

Energiewirtschaft in den Alpen

Mit Google Earth erkunden, aus Diagrammen energiewirtschaftliche Erkenntnisse ableiten

Wasserkraft liefert heute in Mitteleuropa einen wichtigen Beitrag zur Deckung des Strombedarfs. Die Schwankungen des Stromverbrauchs innerhalb eines Tages verursachen Spitzenlast und zu anderer Zeit einen Stromüberschuss, was sich auch im Handelspreis niederschlägt. In beiden Fällen können Kraftwerke in den Alpen ausgleichend wirken. Speicherkraftwerke decken die auftretende Spitzenlast und im Pumpbetrieb verwenden sie überschüssigen oder billigen Strom, um das Wasser in höhere Speicherbecken zu pumpen. Auf diese Weise wird Energie für eine spätere Verwendung gespeichert.



Foto: Kaprun Tauernkraftwerke Staumauer vom Stausee Moserboden (Aufnahme Y. Schleicher)



Foto: Kaprun Tauernkraftwerke Stausee Wasserfallboden (Aufnahme Y. Schleicher)

Von der historischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Dimension der Investitionen in den Alpen

Der Beginn einer intensiven wirtschaftlichen In-Wert-Setzung der Alpen liegt schon mehrere Jahrhunderte zurück. Der Tourismus führte die Menschen an die „Naturschönheiten“ heran, Stromerzeuger nutzten die natürlichen Voraussetzungen wie Karsen und Schluchten. Staumauern,

Panoramastraßen und Seilbahnen sowie Schutzhütten, Hotels und Restaurants wurden errichtet, Arbeitsplätze geschaffen, zu manchen Zeiten auch Zwangsarbeiter verpflichtet. Die Basis für eine intensive Nutzung durch Massentourismus, Energie- und Verkehrswirtschaft war gelegt. Volkswirtschaftlich wurde in der Alpen-Region dadurch für die ansässige Bevölkerung Einkommen und Wohlstand geschaffen und ein nationaler und internationaler Standortvorteil für Unternehmen weiter entwickelt.

Erfolgt diese Investitionen früher ohne Rücksichtnahme auf die Natur, die Ökosysteme und die traditionelle, extensive Landnutzung, so ist heute ein höheres Maß an Respekt und Bedachtsamkeit zu bemerken. Stauseen und Krafthäuser für die Produktion von Strom liegen schlecht einsehbar oder unterirdisch im Berg; sie bleiben dem Auge des kritischen Beobachters verborgen. Der Sanfte Tourismus setzt auf Rücksichtnahme gegenüber Natur und Menschen, geringere Belastung der Ökosysteme und fordert vom Nutzer und der Nutzerin eine höhere körperliche Leistung. So soll eine nachhaltige Wirkung erzielt werden.

Anders wären diese Projekte in einer demokratischen Gesellschaft heute auch nicht umsetzbar. Sie erfordern aber auch einen höheren finanziellen Aufwand als früher, sowohl für den einzelnen als auch für die Unternehmen.

Laufkraftwerk	Ein Wasserkraftwerk an einem Fluss, welches das fließende (durchlaufende) Wasser zur Stromerzeugung nutzt.
Speicherkraftwerk	Ein Wasserkraftwerk in den Bergen, das den Höhenunterschied zwischen Stausee und Krafthaus zur Stromerzeugung nutzt.
Pumpspeicherkraftwerk	Ein Speicherkraftwerk, das zu Zeiten des Stromüberschusses oder bei günstigen Strompreisen, Wasser in höhere Staubecken pumpt, um es später wieder für die Stromerzeugung zu nutzen,
Harter Tourismus	Bei Investitionen in den Fremdenverkehr spielen ökologische Überlegungen keine Rolle; nur wirtschaftliche Überlegungen zählen. Die Entwicklung zum Massentourismus bis in die 80er Jahre des 20. Jahrhunderts.
Sanfter Tourismus	Neben wirtschaftlichen Überlegungen werden bei der Fremdenverkehrsentwicklung auch ökologische Aspekte, Wirkungen auf die ansässige Bevölkerung und Fragen der Nachhaltigkeit berücksichtigt. Der Mainstream des Tourismus in den Alpen seit den 80-er Jahren des 20. Jahrhunderts.
Fossile Energieträger	Sie benötigen für ihre Entwicklung viele Hunderte Millionen Jahre.
Erneuerbare Energieträger	Sie wachsen in wenigen Jahrzehnten nach oder werden bei der Nutzung kaum verbraucht oder verändert.
Grundlast	Jener Strombedarf, der den Tag über permanent anfällt.
Mittellast	Der erhöhte, periodische und vorhersehbar auftretende Verbrauch zur Mittags- und Abendzeit.
Spitzenlast	Kurzfristig auftretende Verbrauchsspitzen im Strombedarf

Kasten 1: Glossar der Begriffe

Größte Wasserkraftwerke in D, CH und A	https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_gr%C3%B6%C3%9Ften_Wasserkraftwerke_der_Erde#Gr.C3.B6.C3.9Fte_Wasserkraftwerke_in_Deutschland
--	---

Liste von Talsperren in Deutschland	https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Talsperren_in_Deutschland
Liste der Stauseen in Österreich	https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Stauseen_in_%C3%96sterreich
Liste der Speicherseen in der Schweiz	https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Speicherseen_in_der_Schweiz
Liste von Pumpspeicherkraftwerken in D, CH und A	https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Pumpspeicherkraftwerken

Kasten 2: Web-Links zu Speicherkraftwerken in den Alpen bzw. in D, CH und A.

Das Thema im Unterricht

Planung und Zeitrahmen

- Klassenstufe 11-12/13
- Zeitbedarf 3 Unterrichtsstunden
- Lehrplanbezüge Energiewirtschaft, Stromverbrauch, bedarfsgerechte Stromerzeugung, Verhältnis Ökologie – Ökonomie, Standortfaktoren
- Software Zugang zu Computern und Internet in der ersten Unterrichtsstunde, Verwendung von Google Earth und der Datei *Energie_Alpen.kmz*
- Download KMZ-Datei für Google Earth (GE), Anleitungsblatt zur Bedienung, Lösungsblatt aller Aufgaben

Unterrichtsverlauf

In der ersten Unterrichtsstunde beschäftigt sich der Schüler bzw. die Schülerin mit der Lage und Entstehung von Seen, unterscheidet die Begriffe absolute und relative Höhe und lernt die multifunktionelle Bedeutung von Kraftwerken sowie ökologische und ökonomische Aspekte ihrer Errichtung und Nutzung kennen. Dabei nutzen sie ein ihnen bekanntes Werkzeug, den Geobrowser Google Earth.

