

Arbeitsblatt Standort 4: Windkraftanlage Sorzig-Ablaß- Erneuerbare Energien

Arbeitsaufträge an die Schülerinnen und Schüler

1.) Expertengruppe A: Beschreiben Sie die Energiegewinnung in Windkraftanlagen.

Verfassen Sie dafür einen kurzen Informationstext. Darin sollen die Begriffe aus M1-M3 enthalten sein.

2.) Expertengruppe B: Bewertung der Energiebereitstellung aus regenerativen und fossilen Energieträgern- Auswertung von Statistiken

- a. Beschreiben Sie die Bedeutung der Energiegewinnung aus fossilen Energieträgern in Deutschland im Jahr 2019 (M5).
- b. Vergleichen Sie diese Verteilung mit dem Anteil am Gesamt-Primärenergieverbrauch weltweit (M4, M5).
- c. Recherchieren Sie die Bedeutung der fossilen Energieträger in Deutschland im Vergleich zu den erneuerbaren Energieträgern im Jahr 2023 (Internet).
- d. Erläutern und bewerten Sie den Inhalt der Graphik in M6.

3.) Expertengruppe C: Geotechnologien zur CO₂-Abscheidung in Kohlekraftwerken.

- a. Erläutern Sie das CCS-Verfahren (M7).
- b. Beschreiben Sie stichpunktartig die Verfahren zur CO₂-Abtrennung (M8-M10).
- c. Diskutieren Sie, ob es sich bei der sogenannten sauberen Steinkohletechnologie (Clean Coal Technology) tatsächlich um eine „saubere“ Technologie handelt.

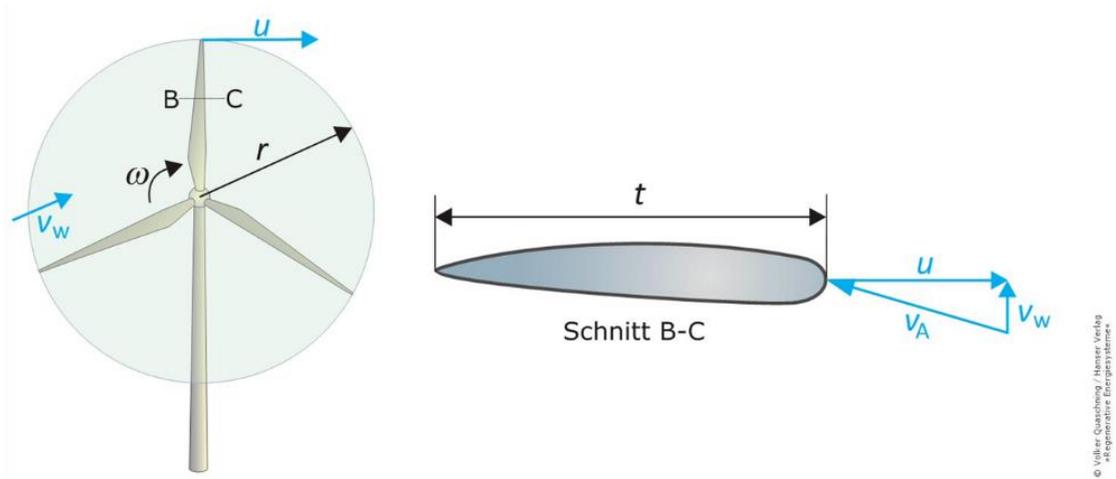
4.) Expertengruppe D: Bewertung der Energiebereitstellung aus regenerativen und fossilen Energieträgern- Energieträger Speicherkraftwerk

- a. Stellen Sie Hypothesen zu der Frage auf, wovon die Energieerzeugung eines Speicherkraftwerkes abhängt (M11).
- b. Führen Sie das Experiment in M12 durch: Füllen Sie einen Kanister mit Auslass mit Wasser und stellen ihn auf den Tisch. Schließen Sie anschließend einen Gartenschlauch an den Auslass des Kanisters an und führe diesen in eine Plasteschüssel am Boden. Stellen Sie ebenfalls ein Wasserrad in die Plastischüssel am Boden hinein und leiten im Anschluss das Wasser aus dem oberen Kanister auf das Wasserrad. Beobachten Sie, was passiert (M12).
- c. Wiederholen Sie das Experiment, nachdem Sie das Spannungsmeßgerät an das Wasserrad angeschlossen haben und interpretieren Sie Ihre Beobachtungen (M12).
- d. Erklären Sie die Bedeutung von Stauwasserkraftwerken.

