Strom umgewandelt. Auch die Kernkraftwerke Gösgen und Beznau liefern Fernwärme.

Die Wärme aus dem Erdinneren lässt sich ebenfalls nutzen. Das nennt man **Geothermie**. Wie du weisst, herrschen im Innern der Erde sehr hohe Temperaturen. Mit Erdsonden und Wärmepumpen holt man nun diese Wärme herauf und kann so die Häuser beheizen. Mit dieser natürlichen Erdwärme elektrischen Strom zu produzieren, ist aufwendig und die Technologie hierzulande noch nicht ausreichend erprobt. Bislang gab es in der Schweiz erst zwei Versuche, in Basel und St. Gallen, die allerdings abgebrochen wurden, da die Bohrung jeweils kleinere Erdbeben verursachte. Trotzdem wird der Geothermie ein grosses Potenzial für die Zukunft vorausgesagt.

In der Schweiz sorgen hauptsächlich Wasserkraftwerke und Kernkraftwerke für eine ausreichende Stromversorgung.

Der Schweizer Produktionsmix 2018



© BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2018 (Fig. 1)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2018 (fig. 1)

Verschiedene Kraftwerke

Arbeitsblatt



4/13

Aufgabe:

Trage die Angaben der Grafik in diese Tabelle ein. Fass das Lauf- und das Speicherkraftwerk als Wasserkraftwerk zusammen und ordne der Grösse nach.

Bezeichnung	prozentualer Anteil an der Schweizer Stromproduktion	gerundet
1.		
2.		
3.		
4.		
	Total:	

Die verschiedenen Kraftwerke oder die verschiedenen Stromgewinnungsanlagen sind untereinander nicht austauschbar. Das bedeutet, dass jedes andere Eigenschaften hat und jedes auch je nach Strombedarf eingesetzt werden muss.

Denn: Wir brauchen im Laufe eines Tages nicht immer gleich viel Strom!

Verschiedene Kraftwerke

Arbeitsblatt



5/13

Aufgabe:

Schreibe deine Einschätzungen auf, wann wir viel und wann wir wenig Strom im Laufe eines Tages verbrauchen. Schreibe Beispiele dazu.

Am Morgen zwischen 6 Uhr und 8 Uhr braucht es _____ Strom, weil

In der Mittagszeit braucht es _____ Strom, weil

Am Feierabend braucht es _____ Strom, weil

In der Nacht braucht es _____ Strom, weil

Aufgabe:

Fülle die Lücken mit nachfolgenden Wörtern.

frieren ; Winter ; Lichter ; Sommer ; dunkel

Im _____ brauchen wir mehr Strom als im _____. Es wird früher _____ und wir müssen die _____ einschalten. Zudem wollen wir ja nicht _____ und stellen unsere Heizung an.