In der zweiten Unterrichtsstunde unterscheiden sie fossile und erneuerbare Energieträger sowie verschiedene Kraftwerkstypen: Wasserkraftwerke (Laufkraftwerke, Speicherkraftwerke, Pumpspeicherkraftwerke), Atomkraftwerke (Kernenergie), Wärmekraftwerke (Kohle, Erdöl, Erdgas). Je nach Strombedarf während eines Tages (Grund-, Mittel- oder Spitzenlast) werden diese Kraftwerke kombiniert, sodass 100%ige Bedarfsdeckung erreicht wird. Hierzu sind Leitungsnetzwerke und der europäische Stromverbund nötig.

Die dritte Unterrichtsstunde, die möglicherweise auch verkürzt werden kann, dient dem Vergleich und der Bewertung der Ergebnisse, der Diskussion verschiedener (richtiger) Lösungen sowie der Klärung offener Schülerfragen.

Methodischer Aufbau

In der ersten Unterrichtsstunde arbeiten die Schüler und Schülerinnen in einer instruktivistischen, zeitlich selbstbestimmten Partnerarbeit am Computer. In der zweiten Stunde beschreiben, vergleichen und interpretieren sie - ebenso in Partnerarbeit - verschiedene Diagramme. Dabei arbeiten sie mit geschlossenen und offenen Aufgabestellungen, reorganisieren das dargebotene und erkundete Wissen und entwickeln Schlüsse und Bewertungen. In der dritten Unterrichtsstunde vergleichen und diskutieren sie gemeinsam mit der Lehrperson ihre Ergebnisse im Klassenplenum.

Während diese in den ersten beiden Unterrichtsstunden die Rolle eines Coachs übernimmt, kann sie im abschließenden Klassenplenum moderieren, inhaltlich ergänzen und vertiefen sowie die Sachlage bewerten.

Didaktische Überlegungen

Dem Wissensmodell von Anderson & Krathwohl (2001) folgend, setzt das Unterrichtsbeispiel vor allem auf Methoden- und Konzeptwissen, das in diesen Unterrichtsstunden erlernt und auf spätere Anwendungen übertragen werden kann.

Das Konzeptwissen stammt – dem Thema gemäß – aus der Energiewirtschaft, zum Methodenwissen zählen u. a. die Funktionalitäten von Geo-Browsern und das Layerkonzept von GIS. Der Lernende erkundet Luft- bzw. Satellitenbilder, beschreibt und vergleicht Diagramme und fasst sein Wissen in Concept Maps bzw. Mind Maps zusammen. Optional kann er im Geo-Browsern seine Beobachtungen auch kartieren.

Über diese kognitiven Wissenskomponenten hinaus gewinnt der Lernende die Erkenntnis:

1. Es macht einen Unterschied, wann ich als Konsument/-in Strom verbrauche.
2. Stauseen haben multifunktionelle Nutzung. Sie stellen einen massiven Eingriff in die Landschaft dar. Zwecks besserer Akzeptanz werden sie heute oft unterirdisch gebaut.
3. Die Stromherstellung hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Der Spitzenbedarf muss gedeckt werden, um die Stabilität in der Stromversorgung aufrechtzuerhalten, die ja Voraussetzung für unsere hochtechnisierte Lebens- und Wirtschaftsweise ist.

Literatur

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives: Complete edition, New York: Longman.

Forehand, Mary (o.J.) Bloom's Taxonomy.- Georgia. Web:

http://projects.coe.uga.edu/epltt/index.php?title=Bloom%27s_Taxonomy (10.2.2012)

Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency (Hrsg.) (2010) Energiewirtschaftlicher Bedarf regelfähiger Kraftwerke mit Schwerpunkt auf Pumpspeicherkraftwerke.- Wien. S. 87 S. Web:

http://www.anschober.at/files/materialien/104/20100621_Endbericht_PSK_II.pdf (15.11.2012)

Verbund (Hrsg.) (2012) Unsere Kraftwerke.- Wien. Web: <http://www.verbund.com/pp/de/> (2.1.2013)

Wikimedia Foundation (Eds.) (2012) Wikipedia. Die freie Enzyklopädie.- San Francisco. Web:

<http://www.wikipedia.org>

Aufgaben zur topographischen Orientierung

1. Starte *Google Earth* und zoome von der Weltkugel nach Europa, sodass du den Alpenraum gut überblickst. Nutze zur Abgrenzung des Alpenraumes z. B. eine Karte aus deinem Atlas.
2. Lokalisier Seen am Satellitenbild. Benenne drei Seen mithilfe des Schulatlasses oder indem du ausreichend weit hinein zoomst, sodass die Namen erscheinen. Beachte, dass dabei im Ebenen-Fenster von Google Earth *Mehr > Gewässer* aktiv ist.
3. Lies den Text in M1 und ordne deine Seen der Tabelle in M2 zu, indem du die Namen passend einträgst.
4. Im Fenster Orte von Google Earth gibt es den Ordner *M2_Seen*, der zuvor aus der Datei *Energie_Alpen.KMZ* geladen werden muss. Klicke auf die beiden Namen Ottensheim und Kaprun, du fliegst dann zu den beiden Orten. Zoome heraus und orientiere dich. Ordne die Namen der passenden Stelle in M2 zu.

Material 1: Konzeptwissen „Lage der Seen in den Alpen“

In den Alpen liegen Seen meist in Alpenrandlage (eigentlich am Rande der eiszeitlichen Vergletscherung) oder in der Gipfelregion.

