

## Wirkungsgrad beim Radfahren

Schwierigkeitsgrad: leichte Aufgabe 💡

Beim Ergometertraining wird einem Radfahrer von **70 kg** eine mechanische Leistung von **75 W** abverlangt. Bei diesem Training nimmt der Fahrer eine Leistung von **350 W** auf und vermindert dabei seinen Vorrat an chemischer Energie - er nimmt ab.

Schätze - unter Berücksichtigung des Grundumsatzes - den Wirkungsgrad seines Muskelapparates ab.



©  
Abb. 1 Ergometer

Aufgabe

## Energieverbrauch in der BRD

Schwierigkeitsgrad: leichte Aufgabe 💡

- Der jährliche Pro-Kopf-Bedarf an Primärenergie beträgt in Deutschland zur Zeit **5,8 t** Steinkohleeinheiten (SKE). **1 kg SKE** entsprechen **29,31 MJ**. Gib an, wie groß der jährliche Pro-Kopf-Energiebedarf an Primärenergie in Deutschland in Joule ist.
- Ein Mensch kann täglich 8 Stunden lang eine mechanische Leistung von  $P = 75 \text{ W}$  erbringen. Welche mechanische Arbeit verrichtet er an einem Tag bzw. innerhalb eines Jahres?
- Etwa 30% der aufgewandten Primärenergie steht uns als Nutzenergie zur Verfügung. Wieviele Arbeitskräfte müsste jeder Bundesbürger einstellen um seinen pro Kopf Bedarf zu decken, wenn man die in b) berechnete Energiemenge zu Grunde legt?

Aufgabe

## Skiflugschanze in Oberstdorf


Schwierigkeitsgrad: leichte Aufgabe 💡

Auf der Skiflugschanze in Oberstdorf durchfährt ein **80 kg** schwerer Skispringer auf der **139 m** langen Anlaufspur bis zum Absprung eine Höhendifferenz von **80 m** und hat beim Absprung eine Geschwindigkeit von **30  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$** . Alle Werte sind gerundet.

- Erläutere, welche Art von Arbeit dabei verrichtet wird und wer diese Arbeit verrichtet.
- Berechne den "Wirkungsgrad" des Springers beim Anlauf.

Aufgabe

## Lastenesel

**Schwierigkeitsgrad:** mittelschwere Aufgabe 


Ein **300 kg** schwerer Lastenesel zieht einen **100 kg** schweren Karren, der mit **800 kg** beladen ist, eine **5 km** lange Bergstraße vom **400 m** hohen Talort zum **500 m** hohen Bergort.

Berechne die Hubarbeit, die der Esel dabei verrichtet.

Berechne, welchen Wirkungsgrad der Esel hat, wenn die Reibungskraft genau so groß wie die Hangabtriebskraft ist.

Aufgabe

## Wirkungsgrad eines Achterbahnaufzugs


**Schwierigkeitsgrad:** mittelschwere Aufgabe 

Eine 2000 kg schwere Achterbahn wird durch eine Art Aufzug innerhalb von 30 Sekunden auf 28 Meter Höhe befördert.

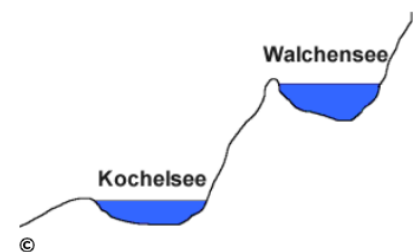
- Berechne, wie viel Kilowatt Leistung der Aufzug dabei mindestens abgeben muss.
- Tatsächlich benötigt der Aufzug für diesen Transport eine elektrische Energie von 750 kJ. Berechne den Wirkungsgrad des Aufzuges.

Aufgabe

## Walchensee als Energiespeicher

**Schwierigkeitsgrad:** mittelschwere Aufgabe 

Das Walchenseekraftwerk ist ein 1924 in Kochel am See in Betrieb genommenes Hochdruck-Speicherkraftwerk in Bayern. Es ist mit einer installierten Leistung von 124 MW bis heute eines der größten seiner Art in Deutschland. Das Walchenseekraftwerk nutzt die Wasserkraft bei einem natürlichen Gefälle von gut 200m zwischen dem als „Oberbecken“ fungierenden Walchensee (801m ü. NN) und dem „Unterbecken“ Kochelsee (600m ü. NN) zur Stromerzeugung. Beim Betrieb des Kraftwerks darf der Wasserspiegel des Walchensees um rund 6m gesenkt werden, was einem verfügbaren Speicherraum von 110 Mio. m<sup>3</sup> entspricht. Es ist somit ein Speicherkraftwerk, aber kein Pumpspeicherkraftwerk, da kein Wasser wieder in den Walchensee zurückgepumpt wird. Es wurde ursprünglich für die allgemeine Stromversorgung gebaut, dient heute aber als Spitzenlastkraftwerk. (Quelle: Wikipedia)



©  
Abb. 1 Skizze zur Aufgabe

Um die Lageenergie zu berechnen, die im Walchenseewasser steckt, nehmen wir - etwas vergrößernd - folgende Werte an:

Höhendifferenz der Wasseroberflächen:  $h = 200 \text{ m}$

Fläche des Walchensees:  $A = 16 \text{ km}^2$

Mittlere Tiefe des Walchensees:  $t = 90 \text{ m}$

- Beschreibe die einzelnen Energieumwandlungen, die beim Walchenseekraftwerk verwendet werden.
- Berechne die gesamte Lageenergie, die im Walchenseewasser steckt. Beachte, dass nur der mittlere Höhenunterschied des Walchenseewassers zur Oberfläche des Kochelsees gerechnet werden darf.
- Untersuche, wie lange man Bayern durch diese Energiereserve mit Elektrizität versorgen könnte, wenn im Mittel dazu 4000MW elektrische Leistung benötigt werden. Der Wirkungsgrad der entsprechend groß ausgelegten Speicherkraftwerke werde mit  $\eta = 80 \%$  angenommen.

Aufgabe

## Donaukraftwerk Jochenstein

Schwierigkeitsgrad: mittelschwere Aufgabe 

Die Fallhöhe des Wassers beträgt beim Donaukraftwerk Jochenstein nur **10m**. Trotzdem gibt es etwa dreimal so viel elektrische Energie wie das Walchenseekraftwerk mit einer Fallhöhe von **200m** ab.



©  
Abb. 1 Kraftwerk Jochenstein

- Berechne welches Vielfache der Wassermenge, die durch die Turbinen des Walchenseekraftwerkes strömt, durch die Turbinen des Jochensteinkraftwerkes fließt. Nimm an, dass der Wirkungsgrad beider Kraftwerke gleich ist.
- Stell dir vor, man würde diese Wassermenge, die an einem Tag durch das Kraftwerk Jochenstein fließt, vom Walchensee (Fläche **16,2km<sup>2</sup>**) abfließen lassen. Berechne, um wie viel sein Wasserspiegel sinken würde.  
Bei der üblichen Wasserabfuhr durch das Kraftwerk würde das Wasser im Walchensee täglich im Schnitt um **10cm** sinken, wenn kein Zufluss wäre.
- Flusskraftwerke sind Tag und Nacht in Betrieb und decken so einen Teil der Grundlast elektrischer Energie eines Versorgungsbezirkes. Speicherkraftwerke sind dagegen nur zu Zeiten erhöhten Energiebedarfs in Betrieb. Erkläre warum!

