

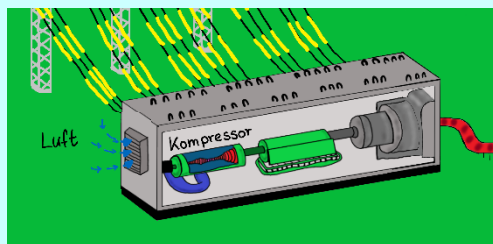
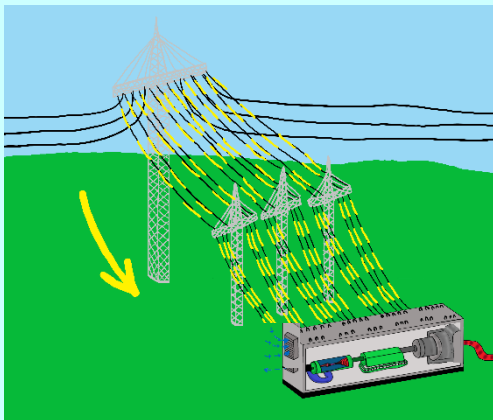
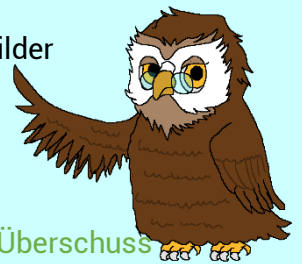
Druckluftspeicherkraftwerk

Aufbau und Funktionsweise von Druckluftspeicherkraftwerken

Die nachfolgenden Bilder stellen schematisch die Funktionsweise von Druckluftspeicherkraftwerken dar.

Aufgabe:

Erläutern Sie die Funktionsweise dieser Speicherkraftwerke, indem Sie die Bilder **beschreiben**. Wichtige Hinweise sind am Rand vermerkt.



Die elektrische Energie wird im Überschuss
produziert (z.B. durch Windkraftträder)
und in das Druckluftspeicherkraftwerk
geleitet. _____

Wie viel E_{el}
wird produziert
und warum?

Was passiert
mit ihr?

Mit dieser elektrischen Energie wird Luft
eingesaugt, welche der Kompressor
auf ca. 70 bar verdichtet (= 35 $p_{Autoreifen}$).
Dabei wird die Luft stark erwärmt
(ca. 600°C).

Was passiert
mit der Luft

70 bar
= 35 $p_{Autoreifen}$
 $\vartheta = 600^{\circ}\text{C}$

Universelle Gasgleichung:

Für eine abgeschlossene Gasmenge gilt: $V \cdot p = n \cdot R \cdot T$

wobei R ... universelle Gaskonstante

Aus der Gleichung kann folgende Erkenntnis über den Druck getroffen werden:

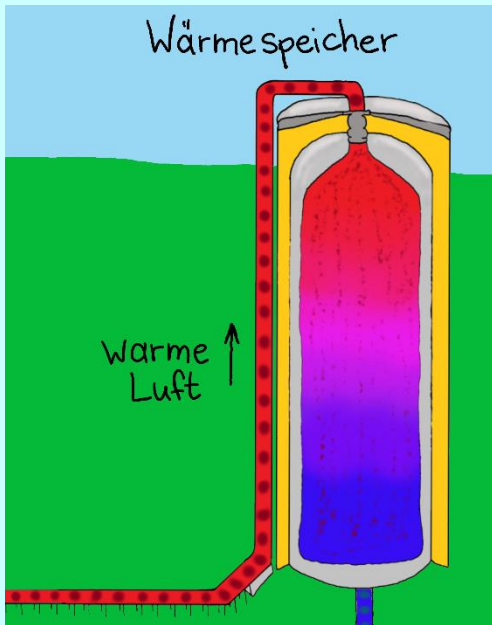
Der Druck in einem Gas kann erhöht werden,

... indem die Temperatur des Gases erhöht wird.

... indem das Volumen verringert wird.

... indem eine größere Gasmenge bei gleichem Volumen verwendet wird.