- a. *Seen in Alpenrandlage* entwickelten sich nach dem Rückzug der kaltzeitlichen (eiszeitlichen) Gletscher hinter den Endmoränen.
- b. *Seen in der Gipfelzone* der Alpen sind oft *Karseen*, die sich nach dem Abschmelzen der Gletscher in Mulden, dem „Kar“, gebildet haben. An manchen Orten wurden auch Talsperren (Staumauern) errichtet, sodass künstliche Seen entstanden sind.

Material 2: Verschiedene Typen von Seen

	<i>(Außer-alpine) Seen an Flüssen</i>	<i>Alpine Seen</i>	
		<i>Seen in Alpenrandlage</i>	<i>Seen in der Gipfelregion</i>
natürliche Seen			
Seen mit Staumauer (künstliche Seen)			

Aufgaben zur Erkundung der Kraftwerke und der Unterscheidung von Kraftwerkstypen

5. Im Fenster Orte von Google Earth gibt es den Bereich *M3_Kraftwerk_ Ottensheim* . Klicke auf die angebotenen Ansichten, Fotos und Informationen, erkunde das Kraftwerk und löse die Aufgaben in M3.
6. Erkunde das Kraftwerk Kaprun, indem du im Fenster Orte von Google Earth auf *M4_Kraftwerk_Kaprun* klickst, und beantworte die Aufgaben in M4 in gleicher Weise.
7. Lies den Text in M5 und fasse ihn in einer Mindmap in M6 zusammen.
8. Vergleiche die beiden Kraftwerke. Sie sind Beispiele für die beiden Kraftwerkstypen *Laufkraftwerk* und *Speicherkraftwerk*. Ergänze die Tabelle in M7, streiche überflüssige Worte und bestimme den jeweiligen Kraftwerkstyp.

c. Mittels Hineinzoomen oder mit Klick auf die Einträge erhältst du einen Eindruck, wie es in der Umgebung der Kraftwerke aussieht. Protokolliere durch Anhaken und ergänze, was du entdeckst.

- | | | | |
|-------------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Berggipfel | <input type="checkbox"/> Hügelland | <input type="checkbox"/> Bergwald | <input type="checkbox"/> Auwald |
| <input type="checkbox"/> Felder | <input type="checkbox"/> Wiesen | <input type="checkbox"/> Almwiesen | <input type="checkbox"/> Gletscher |
| <input type="checkbox"/> Schiffe | <input type="checkbox"/> alte Flussverläufe | <input type="checkbox"/> Schotter/Schutt | <input type="checkbox"/> Ortschaften |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

d. Teile eines Kraftwerkes: Protokolliere durch Anhaken und ergänze, was du entdeckst.

- | | | |
|--------------------------------------|--|--|
| <input type="checkbox"/> See | <input type="checkbox"/> Staumauer | <input type="checkbox"/> Wehr |
| | <input type="checkbox"/> Schleuse | <input type="checkbox"/> Krafthaus/Maschinenhaus |
| <input type="checkbox"/> Umspannwerk | <input type="checkbox"/> Stromleitung | <input type="checkbox"/> Druckrohrleitung |
| <input type="checkbox"/> Parkplatz | <input type="checkbox"/> Besucherzentrum | <input type="checkbox"/> Freizeitanlage |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

e. Lokalisier Hinweise auf eine touristische Nutzung und benenne sie.

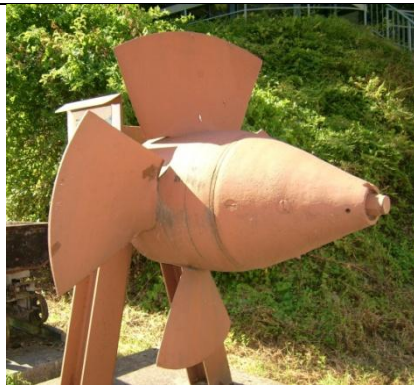
.....

Material 5: Konzeptwissen „Bedeutung und Wirkung von Kraftwerken“

- Kraftwerke werden errichtet, um Strom zu erzeugen.
- Durch den Bau von Staumauern, Wehranlagen und Dämmen wird in die natürliche Umwelt eingegriffen. Bei einem naturnahen Ausbau von Flusskraftwerken werden heute aber auch ökologisch wertvolle Flächen (wie z. B. Feucht-Biotope) geschaffen und ökologisch negative Wirkungen minimiert (wie z. B. Fischstiegen). Speicherseen und Krafthäuser werden heute auch unterirdisch (im Berg) oder schlecht einsehbar angelegt.
- Der wirtschaftliche Nutzen der Kraftwerke erstreckt sich über die Stromerzeugung hinaus: Ein Kraftwerk bietet während des mehrjährigen Baus Arbeitsplätze in der Bauwirtschaft und während des jahrzehntelangen Betriebs für Techniker/-innen und Verwaltungspersonal. Durch Instandhaltungsmaßnahmen am Kraftwerk erhalten Handwerker und Gewerbebetriebe in der Region zusätzliche Aufträge. Besucherangebote (Infocenter, geführten Touren etc.) und Gastronomieangebote für Touristen schaffen weitere Einnahmequellen.

Material 6: „Wirkungen eines Kraftwerkes“

Wirtschaft / Ökonomie	Ökologie
Kraftwerke	Kraftwerke



Kaplanturbine

Quelle:

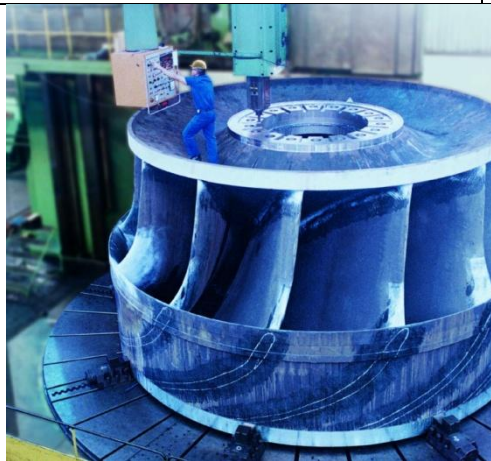
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:MettlachKaplanturbine.jpg?uselang=de>



Peltonrad

Quelle:

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Kartell_Kraftwerk,_Pelton_Turbine.jpg&filetimestamp=20070301112042



Francis-Turbine

Quelle:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Francis_Runner_InWorkshop_300.jpg?uselang=de

Aufgaben zur Stromerzeugung

9. Lies den Text in M8. Ordne durch Ankreuzen in der zweiten und dritten Spalte in M9 die Energieträger der Unterscheidung „fossil“ und „erneuerbar“ zu.
10. Schätze mit Hilfe der Diagramme in M10 und M11 den Anteil aller fossilen und aller erneuerbaren Energieträger für Deutschland und Österreich ab. Notiere die vier Summen der vorletzten und letzten Spalte in M9. Ziehe eine Trennlinie zwischen fossilen und erneuerbaren Energieträgern.
11. Lies die Diagramme in M10 und M11. Stelle die Aussagen in M12 richtig, indem du überflüssige Wörter streichst.