5.) Stellen Sie im Klassenverbund sich gegenseitig die Ergebnisse der Expertengruppen A) bis D) vor.

[Quelle: Arbeitsblatt nach Ilse, J. & Muschler, E. (2017) in: Barnikel, M., Summesberger, H. (Hrsg.): Natürliche Ressourcen – Methoden und Aufgaben Westermann-Verlag, 136 S., 2017; verändert, Annett Kaldich 2023.]

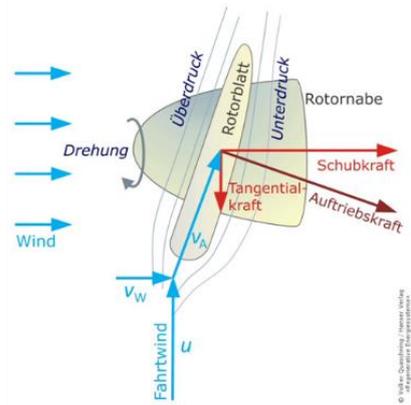
M1 Windkraftanlagen



Bei der Nutzung der Windkraft wird dem Wind Leistung entnommen, indem der Wind z.B. durch eine Windturbine von der Geschwindigkeit v_1 auf die Geschwindigkeit v_2 abgebremst und die dadurch entstehende Leistungsdifferenz genutzt wird.

Quelle: Quaschnig (2009)

M2 Windgeschwindigkeiten und Kräfte an einem Rotorblatt

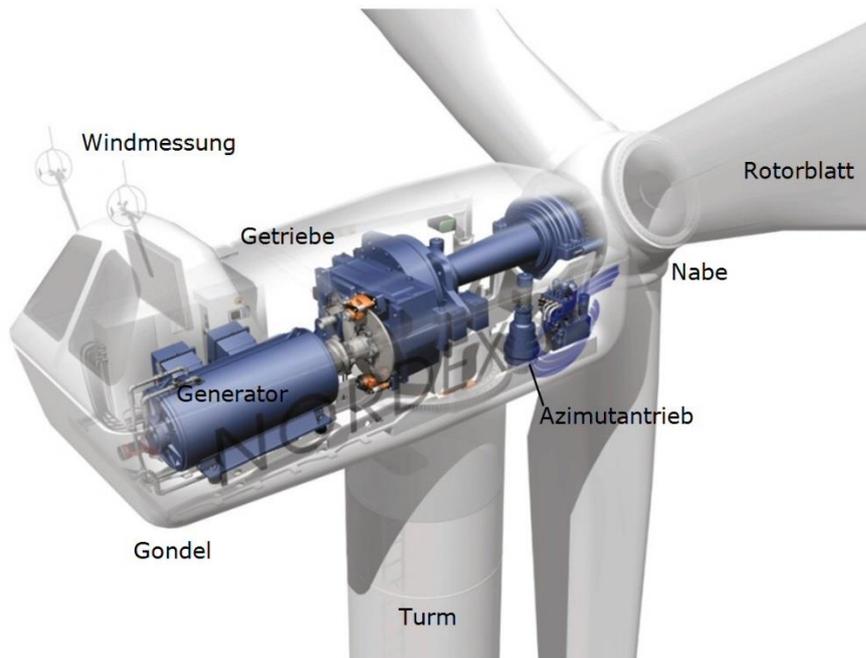


Im Wind mit der Windgeschwindigkeit v mitgeführte kinetische Energie E : $E_{\text{kin}} = m/2 \cdot v^2$;
aus dem Luftmassenstrom: Masse $m = \rho$ (Dichte) $\cdot V$ (Volumen) $= \rho \cdot A \cdot v$ ergibt sich die Leistung des Windes:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (\rho \text{ Luft mit der Dichte } \rho; \text{ die eine Fläche } A \text{ mit der Geschwindigkeit } v \text{ durchströmt})$$

