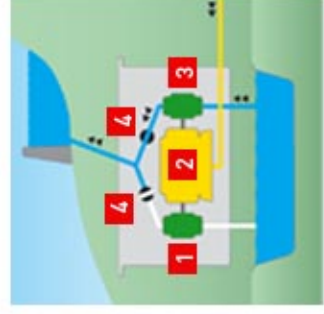
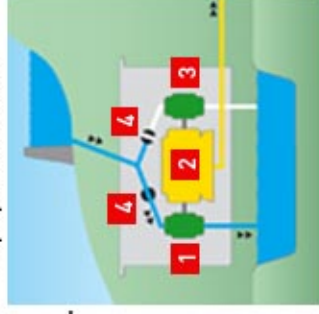


So funktioniert ein Pumpspeicherwerk



**Im Turbinenbetrieb:**

Das Wasser gelangt vom oberen Speicherbecken (Speichersee) über den Druckschacht zur Turbine. Diese treibt den Generator/Motor an, der in diesem Fall als Generator arbeitet. Der produzierte Strom wird ins Netz gespeist. Nach der Turbine fließt das Wasser in das untere Speicherbecken.

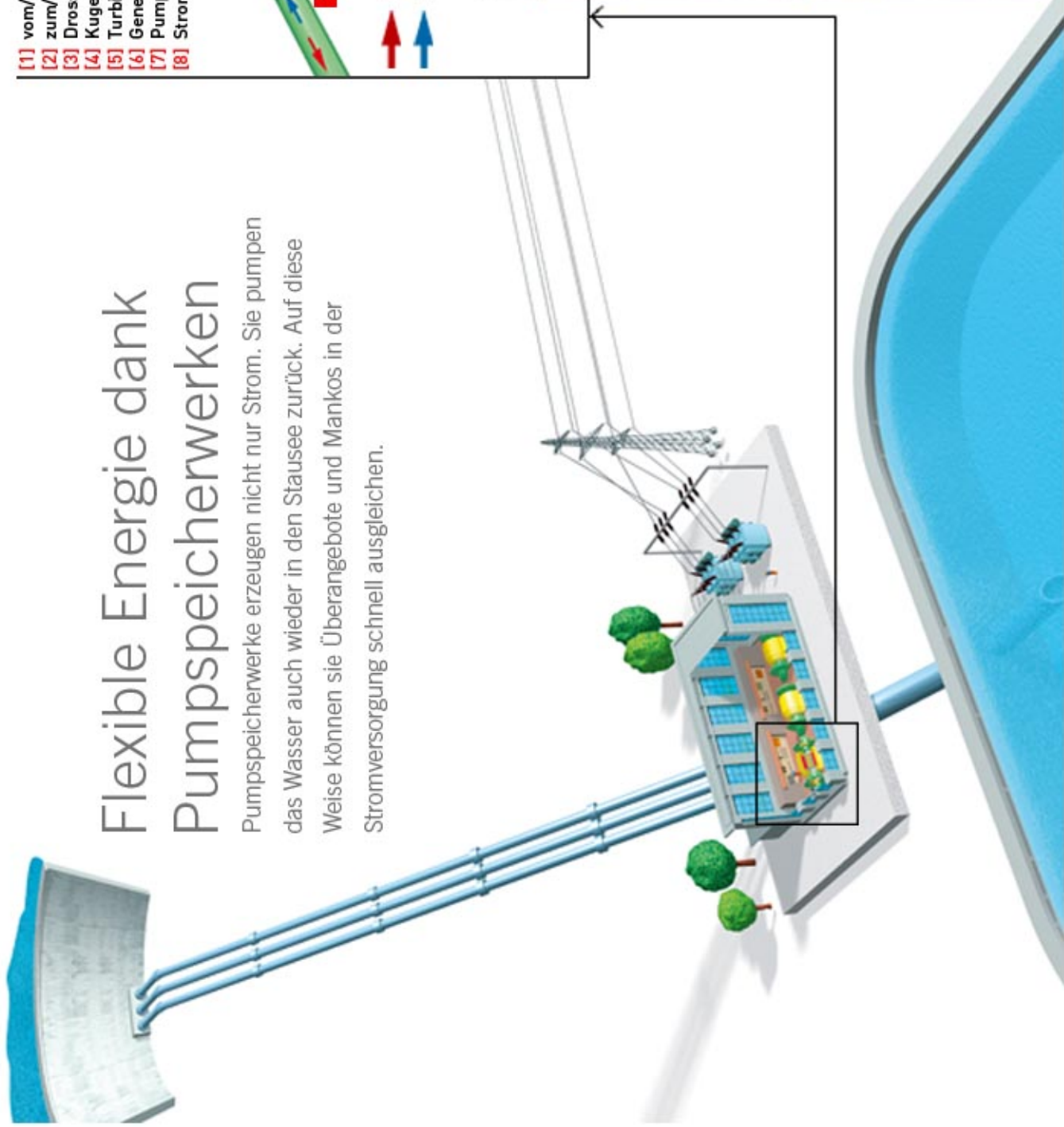
**Im Pumpbetrieb:**

Der Generator/Motor arbeitet jetzt als Motor. Er wird mit Strom aus dem Netz versorgt und treibt die Pumpe an. Diese entnimmt dem unteren Speicherbecken Wasser und pumpt es in das obere Speicherbecken (Speichersee) zurück.

- [1] Turbine
- [2] Generator/Motor
- [3] Pumpe
- [4] Schieber

# Flexible Energie dank Pumpspeicherwerken

Pumpspeicherwerke erzeugen nicht nur Strom. Sie pumpen das Wasser auch wieder in den Stausee zurück. Auf diese Weise können sie Überangebote und Mankos in der Stromversorgung schnell ausgleichen.



## **Thema 26: Flexible Energie dank Pumpspeicherwerken**

### **In diesem Schaubild wird aufgezeigt, wie ein Pumpspeicherwerk funktioniert**

Da der Strom nicht in grösserem Masse gespeichert werden kann, müssen in einem Versorgungsnetz die Kraftwerke jederzeit genau soviel Strom produzieren, wie gerade benötigt wird. Daher braucht es Stromerzeuger, die rasch auf Verbrauchsschwankungen reagieren können. In der Schweiz übernehmen Speicherkraftwerke und Pumpspeicherwerke diese Funktion. Sie produzieren die Spitzenenergie (Energie zum Abdecken der Verbrauchsspitzen) und die Regelenergie (Energie