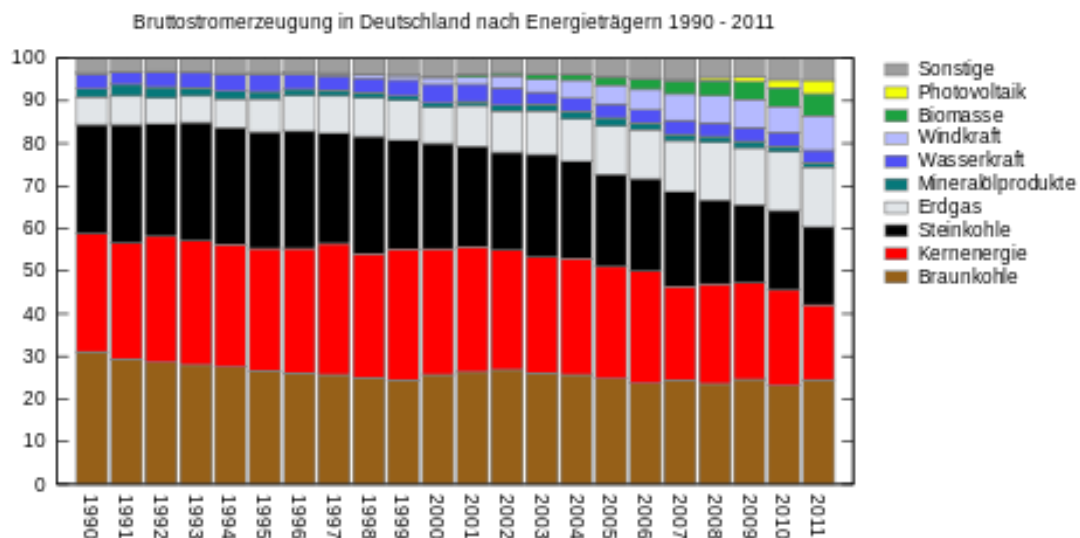
Material 8: Konzeptwissen „Fossile und erneuerbare Energieträger“

Energieträger werden oft in *fossile* und *erneuerbare* unterteilt. Während sich fossile Energieträger bis zu ihrer Nutzung viele Hunderte Millionen Jahre lang entwickelten, wachsen erneuerbare Energien binnen weniger Jahrzehnte nach oder sie werden bei der Nutzung kaum verändert oder nicht verbraucht.

Material 9: Energieträger

Energieträger	fossil	erneuerbar	Deutschland	Österreich
Kernenergie				
Kohle: Braun-, Stein-				
Öl, Mineralölprodukte				
Gas, Erdgas				
Wasserkraft				
Windkraft				
Biomasse				
Photovoltaik				

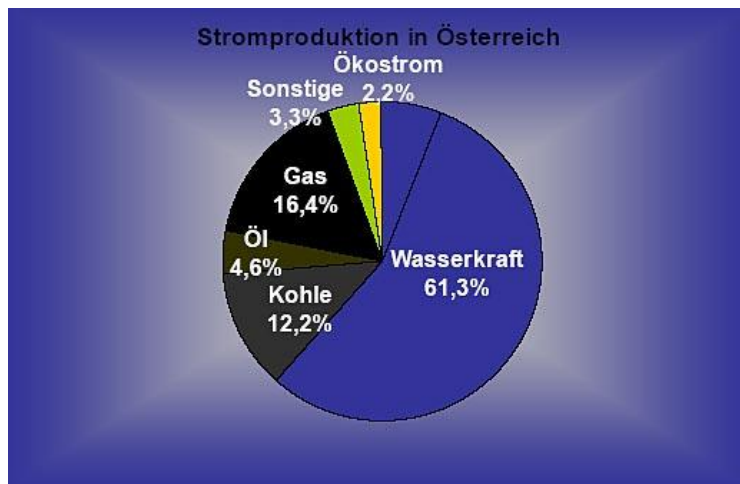
Material 10: Stromerzeugung in Deutschland



Hinweis: Die jährliche Stromerzeugung lag in Deutschland 2008 bei 640 TWh.

Quelle: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Energiemix_Deutschland.svg&filetimestamp=20121009105720

Material 11: Stromerzeugung in Österreich



Hinweis: Der jährliche Stromverbrauch in Österreich lag 2007 bei 68 TWh.

Quelle: http://images.derstandard.at/20070423/grafik_gross_2304.jpg

Material 12: Erkenntnisse aus den Diagrammen

- In Österreich wird keine Kernenergie / mehr / gleich viel / weniger Kernenergie (wie/als in Deutschland) genutzt.
- In Österreich wird etwa der gleiche Anteil an Energie aus Wasserkraft gewonnen, wie in Deutschland aus Braunkohle, Kernenergie, Steinkohle, Erdgas, Erdöl, Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Photovoltaik zusammen.
- Der Anteil der erneuerbaren Energieträger hat sich in Deutschland in den letzten zehn Jahren verringert / nicht verändert / verdoppelt / verfünffacht.