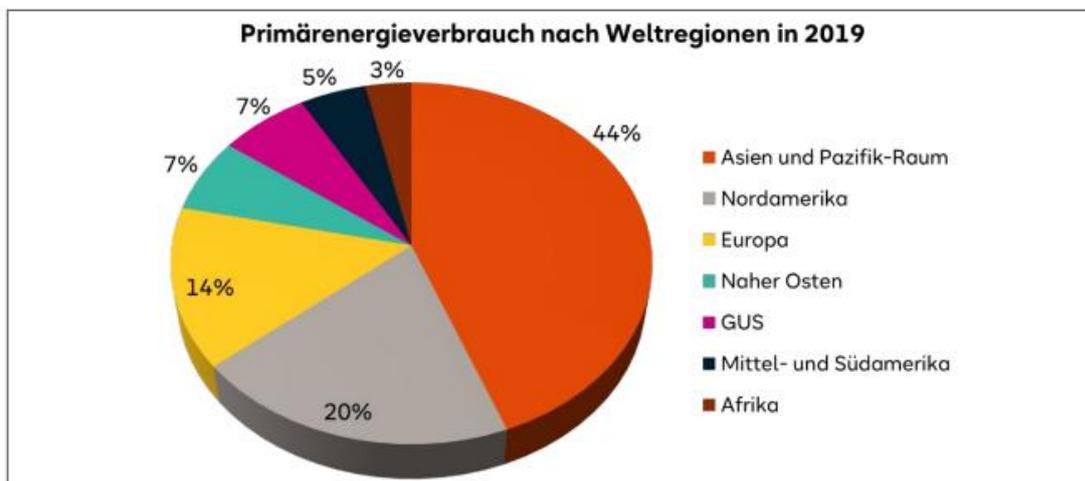
Quelle: Quaschnig (2009)

M3 Aufbau einer Windkraftanlage



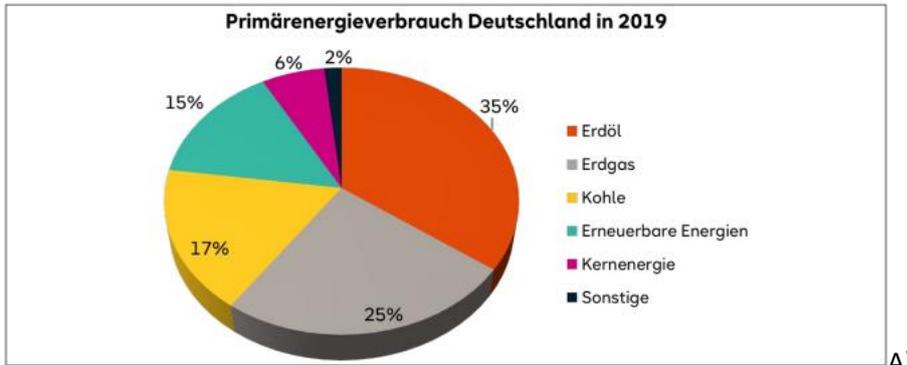
Quelle: Quaschnig (2009)

M4 Prozentuale Darstellung der Primärenergieverbräuche nach Weltregionen im Jahr 2019 als Anteil am Gesamt-Primärenergieverbrauch von 583,9 EJ.

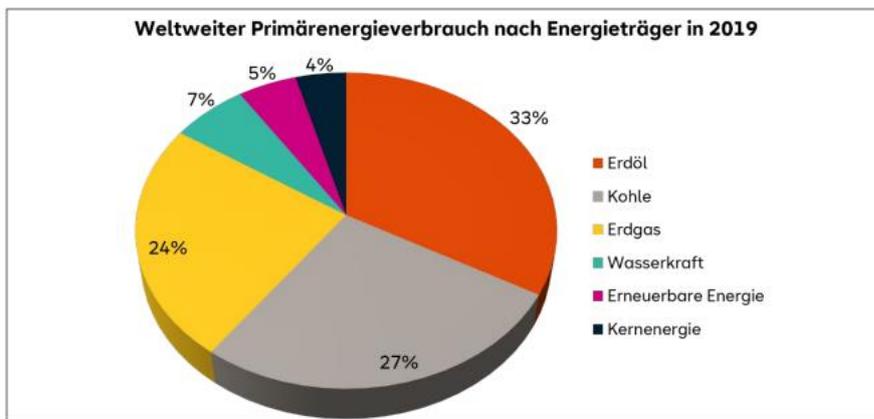


Quelle: Darstellung nach Birth, R. (2022) auf Datenbasis von Statistical Review of World Energy von BP (2020), S. 8.