Verschiedene Kraftwerke

Arbeitsblatt

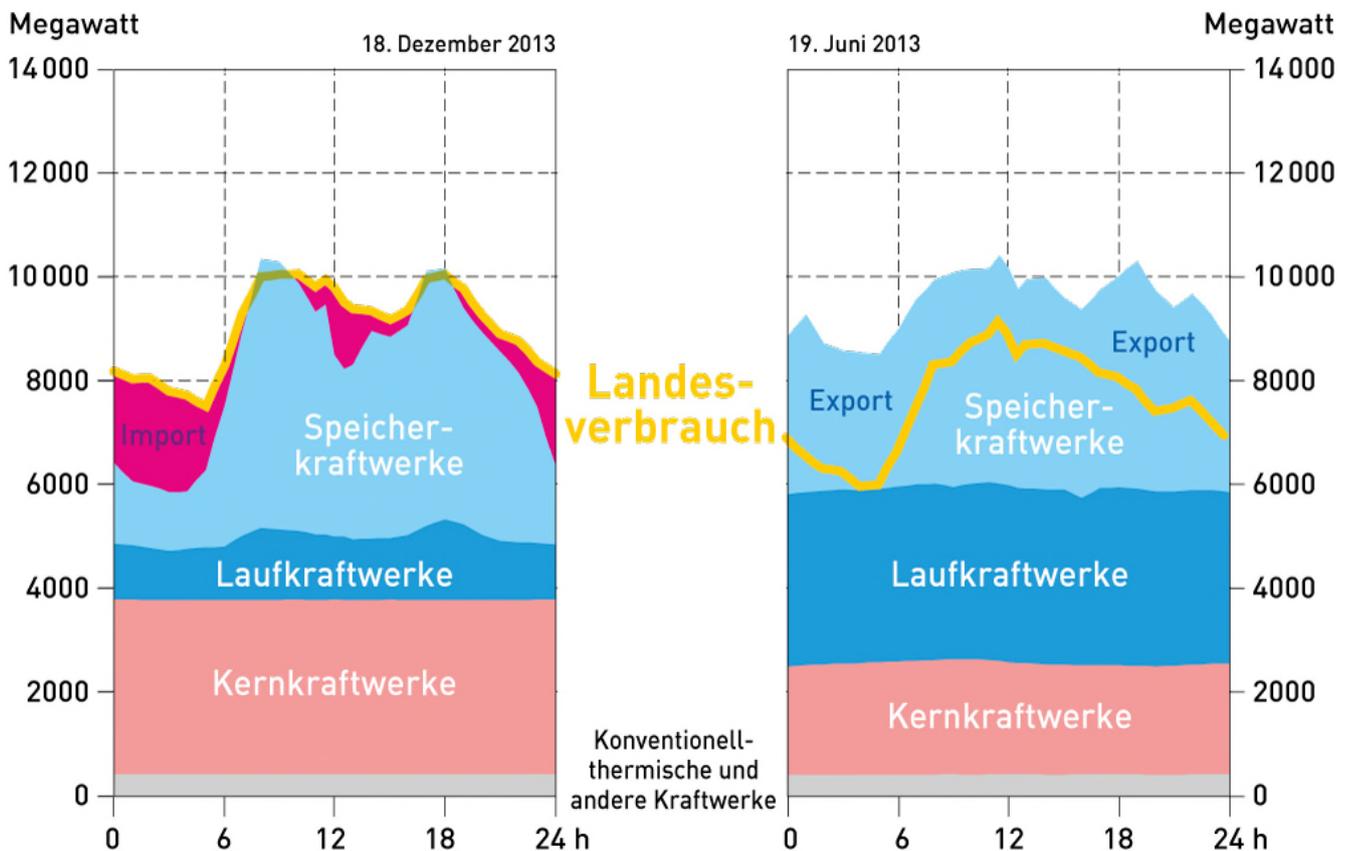


6/13

Aufgabe:

Kannst du auf dieser Grafik ablesen, um welche Uhrzeit wir am meisten Strom brauchen und wann am wenigsten? Wie erklärst du dir diese Schwankungen? Schreib deine Antwort unten auf die Linien.

Typischer Tagesgang von Stromproduktion und Stromverbrauch in der Schweiz



Quelle: BFE, Elektrizitätsstatistik

© 2018 Nuklearforum Schweiz

Meine Antwort:

Verschiedene Kraftwerke

Arbeitsblatt



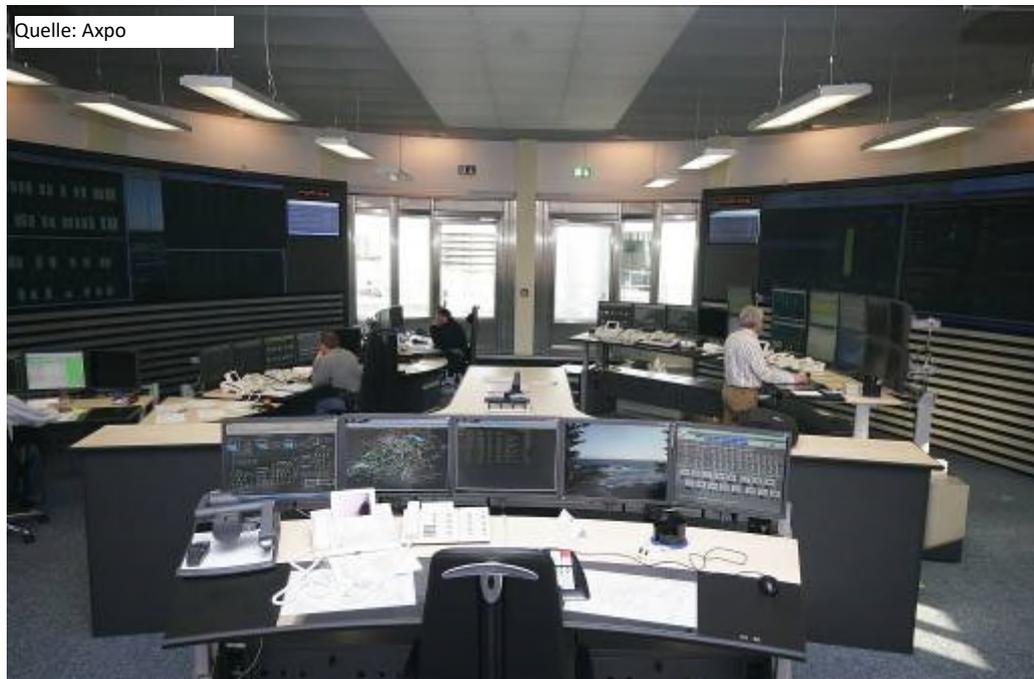
7/13

Wir können nun die verschiedenen Kraftwerke folgendermassen einteilen:

Immer gleich viel Strom liefern können die Kernkraftwerke, die Laufkraftwerke und die Kehrichtverbrennungsanlagen. Man sagt auch, sie produzieren **Bandstrom oder Grundlast**. Speziell für die Zeiten mit erhöhtem Strombedarf (z. B. zur Mittagszeit) liefern sogenannte Speicherkraftwerke zusätzlichen Strom. Das sind Stauseen, in denen Wasser zur Stromerzeugung gespeichert ist. Es wird bei Bedarf auf Turbinen geleitet und so zur Stromerzeugung genutzt. Diese Art Strom nennt man **Spitzenstrom**. Speicherkraftwerke sind also eine indirekte Art, Strom zu speichern.

Aber:

Strom lässt sich nicht direkt speichern! Das heisst, Strom muss stets zu dem Zeitpunkt produziert und in die Stromleitungen gebracht werden, wenn wir ihn brauchen. Umgekehrt muss in den Stromleitungen immer so viel Strom fließen, wie gerade gebraucht wird. Das Stromnetz muss also stets in einem Gleichgewicht sein. Geraten Produktion und Verbrauch aus der Balance, bricht die Stromversorgung zusammen. Diese spannende und manchmal auch hektische Jonglierarbeit übernehmen die Netzleitstellen in den Elektrizitätswerken.



Quelle: Axpo

Hier siehst du das Bild der Energie- und Netzleitstelle der Axpo AG in Baden:

Sieht ein bisschen aus wie in einem Raumschiff, nicht wahr? Es ist der Kommandoraum der Netzleitstelle. Hier wird rund um die Uhr konzentriert gearbeitet. Je nach Strombedarf wird mehr oder weniger Strom in die verschiedenen Stromleitungen gespiesen.