zum Ausgleichen unvorhersehbarer Verbrauchs- und Produktionsschwankungen). Im Gegensatz zu den Speicherkraftwerken erzeugen Pumpspeicherwerke nicht nur Strom, sie pumpen auch Wasser in den Stausee zurück. Damit können sie Stromüberschüsse, die in den Schwachlastzeiten auftreten, in wertvolle Spitzen- und Regelenergie umwandeln. Der Bedarf an Regelenergie nimmt im europäischen Netzverbund, an den auch die Schweiz angeschlossen ist, laufend zu. Ein wichtiger Grund dafür ist der massive Ausbau der Windenergie in verschiedenen EU-Ländern. Die Stromproduktion der Windkraftwerke hängt von den Windverhältnissen ab und kann nur bedingt eingeplant werden.

#### **Die vier Arbeitsschritte**

Bearbeiten Sie die folgenden 4 Schritte! Zeitbudget: 4x10 Min. + Zusatzaufgabe

##### **1. Schaubild als Lektionseinstieg (Überblick)**

Das Schaubild verschafft Ihnen einen Überblick zum Thema!

##### **2. Infotext mit Einzelbildern (Lesen und Verstehen)**

Lesen Sie den Text aufmerksam und schauen Sie sich die entsprechenden Bilder dazu genau an! Ist Ihnen die Bildaussage unklar, lesen Sie den Abschnitt ein zweites Mal! Sie können sich den Text mit Bildern auch ausdrucken und haben so die Möglichkeit Wichtiges zu markieren oder sich Notizen zu machen.

##### **3. Übung mit dem Schaubild (Anwenden und Üben)**

Decken Sie die schwarzen Textfelder zu und versuchen Sie die passenden Bezeichnungen heraus zu finden. Wiederholen Sie die Übung, bis Sie alle Textfelder, ohne zu Zögern, nennen können.

##### **4. Kurztest mit 6 Ankreuzaufgaben (Testen und Vertiefen)**

Bearbeiten Sie nun den Kurztest und lösen Sie die 6 Aufgaben!