M5 Anteile der Energieträger am Primärenergieverbrauch in Deutschland 2019 im Vergleich zu jenem Weltweit



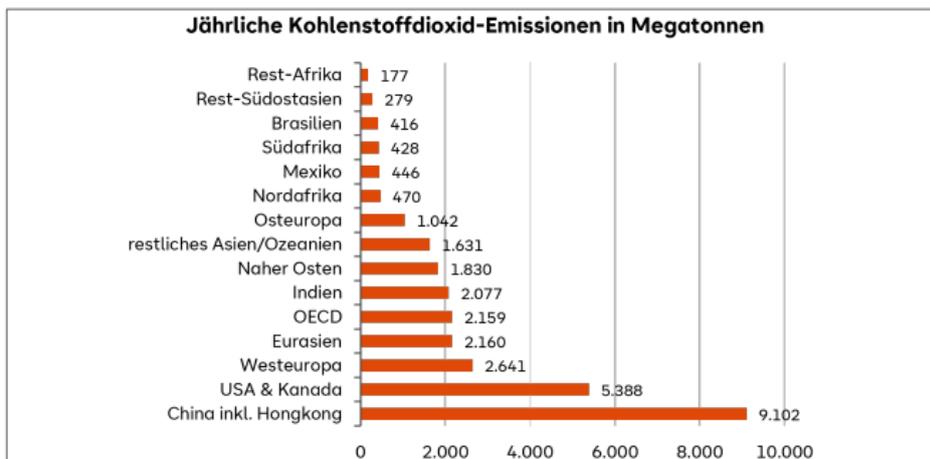
A)



B)

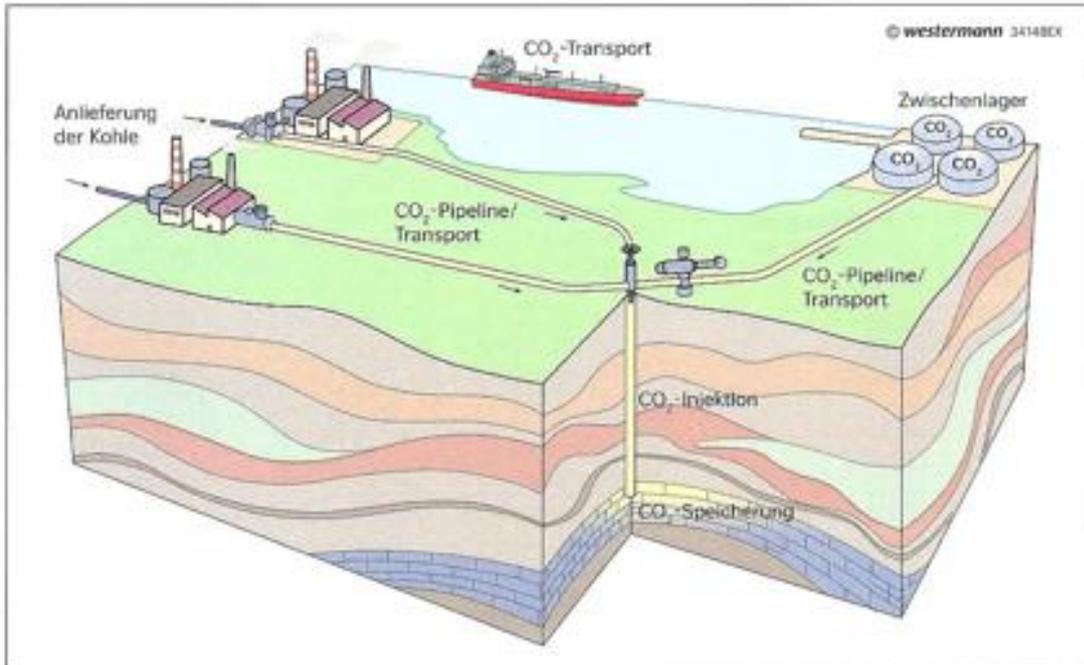
Prozentuale Darstellung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträger im Jahr 2019. A) in Deutschland als Anteil am Gesamt-Primärenergieverbrauch von 12,8 EJ und B) weltweit als Anteil am weltweiten Primärenergieverbrauch von 583,9 EJ. Quelle: Darstellung nach Birth (2022) basierend auf der Datengrundlage der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (2020) bzw. nach Statistical Review of World Energy von BP im Jahr 2020.