Aufgaben zum Stromverbrauch und zur Stromproduktion

- Beschreibe den Tagesgang des Stromverbrauchs in M 15.
- Lies die Texte in M13 und M14. Erkläre, wo du in deinem Alltag Grundlaststrom sowie die Mittel- und Spitzenlaststrom verbrauchst, indem du in M16 die entsprechende Spalte ankreuzst bzw. ergänzt.
- Vergleiche, wann die Verbrauchsspitzen in den Diagrammen im modellartigen Verlauf (M15) sowie in den Verbrauchsdiagrammen für Deutschland (M17) und Österreich (M18) auftreten. Leite ein Resümee ab und beurteile diese Aussagen.
- Vergleiche die Diagramme in M17 und M18. Erkläre wie die Grundlast in Österreich und Deutschland gedeckt wird.
- Vergleiche die Diagramme in M17 und M18. Erkläre wie die Mittel- und Spitzenlast in Österreich und Deutschland gedeckt wird.

17. Erkläre die Unterschiede in der Deckung des Strombedarfs zwischen Österreich und Deutschland aus deinen bisher gewonnenen Erkenntnissen.
18. Lies den Text in M19 und erkläre, welches der beiden Kraftwerke Ottensheim und Kaprun für einen Ausbau zu einem Pumpspeicherkraftwerk in Frage kommt.

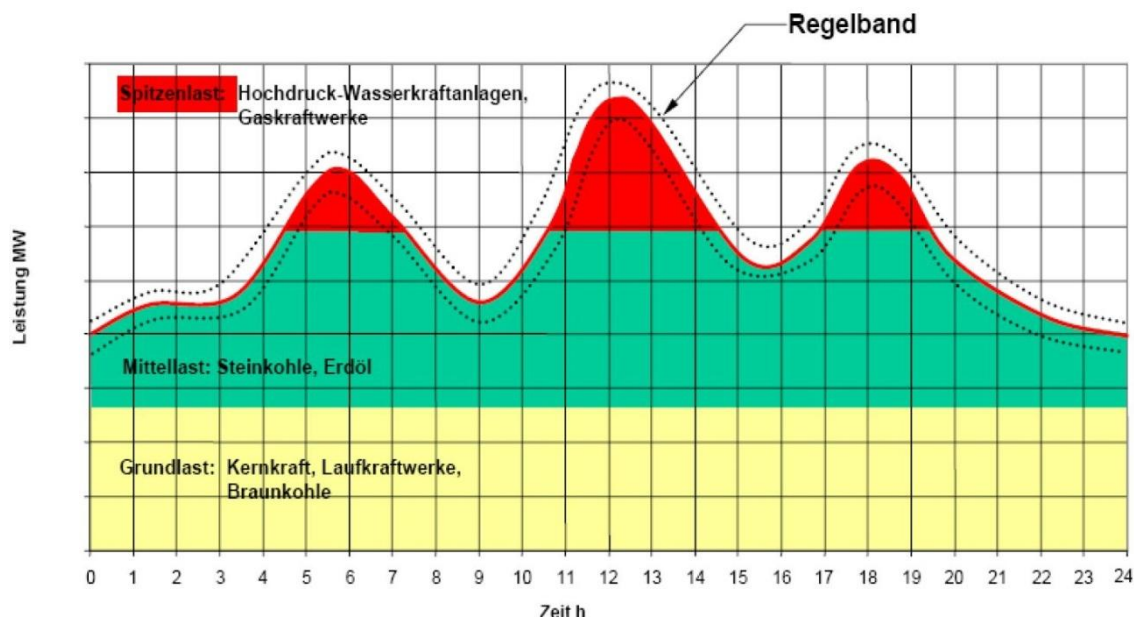
Material 13: Konzeptwissen „Zusammenhang Energieträger – Kraftwerkstypen“

- a. Kernenergie wird in *Atomkraftwerken* genutzt.
- b. Wasserkraft wird in *Lauf- und Speicherkraftwerken* zur Energiegewinnung verwendet.
- c. Kohle, Öl, Gas und Biomasse werden in *Wärme- und Gaskraftwerken* zu Strom verarbeitet.

Material 14: Konzeptwissen „Verwendung von Grund-, Mittel- und Spitzenlast“

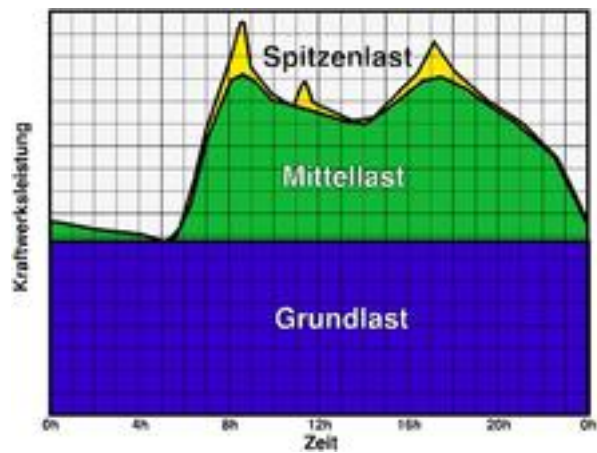
- a. Der Strom in der Grundlast fließt zu Industrien, die im Schichtbetrieb 24 Std. am Tag arbeiten. Er wird auch für Computer- und Steuerungsanlagen, Transportsysteme, den Stand-by-Betrieb in Haushalten etc. verwendet.
- b. Mittel- und Spitzenlast im Stromverbrauch werden durch Heizen und Kochen im Haushalt, elektrische Geräte in Büro, daheim und bei Freizeitaktivitäten verursacht.

Material 15: Modellartiger Verlauf des Stromverbrauchs während eines Tages ##



Quelle: Österreichische Energie-Agentur (2010), S. 46

Alternative:

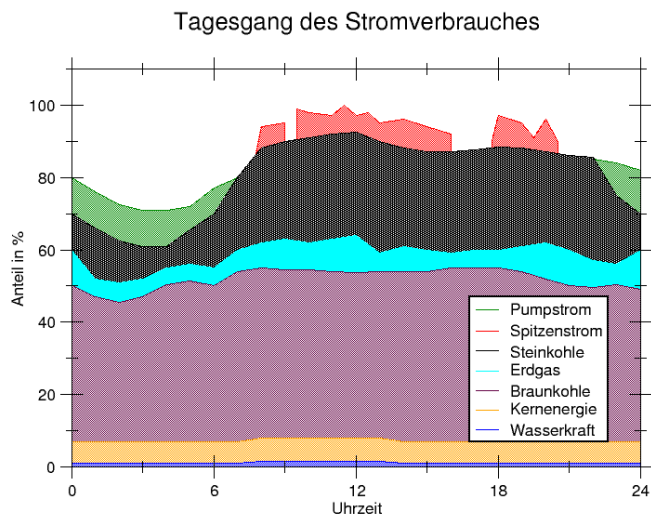


Quelle: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Stromnetz_Lastkurve.png&filetimestamp=20100611025119