## Thema 26: Flexible Energie dank Pumpspeicherwerken

Lesen Sie den Text aufmerksam und schauen Sie sich die entsprechenden Bilder dazu genau an! Ist Ihnen die Bildaussage unklar, lesen Sie den Abschnitt ein zweites Mal! Sie können sich den Text auch ausdrucken haben so die Möglichkeit, Wichtiges zu markieren oder sich Notizen zu machen

### Infotext mit Einzelbildern

#### Äusseres Merkmal

Im Gegensatz zu einem reinen Speicherkraftwerk weist ein Pumpspeicherwerk als äusseres Merkmal nicht nur einen (oberen) Speichersee auf, sondern auch ein unteres Speicherbecken. Anmerkung: Viele Speicherkraftwerke verfügen bei der Zentrale über ein sogenanntes Ausgleichsbecken. Dieses sorgt dafür, dass das Flussbett unterhalb des Kraftwerkes nicht austrocknet, wenn kein oder nur wenig Strom produziert wird. Bei einem Pumpspeicherwerk kann das untere Becken gleichzeitig als Speicher- und als Ausgleichsbecken dienen.



#### Bauweisen

Je nach den vorhandenen Verhältnissen (Leistung, Gefälle, Speichervolumen) werden Pumpspeicherwerke in verschiedenen Bauweisen erstellt.

#### Dreimaschinensatz:

Beim Dreimaschinensatz besteht die maschinelle Ausrüstung aus dem Generator/Motor (in einer Maschine vereinigt), der Pumpe und der Turbine. Diese drei Maschinen sind über eine gemeinsame Welle verbunden. Meist dreht die jeweils nicht arbeitende Maschine (Turbine oder Pumpe) in ihrer entwässerten Kammer leer mit. Die Maschinen können waagrecht nebeneinander (wie in der Abbildung) oder senkrecht übereinander (stehende Welle) angeordnet sein.



#### Pumpturbine:

An Stelle eines Dreimaschinensatzes werden Pumpspeicherwerke auch mit sogenannten Pumpturbinen ausgerüstet. Eine Pumpturbine kann sowohl als Pumpe als auch als Turbine arbeiten. Der Maschinensatz besteht dann nur aus zwei Maschinen: dem Generator/Motor und der Pumpturbine. Sie sind meist vertikal, also übereinander angeordnet

#### Energieeffizienz

Die Pumpspeicherung ist immer mit Verlusten verbunden. Von der für den Pumpbetrieb zugeführten elektrischen Energie lassen sich im Generatorbetrieb etwa drei Viertel zurückgewinnen. Der Wirkungsgrad der Pumpspeicherung beträgt also etwa 75 %. Trotzdem ist das Verfahren sinnvoll, weil es erlaubt, ein Überangebot an Strom in Schwachlastzeiten in wertvolle Spitzen- und Regelenergie umzuwandeln.



#### Umwälzwerke

Pumpspeicherwerke werden manchmal auch als Umwälzwerke bezeichnet. Bei einem reinen Umwälzwerk hat das obere Speicherbecken keinen natürlichen Zufluss.

# Pumpspeicherwerke

## Multiple Choice Fragen

### 1. Pumpspeicherwerke

- verfügen über keinen Stausee, haben aber ein unteres Speicherbecken
- verfügen über ein oberes und unteres Speicherbecken
- verfügen immer über 2 untere Speicherbecken
- verfügen über 2 obere Speicherbecken

### 2. Pumpspeicherkraftwerke

- sind nur während Spitzenergiezeiten im Betrieb
- sind in Schachlastzeiten nicht in Betrieb
- sind in Schwachlastzeiten oft am Pumpen
- sind in Schwachlastzeiten nie am Pumpen

### 3. Speicherkraftwerke

- sind nur in Schachlastzeiten im Betrieb
- sind in Schachlastzeiten ausser Betrieb
- sind in Schwachlastzeiten am Pumpen
- produzieren immer Strom

### 4. Unter Dreimaschinensatz versteht man

- Generator/Motor, Pumpe, Turbine
- Pumpturbine, Motor und Generator
- Pumpe, Welle, Turbine
- Turbine, Regler, Kugelschieber

### 5. Im Turbinenbetrieb

- bezieht das Werk Strom aus dem Netz
- fliesst Wasser von oben nach unten
- fliesst Wasser von unten nach oben
- pumpt das Werk mit eigenem Strom

### 6. Im Pumpbetrieb

- produziert das Werk Strom
- fliesst Wasser von oben nach unten
- fliesst Wasser von unten nach oben
- verwandelt man überschüssigen Strom in billige Energie