Merke: Wird ein Gas verdichtet, so wird entweder das Volumen verkleinert oder eine größere Gasmenge bei gleichem Volumen gewählt. Somit werden die einzelnen Gasmoleküle dichter zusammengedrängt.

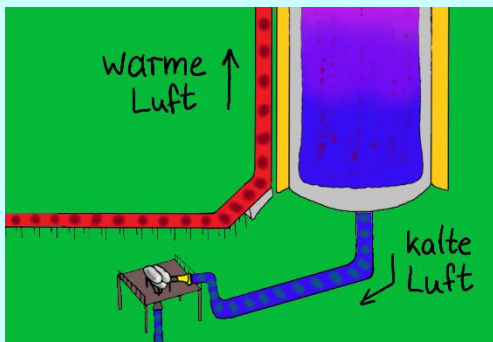


Die warme Luft wird in den Wärmespeicher
 geleitet, der druckfest und gut isoliert
 sind. Die heiße Druckluft strömt dort durch
 ein verzweigtes Rohrnetz aus keramischen
 Materialien und gibt ihre Wärme ab.

Wohin wird die Luft geleitet?

Wärmespeicher druckfest, gut isoliert

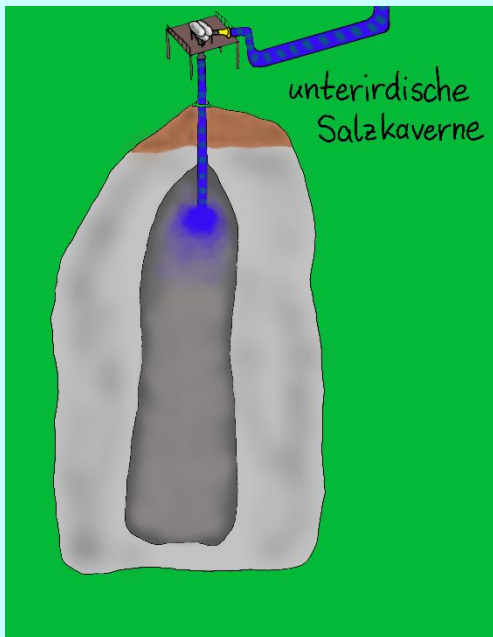
verzweigtes Rohrnetz aus keramischen Materialien, Abgabe von Wärme



Die nun abgekühlte Druckluft wird in
 eine unterirdische Salzkaverne geleitet.
 Die Druckluft hat jetzt eine Temperatur
 von nur noch ca. 40°C.

kalte Druckluft, ca. 40°C

Wohin wird die kalte Luft nun geleitet?



Die Salzkaverne ist ein riesiger natürlicher
 Hohlraum. Hier lagert die Druckluft
 bis sie wieder gebraucht wird.

Was ist eine Salzkaverne? Wozu dient sie?



Nutzung der gespeicherten Energie/Rückumwandlung

Frage:

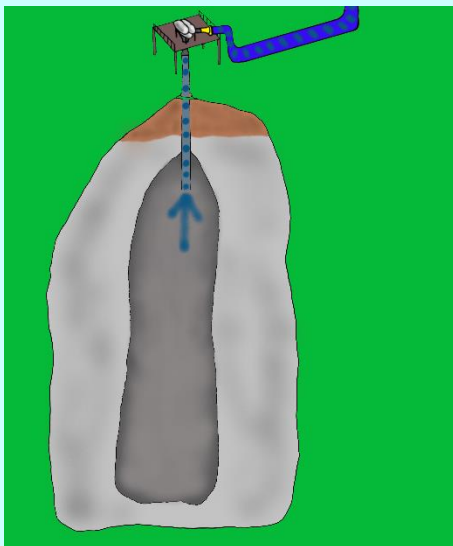
Wann muss diese gespeicherte Energie wieder in elektrische Energie umgewandelt werden?