M6 Energiebedingte CO₂-Emissionen in ausgewählten Regionen und Ländern



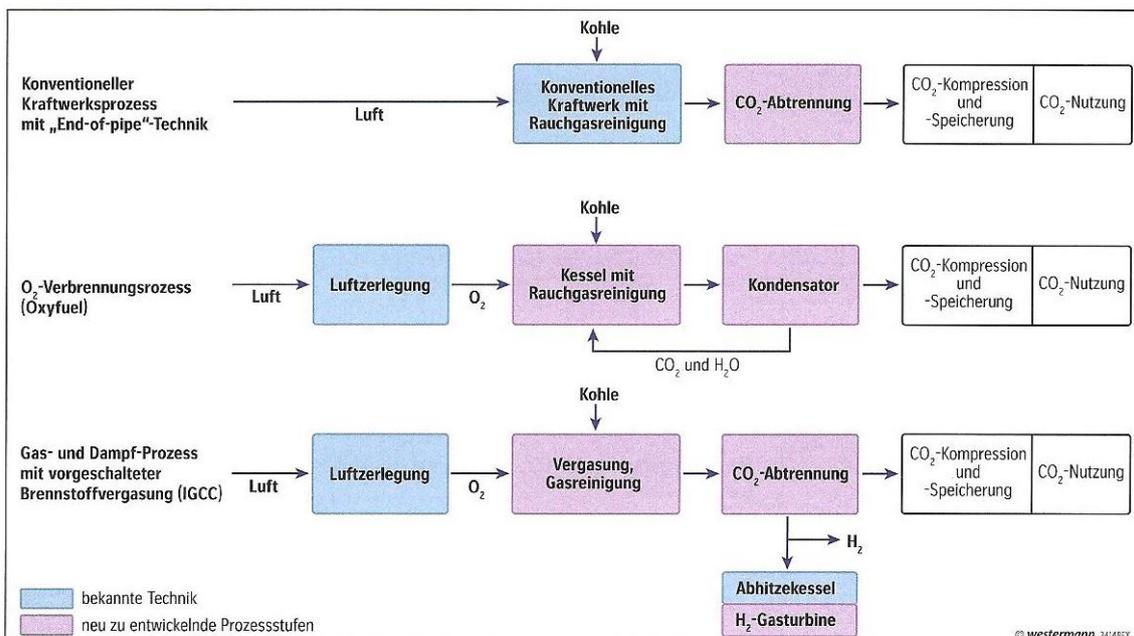
Summierte Kohlenstoffdioxid-Emissionen für die Verbrauchssektoren Industrie, Verkehr, Haushalte, Dienstleistungen und Landwirtschaft sowie die Verluste des Energiesektors in Abhängigkeit von der Region in Mt. auf Basis von Erhebungen für die Jahre 2015 und 2016. Darstellung nach Birth (2022) auf Datenbasis von Crastan (2018), S. 17, S. 92; Crastan (2019), S. 19, 86, 148.

M7 Prinzip des Carbon Capture and Storage (CCS): Abtrennung im Produktionsprozess, Transport und Speicherung