Material 16: Stromverbrauch im Haushalt

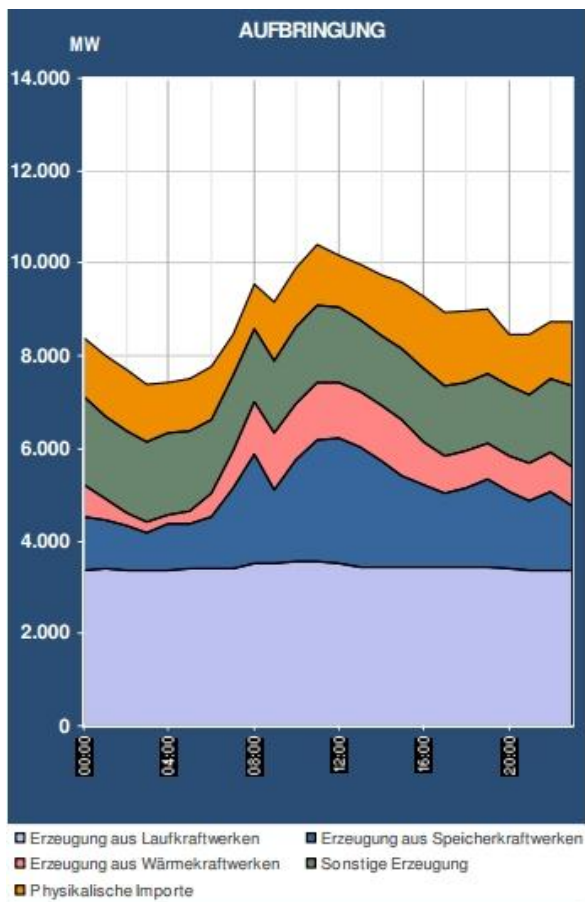
Grundlaststrom	Stromverbraucher	Mittel- und Spitzenlaststrom
<input type="checkbox"/>	Elektrische Zahnbürste	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Fernseher	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Geschirrspüler	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Kochen am E-Herd	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Laden eines Mobiltelefons	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Licht	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Computer	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Waschmaschine	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Standby-Betrieb des Monitors	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Umlaufpumpe der Heizung	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Warmwasseraufbereitung	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Material 17: Abdeckung des Stromverbrauchs in Deutschland



Quelle: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Tagesgang.png&filetimestamp=20051101104644>

Material 18: Abdeckung des Stromverbrauchs in Österreich



Quelle: Österreichische Energie-Agentur (2010), S. 47

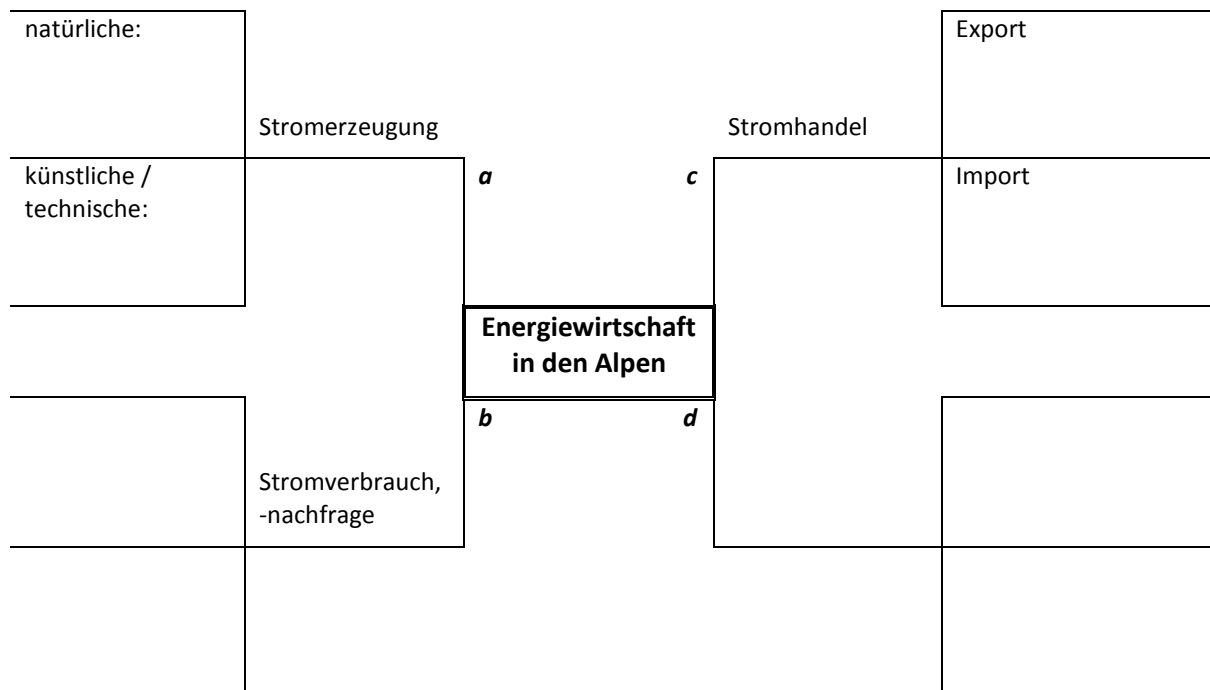
Material 19: Konzeptwissen „Pumpspeicherkraftwerk“

Wenn Grundlaststrom deutlich billiger als Spitzenstrom ist (etwa 10-facher Preis) und zu manchen Tageszeiten mehr Strom im Netz ist als verbraucht werden kann, dann macht es Sinn, diesen Strom für den Pumpbetrieb in einem *Wasserkraftwerk* zu verwenden. Das Wasser wird von einem Stausee in einen höher gelegenen Stausee gepumpt. Dann kann es bei Spitzenlast wieder abgelassen werden. Dies nennt man Pumpbetrieb, und das Kraftwerk wird zum *Pumpspeicherkraftwerk*. Dadurch lassen sich deutlich höhere Einnahmen erzielen, als Kosten für den Pumpbetrieb anfallen. Auf diese Weise lässt sich Energie auch speichern.