Nennen Sie mögliche Ursachen!

hoher Energiebedarf, Änderung des Wetters → Stillstand bei den Windrädern

Funktionsweise

Erläutern Sie die Funktionsweise dieser Speicherkraftwerke bei der Rückumwandlung in elektrische Energie, indem Sie die Bilder **beschreiben**. Wichtige Hinweise und Fachtermini sind am Rand vermerkt.



Die Druckluft in den Kavernen wird _____

freigesetzt und strömt unter hohem _____

Druck in Richtung der Turbine. _____

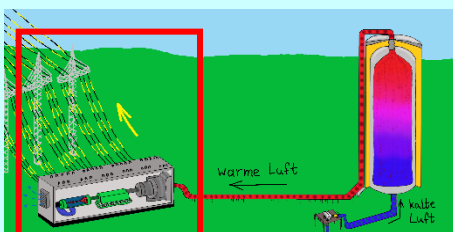
Da sich das Volumen der Kaverne nicht _____

ändert, aber der Druck abnimmt, sinkt auch

die Temperatur. _____

Wohin geht die Druckluft?

Was passiert mit dem Druck und der Temperatur?
 $V_{\text{Kaverne}} = \text{const}$



Im Wärmespeicher wird die kalte Luft der

Kaverne erwärmt. Die nun warme Luft fließt

zur Turbine. Die Turbine wird durch das

Ausströmen der warmen Luft in Bewegung

versetzt. Der angeschlossene Generator

wandelt die Bewegungsenergie in kinetische

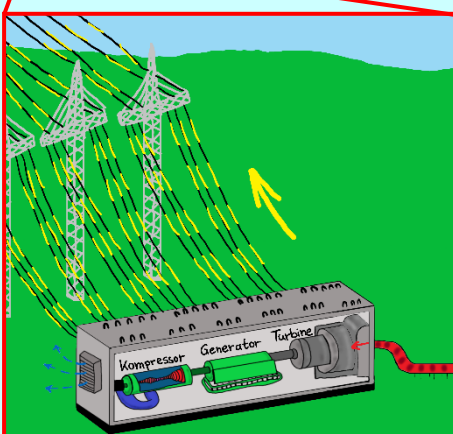
Energie um, welche anschließend in das _____

Stromnetz gelangt. _____

Was passiert im Wärmespeicher?

Was passiert in der Turbine und im Generator?

Wohin wird das Erzeugnis geleitet?



Durch das Druckluftspeicherkraftwerk ist unsere Stromversorgung gesichert!



Diskussionsfrage:

Welche Vor- und Nachteile hat das Druckluftspeicherkraftwerk?

Notieren Sie diese!

Ein paar allgemeine Informationen zu realen Druckluftspeicherkraftwerken:

Das weltweit älteste Druckluftspeicherkraftwerk steht seit 1978 in Huntorf in Niedersachsen in Deutschland [1]. Dieses ist ein diabates Speicherkraftwerkssystem, d.h. um dem Temperaturabfall beim Ausströmen der Luft entgegenzuwirken, wird z.B. Erdgas verbrannt, um Wärme zu erzeugen. Dadurch wird allerdings nur ein Wirkungsgrad von ca. 40 % bis 50 % erreicht [1]. Wird die Eigenwärme zwischengespeichert und später wieder verwendet, so kann der Wirkungsgrad auf ca. 70 % erhöht werden [2].

Zum Einsaugen der Luft wird für gewöhnlich die elektrische Energie von Windkraftanlagen genutzt.

Sind die Luftspeicher komplett gefüllt, so können diese drei Stunden lang eine Leistung von 321 MW bereitstellen. [1]

[1] „Der Exot der Energiewende“, Energiewinde Orsted, Volker Kühn, 10.03.2017, URL: <https://energiewinde.orsted.de/trends-technik/druckluftspeicher-huntorf-der-energie-wende-exot> (Stand 5/2021)

[2] „Druckluftspeicherkraftwerke“, C.A.R.M.E.N., URL: <https://www.carmen-ev.de/sonne-wind-co/stromspeicher/druckluftspeicher> (Stand 8/2020)