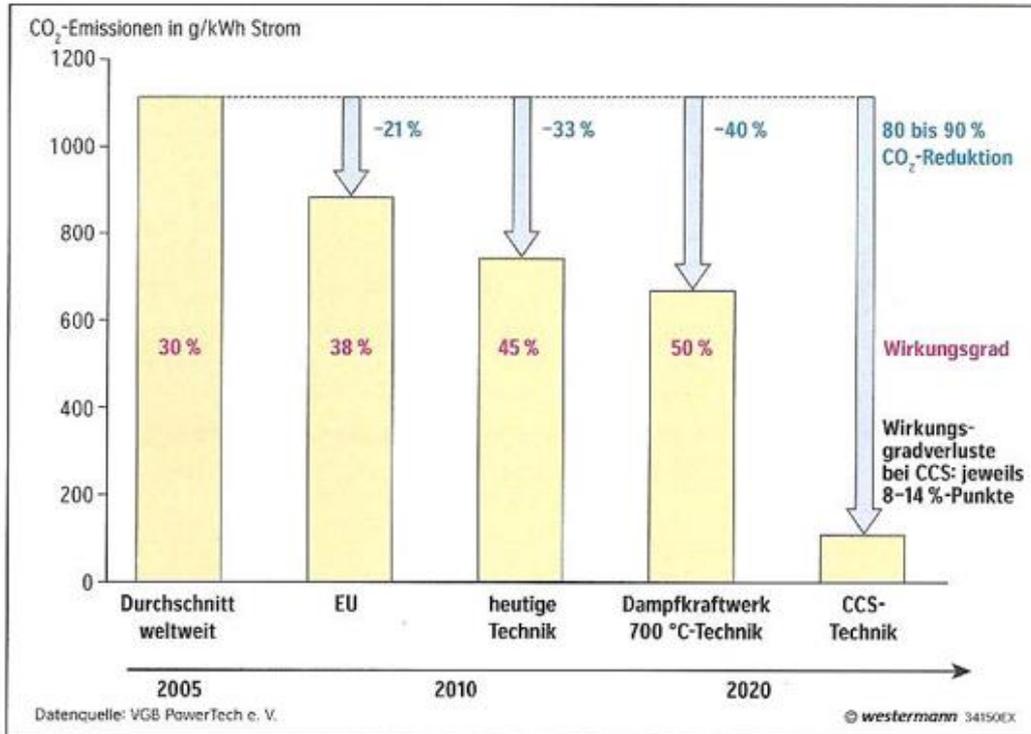
Quelle: Ilse, J. & Muschler, E. (2017). In: Barnikel, M., Summesberger, H. (Hrsg.): Natürliche Ressourcen – Methoden und Aufgaben Westermann-Verlag, 136 S., 2017.

M 8 Schematische Darstellung der Optionen zur CO₂- Abtrennung



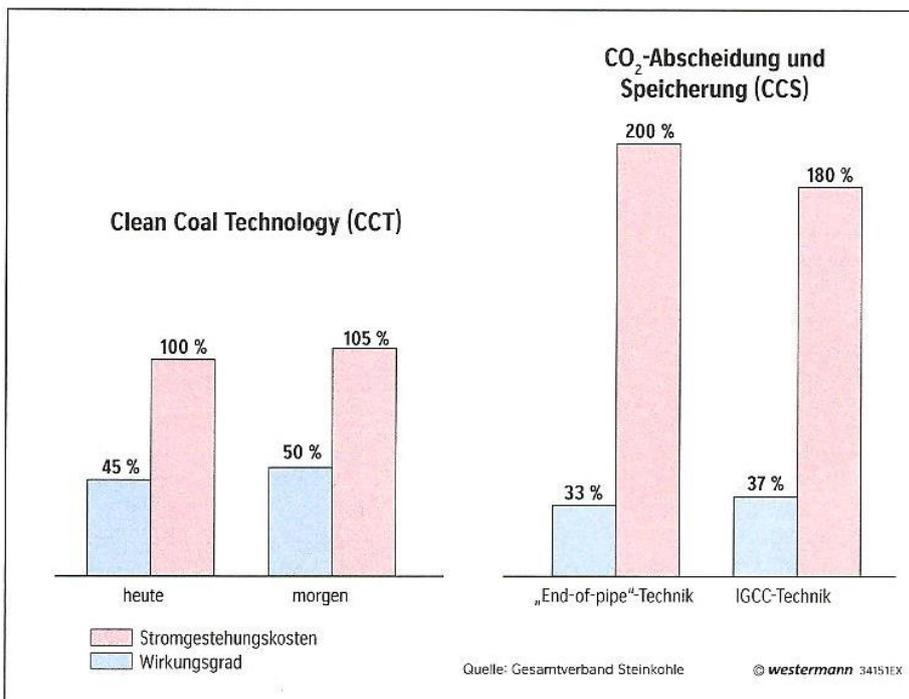
Quelle: Ilse, J. & Muschler, E. (2017). In: Barnikel, M., Summesberger, H. (Hrsg.): Natürliche Ressourcen – Methoden und Aufgaben Westermann-Verlag, 136 S., 2017.