Zusammenfassende Aufgabe zur Wirkung der Energiewirtschaft in den Alpen

19. Entwickle und vervollständige die Concept Map in M20 für die wirtschaftlichen Voraussetzungen und Wirkungen der Energiewirtschaft in den Alpen. Ergänze den freien Ast nach eigenen Vorstellungen.

Material 20: Concept Map „Voraussetzungen für und Wirkungen der Energiewirtschaft in den Alpen“



Mögliche Lösungen der Arbeitsaufgaben

Aufgabe 3 und 4: Verschiedene Typen von Seen (M2)

	<i>(Außer)alpine) Seen an Flüssen</i>	<i>Alpine Seen</i>	
		<i>Seen in Alpenrandlage</i>	<i>Seen in der Gipfelregion</i>
natürliche Seen		Chiemsee Bodensee Lago Maggiore Genfer See	
Seen mit Staumauer (künstliche Seen)	Ottensheim		Kaprun: Moserboden und Wasserfallboden

Aufgabe 5: Kraftwerk Ottensheim (M3)

f. Bestimme die Höhenlage der Wasserfläche:

rund um die 260 m über dem Meeresspiegel

g. Der Höhenunterschied oberhalb und unterhalb der Staumauer beträgt wenige Meter (bis zu 12 m).

h. Mittels Hineinzoomen oder mit Klick auf *Fotos* erhältst du einen Eindruck, wie es in der Umgebung des Kraftwerks aussieht. Protokolliere durch Anhaken und ergänze, was du entdeckst.

- | | | | |
|--|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Berggipfel | <input checked="" type="checkbox"/> Hügelland | <input type="checkbox"/> Bergwald | <input checked="" type="checkbox"/> Auwald |
| <input checked="" type="checkbox"/> Felder | <input checked="" type="checkbox"/> Wiesen | <input type="checkbox"/> Almwiesen | <input type="checkbox"/> Gletscher |
| <input checked="" type="checkbox"/> Schiffe | <input checked="" type="checkbox"/> alte Flussverläufe | <input type="checkbox"/> Schotter/Schutt | <input checked="" type="checkbox"/> Ortschaften |
| <input type="checkbox"/> <i>Altarm des Flusses</i> | <input type="checkbox"/> <i>Bootsanlegestelle / Ruderzentrum</i> | | |
| <input type="checkbox"/> <i>Schotterabbau</i> | | | |

i. Teile eines Kraftwerkes: Protokolliere durch Anhaken und ergänze, was du entdeckst.

- | | | |
|---|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> See | <input type="checkbox"/> Staumauer | <input checked="" type="checkbox"/> Wehr |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Schleuse | <input checked="" type="checkbox"/> Krafthaus/Maschinenhaus |
| <input checked="" type="checkbox"/> Umspannwerk | <input checked="" type="checkbox"/> Stromleitung | <input type="checkbox"/> Druckrohrleitung |
| <input checked="" type="checkbox"/> Parkplatz | <input type="checkbox"/> Besucherzentrum | <input type="checkbox"/> Freizeitanlage |

j. Lokalisier Hinweise auf eine touristische Nutzung und benenne sie.

Bootsanlegestellen im Altarm des Flusses (Ruderzentrum)

Aufgabe 6: Kraftwerk Kaprun (M4)

k. Bestimme und notiere die Höhenlagen.

Stausee Moserboden:	2038 m
Krafthaus Limberg Stausee Wasserfallboden:	1674 m
Krafthaus Kaprun:	804 m

l. Berechne die beiden Höhenunterschiede zwischen Stausee und Krafthaus:

ca. 400 m ca 800 m

m. Mittels Hineinzoomen oder mit Klick auf die Einträge erhältst du einen Eindruck, wie es in der Umgebung der Kraftwerke aussieht. Protokolliere durch Anhaken und ergänze, was du entdeckst.

- Berggipfel Hügelland Bergwald Auwald
- Felder Wiesen Almwiesen Gletscher
- Schiffe alte Flussverläufe Schotter/Schutt Ortschaften
- Wanderwege

n. Teile eines Kraftwerkes: Protokolliere durch Anhaken und ergänze, was du entdeckst.

- See Staumauer Wehr
- Schleuse Krafthaus/Maschinenhaus
- Umspannwerk Stromleitung Druckrohrleitung
- Parkplatz Besucherzentrum Freizeitanlage

o. Lokalisierere Hinweise auf eine touristische Nutzung und benenne sie.

großes Gebäude zwischen Parkplatz und See, Gebäude zwischen den Staumauern

Aufgabe 7: „Wirkungen eines Kraftwerkes“ (M6)

Wirtschaft / Ökonomie		Ökologie
Stromerzeugung	Kraftwerke	Eingriff in die Natur
Arbeitsplätze		Feucht-Biotope
Nachfrage nach Instandhaltungen bei Betrieben vor Ort		Fischstiegen
Tourismus, Gastronomie		

Aufgabe 8: Konzeptwissen „Vergleich Laufkraftwerk - Speicherkraftwerk“ (M7)

	Kraftwerk	Ottensheim	Kaprun
a	Die Fallhöhe, d. h. der Höhenunterschied zwischen oberhalb und unterhalb der Staumauer ist <i>gering</i> , ca. 12 m.	... Speichersee und Krafthaus ist <i>hoch</i> , <i>einige hundert Meter</i>
b	Die Wassermenge ist <i>groß</i> . Laufend fließt Wasser durch den Fluss.	... <i>gering</i> . Nur zu bestimmten Zeitpunkten wird Wasser aus dem Speichersee abgelassen.
c	Ein Ausfall tritt bei ... auf.	... Hochwasser oder Wartung	... Wartung
d	Das Kraftwerk liefert nur eine reduzierte Leistung bei längerer Trockenheit	---
e	Der Einsatz ist permanent: 7 Tage pro Woche und 24 h am Tag	... punktuell für Minuten oder Stunden, periodisch in der Mittagszeit, episodisch bei Stromknappheit.
f	Folgende Turbinen werden für die Stromherstellung verwendet:	Kaplanturbine	Peltonrad, Francis-Turbine
g	Der Strom wird für ... verwendet.	Grundlast	Mittel- und Spitzenlast
h	Weitere Informationen findest du auf der Web-Seite des Verbunds.	... auf der Web-Seite des Verbunds.
i	Kraftwerkstyp	Laufkraftwerk	Speicherkraftwerk