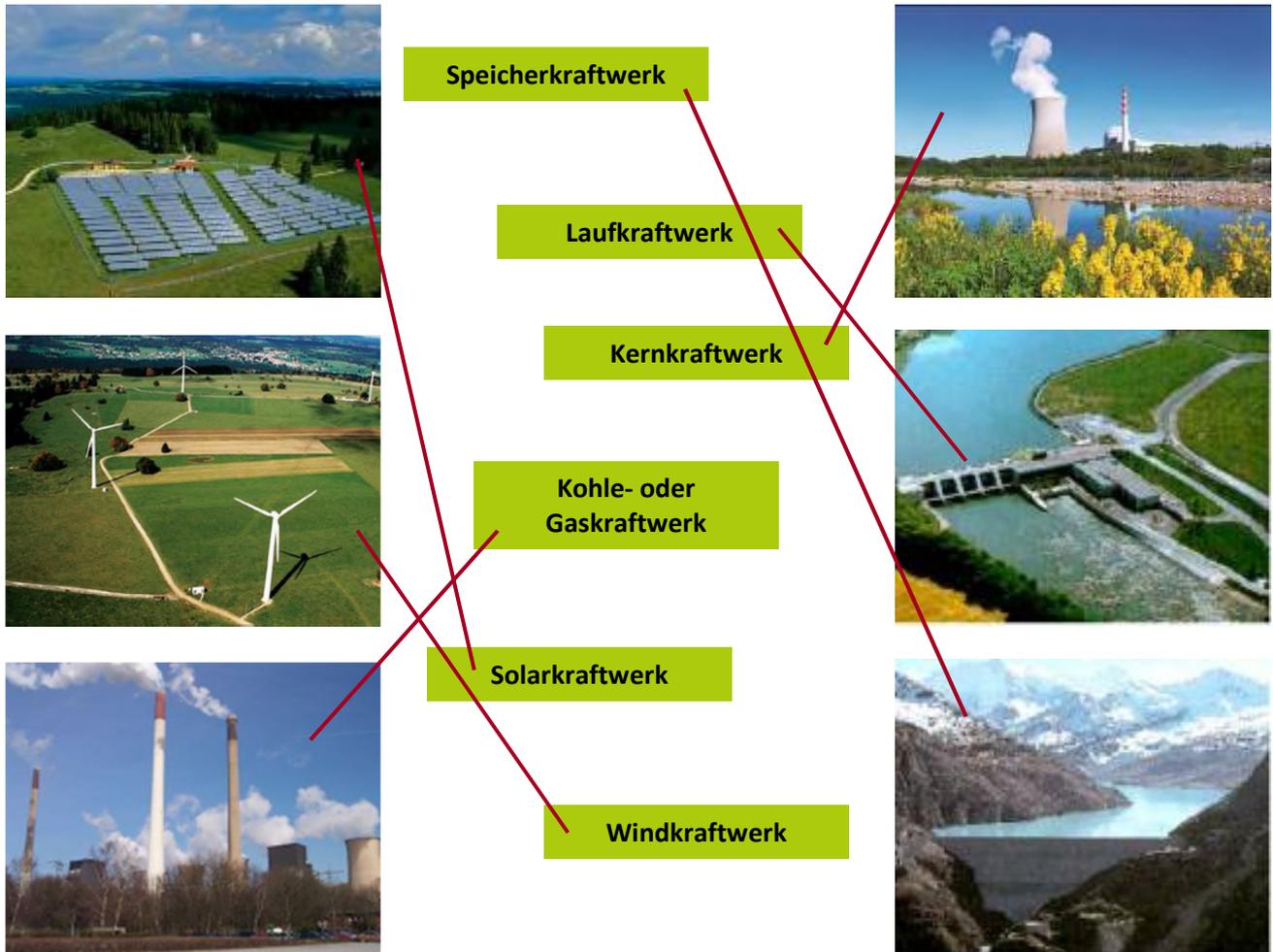
Verschiedene Kraftwerke

Lösungsblatt



8/13

Lösungen:



Bezeichnung	prozentualer Anteil an der Schweizer Stromproduktion	gerundet
1. Wasserkraftwerke	56.5 %	57 %
2. Kernkraftwerke	37.9 %	38 %
3. Kehrlichtverbrennungsanlagen	1.9 %	2 %
4. Sonne, Wind, Biomasse	3.8 %	4 %
	Total: 100 %	

Verschiedene Kraftwerke

Lösungsblatt



9/13

Am Morgen zwischen 6 Uhr und 8 Uhr braucht es **viel** Strom, weil
Aufstehen / Badezimmer / Küche / öffentlicher Verkehr / Arbeitsbeginn etc.