M 9 Reduzierung der CO₂-Emissionen von Steinkohlekraftwerken durch Wirkungsgradsteigerungen und CCS-Technologien



Quelle: Ilse, J. & Muschler, E. (2017). In: Barnikel, M., Summesberger, H. (Hrsg.): Natürliche Ressourcen – Methoden und Aufgaben Westermann-Verlag, 136 S., 2017.

M 10 Wirkungsgrade und Kosten der Green Coal-Technologie und der Abscheidung von CO₂



Quelle: Ilse, J. & Muschler, E. (2017) in: Barnikel, M., Summesberger, H. (Hrsg.): Natürliche Ressourcen – Methoden und Aufgaben Westermann-Verlag, 136 S., 2017

M 11 Luftaufnahme des Pumpspeicherkraftwerkes Geesthacht



Quelle: Adobe Stock Nr. 437080768. https://stock.adobe.com/de/images/pumpspeicherkraftwerk-geesthacht/437080768?prev_url=detail

M 12 Experiment zur Funktionsweise eines Speicherkraftwerkes

Material

- Kanister mit Auslass; Gartenschlauch mit Adapter für den Kanister
- Wasserrad mit Generator; Babybadewanne oder große Plastikschüssel
- Spannungsmessgerät; 2 Kabel mit Krokodilklemmen
- Maßband oder Meterstab

Durchführung

1. Fülle den Kanister mit Wasser und stelle ihn auf den Tisch. Schließe den Gartenschlauch an den Auslass des Kanisters an. Stelle die Badewanne/Plastikschüssel auf den Boden und stelle das Wasserrad hinein.
2. Öffne nun den Auslass am Kanister und halte den Gartenschlauch so, dass das Wasser auf das Wasserrad trifft. Beobachte, was passiert.
3. Wiederhole das Experiment. Beobachte, was passiert, wenn du den Hahn am Kanister stärker oder schwächer aufdrehst. Wie verändert sich dabei die Drehgeschwindigkeit des Wasserrades?
4. Schließe nun das Messgerät an den Generator am Wasserrad an. Wiederhole das Experiment und beobachte, wie sich die Messwerte verändern.

Auswertung

1. a) Beschreibe, was mit dem Wasserrad passiert, wenn du den Hahn öffnest.

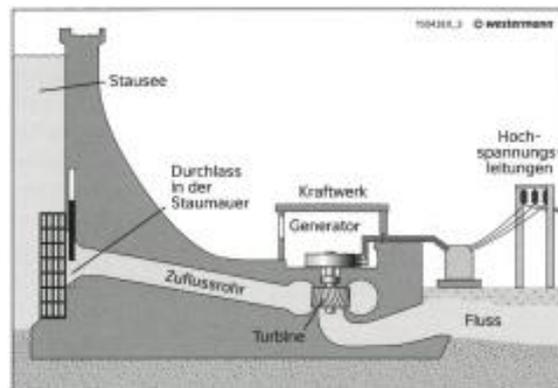
Das Wasserrad dreht sich.

- b) Ergänze die Aussage zum Wasserrad.

Je mehr der Hahn am Kanister aufgedreht wird, desto schneller dreht sich das Wasserrad.

2. Beschreibe mithilfe der Grafik, wie in einem Wasserkraftwerk Strom produziert wird.

Im Stausee wird Wasser gesammelt. Über Druckleitungen wird es zur Turbine geleitet. Die Kraft des fließenden Wassers treibt die Turbine an. Über eine Welle wird die Drehbewegung der Turbine an den Generator weitergeleitet. Dieser produziert elektrische Energie. Überlandleitungen verteilen den Strom.



Quelle: Mrazek, J. (2017): Experiment zum Speicherkraftwerk. In: Leif, M., Otto, K.-H., Peter, C. (Hrsg.) (2017): Experimentelles Arbeiten. Westermann Verlag, 200 S.