Aufgabe 9 und 10: Energieträger (M9)

Energieträger	fossil	erneuerbar	Deutschland	Österreich
Kernenergie	x		75 %	33,2 %
Kohle: Braun-, Stein-	x			
Öl, Mineralölprodukte	x			
Gas, Erdgas	x		25 %	63,5 %
Wasserkraft		x		
Windkraft		x		
Biomasse		x		
Photovoltaik		x		

Aufgabe 11: Erkenntnisse aus den Diagrammen (M12)

- In Österreich wird keine Kernenergie / ~~mehr~~ / ~~gleich viel~~ / ~~weniger~~ Kernenergie (~~wie/als in Deutschland~~) genutzt.
- In Österreich wird etwa der gleiche Anteil an Energie aus Wasserkraft gewonnen, wie in Deutschland aus Braunkohle, Kernenergie, Steinkohle, ~~Erdgas, Erdöl, Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Photovoltaik~~ zusammen.
- Der Anteil der erneuerbaren Energieträger hat sich in Deutschland in den letzten zehn Jahren ~~verringert~~ / ~~nicht verändert~~ / ~~verdoppelt~~ / ~~verfünffacht~~.

Aufgabe 12: Tagesgang des Stromverbrauchs

Das Diagramm in M15 stellt einen modellartigen Verlauf des Stromverbrauchs während eines Tages dar. Auf der x-Achse ist die Uhrzeit in Stunden aufgetragen- von 0:00 bis 24.00 Uhr-, auf der y-Achse die Leistung in MW, wobei in diesem Modell keine Werte abgelesen werden können. In der Legende wird zwischen drei Signaturen für Grund-, Mittel- und Spitzenlast unterschieden.

Der Tagesverlauf weist deutliche Schwankungen auf, um Mitternacht ein Verbrauchsminimum, das in den Morgenstunden ansteigt, sodass um 06:00, 12:00 und 18:00 Uhr Maxima abzulesen sind. Inzwischen liegen relative Minima um 09:00 und 16:00 Uhr.

Aufgabe 13: Stromverbrauch im Haushalt (M16)

<i>Grundlaststrom</i>	Stromverbraucher	<i>Mittel- und Spitzenlaststrom</i>
o	Elektrische Zahnbürste	x
o	Fernseher	x
x	Geschirrspüler	x
o	Kochen am E-Herd	x
x	Laden eines Mobiltelefons	x
o	Licht	x
x	Computer	x
x	Waschmaschine	x
x	Standby-Betrieb des Monitors	o
x	Umlaufpumpe der Heizung	x
x	Warmwasseraufbereitung	o

Aufgabe 14: Vergleich der Diagramme (M15, M17, M18)

Die verschiedenen Tagesgänge unterscheiden sich wesentlich. So eindeutige Maxima, wie sie im Modell (M15) ausgewiesen sind, sind sie in den tatsächlichen Verbrauchskurven nicht zu erkennen. Der Österreichverbrauch weist nur eine Maximum um 11:00 Uhr, der Deutschlandverbrauch zwei Maxima um die Mittagszeit und zwischen 18:00 und 20:00 Uhr auf. Die Minima liegen in den beiden tatsächlichen Verbrauchskurven in den Morgenstunden, bevor der Alltag wieder beginnt, während es im Modell um Mitternacht angesetzt ist.

Aus diesen Diagrammen ist keine eindeutige klare Aussage abzuleiten, zu groß sind die Unterschiede zwischen den Verlaufskurven. Möglicherweise liegt es an verschiedenen Erhebungsmethoden oder an unterschiedlichen Datengrundlagen (z. B. aus unterschiedlich strukturierten Unternehmen); eine bundesweite Statistik ist ja nicht verfügbar. Internationale Vergleiche sowie der Vergleich zwischen Modell und Realität sind also mit kritischer Vorsicht anzustellen.

Aufgabe 15: Deckung der Grundlast

Die Grundlast ist jener Verbrauch, das über den Tag konstant ist. Daher kann angenommen werden, dass hierfür die gleichen Kraftwerke eingesetzt werden:

- in Deutschland (aus M17): Kernenergie, Braunkohle und Erdgas
- in Österreich (aus M18): Wasserkraft aus Laufkraftwerken, sonstige Erzeugung und Stromimporte

Aufgabe 16: Deckung der Mittel- und Spitzenlast

Die Mittel- und Spitzenlast tritt zu den Tagesspitzen auf. Hierfür werden folgende Kraftwerke eingesetzt:

- in Deutschland (aus M17): Steinkohle, importierter Spitzenstrom
- in Österreich (aus M18): Speicherkraftwerke, teils auch Wärmekraftwerke (auf Gas-Basis)

Aufgabe 17: Vergleich Österreich – Deutschland

In Österreich hat die Wasserkraft eine größere Bedeutung; das liegt am überwiegenden Gebirgscharakter des Landes, der ausreichend Niederschlag und große Höhenunterschiede sicher stellt. So kann auch teurer Spitzenstrom ins europäische Netz exportiert werden.

Auch die Laufkraftwerke an den Flüssen sind besser ausgebaut als in Deutschland, sodass Österreich schon immer auf Kernenergie im eigenen Land verzichtet hat und nur einen kleinen Teil seines Grundlaststromes importieren muss.

Aufgabe 18: Ausbau zu einem Pumpspeicherkraftwerk

Nur Kaprun kann als Speicherkraftwerk verwendet werden.

Aufgabe 19: Concept Map „Voraussetzungen für und Wirkungen der Energiewirtschaft in den Alpen“ (M20)

