

Energie ist berechenbar

Das Walchenseekraftwerk erzeugt mit den herabstürzenden Wassermassen aus dem Walchensee in den 200 m tiefer gelegenen Kochelsee elektrische Energie. Wie viel Lageenergie besitzt

das Wasser im Walchensee? Wie viele Haushalte können mit dieser Energie versorgt werden? Gibt es Formeln, mit denen die umgesetzten Energien berechnet werden können?

Lageenergie

Wenn ein Körper Energie hat, kann er etwas bewegen, anheben, verformen, erwärmen oder andere Wirkungen hervorrufen. Aus der Größe dieser Wirkung lässt sich auf die Größe der Energie des Körpers schließen. Soll z. B. ein Haus auf sumpfigem Untergrund gebaut werden, dann werden zuerst Pfähle in die Erde getrieben, um die nötige Festigkeit für das Fundament zu schaffen. Diese Arbeit erledigt eine Pfahlramme, bei der ein schwerer Klotz immer wieder auf den Pfahl herunterfällt und ihn so allmählich in den Boden treibt. Wie lässt sich seine Lageenergie, die das bewirkt, berechnen?

① Im Versuch treibt ein fallender Tonnenfuß Nägel in einen Styroporklotz. Aus der Eindringtiefe der Nägel können wir schließen, wie groß die Lageenergie des hochgehobenen Fußes war:

② Je größer die Höhe h ist, aus der der Körper fällt, desto weiter wird der Nagel in das Styropor hineingetrieben. Bei doppelter Höhe geht der Nagel auch etwa doppelt so tief hinein; also ist die Lageenergie in diesem Fall auch doppelt so groß gewesen.

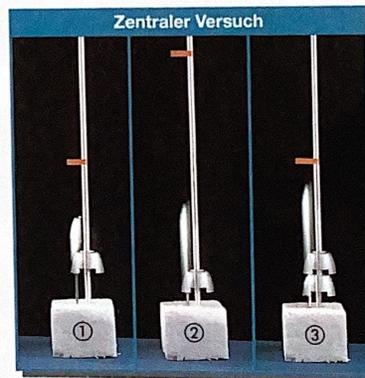
③ Je größer die Gewichtskraft F_G des Körpers ist, desto tiefer dringt der Nagel ein. Nehmen wir zwei Tonnenfüße mit insgesamt doppelter Masse m und lassen sie aus der ursprünglichen Höhe herabfallen, so haben sie die doppelte Lageenergie.

Genauere Untersuchungen zeigen, dass die Höhe h , die ein Körper hat, und seine Gewichtskraft $F_G = m \cdot g$ die Größe seiner Lageenergie bestimmen. Es gilt der einfache Zusammenhang:

$$E_{\text{Lage}} = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$$

Bei der Betrachtung der Einheiten in der Formel stellen wir fest, dass das Joule eine zusammengesetzte Einheit ist. Für sie gilt: $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$.

Ein Körper, der sich in der Höhe h gegenüber einem gewählten Nullpunkt befindet, hat die Lageenergie $E_{\text{Lage}} = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$.



Rechenbeispiel

Der Rammklotz einer Pfahlramme mit der Masse 450 kg fällt aus einer Höhe von 3,90 m herab. Wie groß war seine Lageenergie?

Geg.: $m = 450 \text{ kg}; h = 3,90 \text{ m};$
 $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Ges.: E_{Lage}

Lösung:

$$\begin{aligned} E_{\text{Lage}} &= m \cdot g \cdot h \\ &= 450 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3,90 \text{ m} \\ &= 17\,200 \text{ Nm} \\ &= 17\,200 \text{ J} = 17,2 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Die Lageenergie des Rammklotzes betrug 17,2 kJ.

Aufgaben

- Wie hoch müsste man einen gefüllten 10-Liter-Wassereimer heben, damit er dieselbe Energie wie der Rammklotz im Rechenbeispiel hat? (1,0 l Wasser \triangleq 1,0 kg; Masse des Eimers 360 g)
- Im Pumpspeicherwerk Markersbach im Erzgebirge beträgt der Höhenunterschied zwischen den beiden Wasserbecken 300 m. Wie groß ist die Lageenergie der $6,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ Wasser im oberen Speicherbecken, die im Kraftwerk unten in elektrische Energie umgewandelt werden kann?
- Wie verändert sich die Lageenergie eines Körpers, wenn sich die Höhe verdreifacht und die Masse verdoppelt?