

Klasse 10, Physik, 25.1.2021-29.1.2021

- I Untenstehenden Text ins **Heft** übertragen! (Heft wird kontrolliert, wenn ihr wieder in die Schule dürft.)
- II Im **Übungshefter** die unter dem Text stehenden Aufgaben bearbeiten! (Dieses Blatt für den Übungshefter dann abgeben.)

Arbeit, Wirkungsgrad

Das Produkt $F_a \cdot s_a$ ist bei einer idealen Seilmaschine:

Seilmaschine mit fest verbundenen losen Rollen:

$$\begin{aligned} F_a \cdot s_a &= \left(\frac{1}{2n} \cdot F_L\right) \cdot (2n \cdot s_L) \\ &= \frac{2n}{2n} \cdot F_L \cdot s_L \\ &= F_L \cdot s_L \end{aligned}$$

Potenzflaschenzug:

$$\begin{aligned} F_a \cdot s_a &= \left(\left(\frac{1}{2}\right)^n \cdot F_L\right) \cdot (2^n \cdot s_L) \\ &= \left(\frac{1}{2^n}\right) \cdot F_L \cdot 2^n \cdot s_L \\ &= \left(\frac{2^n}{2^n}\right) \cdot F_L \cdot s_L \\ &= F_L \cdot s_L \end{aligned}$$

Damit ist dieses Produkt ein besonderes und bekommt einen Namen: **Arbeit (Abk.: W)**.

Allgemein definiert ist die **Arbeit**, welche an einem Objekt verrichtet wird, **das Produkt aus der Kraft, gegen die das Objekt bewegt wird, und der Länge der Strecke, um die das Objekt bewegt wird**.

Die Einheit der Arbeit ist 1 Joule (Abk.: 1J). 1 Joule = 1 Newton · 1 meter (1J=1Nm).

Bei einer idealen Maschine ist die Nutzarbeit W_N , also die Arbeit $F_L \cdot s_L$, welche an der Last verrichtet wird, genauso groß, wie die aufzubringende (also hineingesteckte) Arbeit W_a . Für alle Maschinen gilt:

$$W_N \leq W_a$$

(Für ideale Maschinen gilt $W_N = W_a$, für reale Maschinen $W_N < W_a$.)

(Bei einer (fiktiven) Maschine mit $W_N > W_a$ spricht man von einem Perpetuum mobile.)

Eine Möglichkeit die Güte einer Maschine anzugeben ist ihren **Wirkungsgrad η** anzugeben. Der **Wirkungsgrad** ist der **Quotient aus Nutzarbeit und aufzubringender Arbeit**.

$$\eta = \frac{W_N}{W_a}$$

Beispiel: Eine Last von 6000N wird mit einem Potenzflaschenzug mit 3 losen Rollen, von denen jede ein Gewicht von 30N hat, um 1,5m gehoben. Wie groß ist der Wirkungsgrad?

geg.: $F_L = 6000\text{N}$, $s_L = 1,5\text{m}$, $F_R = 55\text{N}$, $n = 3$

ges.: Wirkungsgrad η

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{W_N}{W_a} \\
 &= \frac{F_L \cdot s_L}{F_a \cdot s_a} \\
 &= \frac{F_L \cdot s_L}{\left[\left(\frac{1}{2}\right)^n \cdot F_L + \left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n\right) \cdot F_R \right] \cdot 2^n \cdot s_L} \\
 &= \frac{6000\text{N} \cdot 1,5\text{m}}{\left[\left(\frac{1}{2}\right)^3 \cdot 6000\text{N} + \left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^3\right) \cdot 55\text{N} \right] \cdot 2^3 \cdot 1,5\text{m}} \\
 &= \frac{6000\text{N}}{6000\text{N} + \left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^3\right) \cdot 2^3 \cdot 55\text{N}} \\
 &= \frac{6000\text{N}}{6000\text{N} + 385\text{N}} \\
 &= \frac{6000\text{N}}{6385\text{N}} \\
 &= 0,9397
 \end{aligned}$$

(Natürlich kann man auch erst W_N und W_a einzeln ausrechnen und dann den Quotienten bilden.)

Der Wirkungsgrad beträgt 0,94 bzw. 94%.

Aufgaben

1. Ein Flaschenzug mit 3 gleichen losen Rollen soll benutzt werden, um eine Last von 15kN zu heben.
 - (a) Wie groß ist die Laststrecke, wenn die aufzubringende Strecke 6,4m beträgt und
 - i. es sich um einen Potenzflaschenzug handelt?
 - ii. es sich um eine Seilmaschine mit fest verbundenen losen Rollen handelt?
 - (b) Wie hoch muss die Last gehoben werden, damit die Nutzarbeit 30J beträgt?
 - (c) Wie groß darf die Masse jeder der einzelnen losen Rollen maximal sein, damit der Wirkungsgrad des Potenzflaschenzugs mindestens 85% ist? (Rechenweg!)
2. Mit einer Seilmaschine mit fest verbundenen losen Rollen soll eine Last von 9055N gehoben werden.
 - (a) Wie viele lose Rollen sind mindestens notwendig, damit die aufzubringende Kraft maximal 1000N beträgt, wenn
 - i. es sich um eine ideale Seilmaschine handelt?
 - ii. jede lose Rolle eine Masse von 80kg hat?
 - (b) Wie groß ist in jedem der Fälle von (a) der Wirkungsgrad der Seilmaschine?