In der Mittagszeit braucht es **viel** Strom, weil
Kochen / öffentlicher Verkehr

Am Feierabend braucht es **viel** Strom, weil
Feierabendverkehr / kulturelle Veranstaltungen / Beleuchtung

In der Nacht braucht es **wenig** Strom, weil
Schlafen / Nachtruhe

Im **Winter** brauchen wir mehr Strom als im **Sommer** Es wird früher **dunkel** und wir müssen die
Lichter einschalten. Zudem wollen wir ja nicht **frieren** und stellen unsere Heizung an.

Stromproduktion im Tagesverlauf:

Mittags um **12 Uhr** braucht es am **meisten** Strom (knapp 10 000 MW) und morgens zwischen **4 Uhr**
und 5 Uhr am **wenigsten** (ungefähr 4800 MW).

Verschiedene Kraftwerke

Informationstext



10/13

Die Leistungen der verschiedenen Kraftwerke

Ein Kraftwerk stellt eine Leistung zur Verfügung. Die Leistung wird in Watt, Kilowatt oder Megawatt angegeben.

1000 Watt	=	1 Kilowatt
1000 Kilowatt	=	1 Megawatt

Kernkraftwerk	500 bis 1500 Megawatt
Kohlekraftwerk	500 bis 1500 Megawatt
Gas- und Dampfturbinenkraftwerk	80 bis 800 Megawatt
Flusskraftwerk	100 bis 400 Megawatt
Windturbine	2,5 bis 5 Megawatt
Stade de Suisse	850 Kilowatt

Die Leistung sagt nichts darüber aus, wie viel Strom eine Anlage auch wirklich erzeugt. Denn das kann auch von anderen Faktoren abhängen, beispielsweise vom Wetter. Es kommt also nicht nur auf die Leistung an, sondern auch auf den sogenannten Kapazitätsfaktor. Tönt ziemlich kompliziert ... ist es aber nicht.

Ein Vergleich zwischen einem Kraftwerk und einem Auto kann das zeigen: Wenn ein Auto 200 PS hat, ist dies noch keine Aussage darüber, wie schnell oder wie viele Kilometer es insgesamt fahren kann. Wenn man wissen will, wie viel Strom eine Anlage erzeugen kann, muss man wissen, an wie vielen Stunden pro Jahr die Anlage mit maximaler Leistung Strom produziert. Oder präziser ausgedrückt: Um zu wissen, welche Arbeit mit der Anlage verrichtet werden kann, muss man ihre **Verfügbarkeit** kennen. Das ist der **Kapazitätsfaktor**.

Verfügbarkeit der verschiedenen Kraftwerkstypen	Kapazitätsfaktor
Kernkraftwerk: 8000 Stunden pro Jahr	0,8 bis 0,9
Kohlekraftwerk: 8000 Stunden pro Jahr	0,8 bis 0,9
Gas- und Dampfturbinenkraftwerk: 8000 Stunden pro Jahr	0,8 bis 0,9
Flusskraftwerk: 4000 Stunden pro Jahr (abhängig von Niederschlagsmenge)	0,5
Windturbine: 1750 bis 3500 Stunden pro Jahr, abhängig vom Standort der Turbine (Inland, Ufer, Meer) und der Windhäufigkeit	0,2 (Land) bis 0,4 (Meer)
Solaranlage: 1000 Stunden pro Jahr, abhängig von der Sonneneinstrahlung	0,12

Verschiedene Kraftwerke

Informationstext



11/13

Das Verhältnis von Leistung und Arbeit lässt sich mathematisch ausdrücken:

„Leistung mal Zeit = Arbeit“

Rechenbeispiel

Kernkraftwerk Gösgen

1000 Megawatt Leistung, Verfügbarkeit: 8000 Stunden pro Jahr

8000 Stunden x 1000 Megawatt =

8'000'000 Megawattstunden Strom

(8'000'000'000 Kilowattstunden)

Windturbine an der Nordsee mit optimalem Standort

5 Megawatt Leistung, Verfügbarkeit: 3500 Stunden pro Jahr

3500 Stunden x 5 Megawatt =

17 500 Megawattstunden Strom

(17'500'000 Kilowattstunden)

Verschiedene Kraftwerke

Informationstext



12/13

Aufgabe: Rechne nun selber aus! (ein Jahr hat 8760 Stunden)

Windturbine in den Jurabergen der Schweiz. Rechne mit Minimalwerten, da die Windbedingungen in der Schweiz nicht optimal sind.

2,5 Megawatt Leistung, Verfügbarkeit: 1750 Stunden pro Jahr

„Stade de Suisse“

Das Stade de Suisse hat auf der Fläche von 12'000 m² eine installierte elektrische Leistung von 850 Kilowatt und erzeugt im Jahr durchschnittlich 700 Megawattstunden (700'000 Kilowattstunden) Strom. An wie vielen Stunden im Jahr hat die Anlage mit Maximalleistung Strom produziert?

Im Durchschnitt werden in der Schweiz pro Kopf über 8000 Kilowattstunden Strom pro Jahr verbraucht. (Damit ist der Eigenverbrauch und der Verbrauch der Industrie, des Gewerbes, der Landwirtschaft und des Verkehrs gemeint.)

Ein eindruckliches Beispiel dazu:

Das Kernkraftwerk Gösgen (KKG) versorgt eine Million Menschen. Zuverlässig und planbar. Eine Windturbine in der Schweiz versorgt 500 Menschen. Aber niemand weiss genau, wann. Das Stade de Suisse kann Strom für 91 Menschen produzieren. Auch dieser Strom entsteht nicht nach Plan.

Wie viele Windturbinen braucht es, um so viele Menschen mit Strom zu versorgen wie das KKG?

Wie viele m² an Solarpanels braucht es, um so viel Strom zu erzeugen wie das KKG?

Verschiedene Kraftwerke

Lösungsblatt



13/13

Lösungen:

Windturbine in den Jurabergen der Schweiz

2,5 Megawatt Leistung, Verfügbarkeit: 1750 Stunden pro Jahr

1750 Stunden x 2,5 Megawatt = 4375 Megawattstunden Strom

(4'375'000 Kilowattstunden)

Stade de Suisse

Das Stade de Suisse hat eine installierte elektrische Leistung von 850 Kilowatt und produziert im Jahr durchschnittlich 700 Megawattstunden (700'000 Kilowattstunden) Strom.

An wie vielen Stunden im Jahr hat die Anlage mit Maximalleistung produziert?

700'000 Kilowattstunden : 850 Kilowatt = 823 Stunden

Windturbinen im Vergleich zu KKG

1'000'000 Menschen versorgt das KKG, 500 eine Windturbine.

Wie viele Windturbinen erzeugen zusammen gleich viel Strom wie das KKG?

1'000'000 Menschen: 500 Menschen = 2'000 Windturbinen wären nötig. Dabei würde aber manchmal gar kein Strom, manchmal genügend und manchmal viel zu viel Strom erzeugt.

Solarpanels im Vergleich zu KKG

Das Stade de Suisse erzeugt auf 12'000 m² Strom für 91 Menschen.

Wie viel Fläche braucht es, um mit Solar Panels gleich viel Strom zu erzeugen wie das KKG?

1'000'000 Menschen : 91 Menschen = 10'989 x 12'000 = 131'868'131 m², d.h. 131 km²