



Unterrichtseinheit: Flächen- und Winkelberechnungen

Hebelgesetz: Kraftwandler im Einsatz

Das Hebelgesetz ist eines der ältesten physikalischen Gesetze der Menschheitsgeschichte. Dieses Gesetz wurde bereits im Jahr 200 v. Chr. von Archimedes von Syrakus formuliert. Ein Hebel ist ein sogenannter *Kraftwandler* und dient dazu, das Verrichten von Arbeit zu vereinfachen. Dieser Kraftwandler besteht aus einem starren Körper und ist drehbar um einen Drehpunkt gelagert. Mathematisch werden diese Systeme durch das Hebelgesetz beschrieben. Das Hebelgesetz sieht vor, dass sich diese Systeme im Gleichgewicht befinden. In Worten lässt sich das Gesetz als „Kraft mal Kraftarm ist gleich Last mal Lastarm“ ($F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$) ausdrücken. Die grundlegenden Begriffe und verschiedenen Hebelarten sowie deren Anwendungen werdet ihr in den nächsten Aufgaben erarbeiten und kennenlernen.



Achtung Grundlagenwissen!

Um das Hebelgesetz anwenden und erkennen zu können, benötigt ihr Kenntnisse über grundlegende Begriffe der Mechanik. Die meisten Begriffe kennt ihr wahrscheinlich schon, andere könnt ihr noch einmal nachschlagen.

Aufgabe 1 ☆

Formuliert möglichst kurze Definitionen der folgenden Begriffe:

Drehpunkt, Gewicht, Kraft, Ortsfaktor, Drehmoment, Gleichgewicht, Last, Hebelarm, Kraft- und Lastarm

Versucht, so viele Begriffe wie möglich selbst zu formulieren. Wenn ihr nicht weiterkommt, schaut in euren Physikbüchern nach.

Einseitiger Hebel

Für alle einseitigen Hebel gilt, dass sich der Drehpunkt am Ende des Hebelarms befindet. Zudem greifen Kraft wie auch Last auf der gleichen Seite des Drehpunktes an.

Aufgabe 2 ☆

In der Abbildung 1 ist eine vereinfachte Darstellung einer Schubkarre zu sehen. Ein typisches Beispiel eines einseitigen Hebels. Berechne die Kraft F_K , welche benötigt wird, um die Schubkarre in der dargestellten Position zu halten.

(geg.: $l_1 = 1,2 \text{ m}$, $l_2 = 0,4 \text{ m}$, $F_L = 200 \text{ N}$)

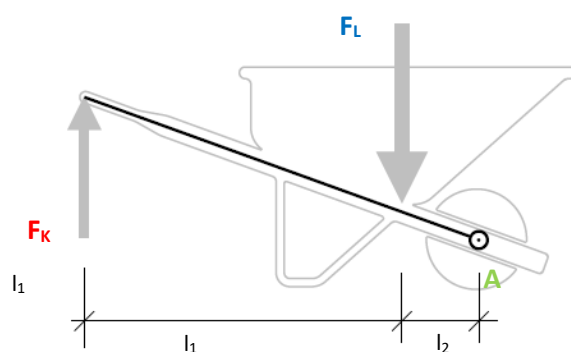


Abbildung 1: Schubkarre (eigene Darstellung; erstellt mit © Freeform)

Zweiseitiger Hebel

Der zweiseitige Hebel hat im Unterschied zum einseitigen Hebel seinen Drehpunkt innerhalb des Hebelarms. Kraft- und Lastarm befinden sich auf unterschiedlichen Seiten des Drehpunktes.



Aufgabe 3 ☆☆☆

Ein typisches Beispiel für einen zweiseitigen Hebel ist eine Wippe. Ein Freikörperbild (Skizze) einer Wippe ist in Abbildung 2 dargestellt.

- a) Befindet sich das System im Gleichgewicht? Begründe rechnerisch. (geg.: $l_1 = 1 \text{ m}$, $l_2 = 2 \text{ m}$, $l_3 = 3 \text{ m}$, $l_4 = 1,5 \text{ m}$, $F_L = 500 \text{ N}$, $F_{K1} = 200 \text{ N}$, $F_{K2} = 175 \text{ N}$)
- b) Berechne die benötigte Länge des Lastarms für den Fall, dass Kraft 2 wegfällt – das System soll sich im Gleichgewicht befinden. (geg.: $l_3 = 3 \text{ m}$, $F_L = 500 \text{ N}$, $F_{K1} = 200 \text{ N}$)

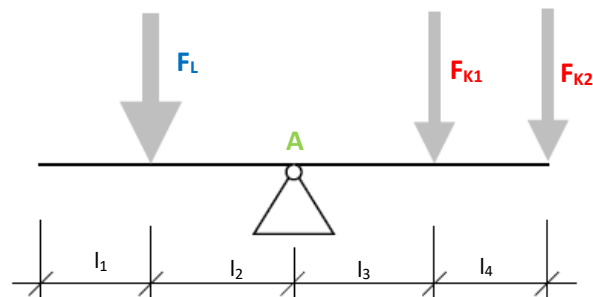


Abbildung 2: Wippe (eigene Darstellung; erstellt mit © Freeform)

Hebel und Gerüstbau

Das Wissen um das Hebelgesetz ist essenzieller Bestandteil bei der Berechnung und Planung von Bauwerken. Gerüste sind ein wichtiger Bestandteil jedes Bauprozesses, bei dem die Kenntnis des Hebelgesetzes nicht nur für den Aufbau, sondern auch für die Sicherheit auf dem Gerüst wichtig ist.

Aufgabe 4 ☆☆☆

In der Abbildung 3 ist ein vereinfachtes Freikörperbild (Skizze) eines Gerüstrahmens dargestellt. Auf den Gerüstrahmen wirkt eine Verkehrslast F_L und eine Windlast F_W . Der Gerüstrahmen wird durch die Kraft eines Gerüstankers F_A in Position gehalten. Berechne die Kraft F_A . (geg.: $l_A = 5 \text{ m}$, $l_L = 1,7 \text{ m}$, $l_W = 2,5 \text{ m}$, $m_L = 500 \text{ kg}$, $F_W = 750 \text{ N}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

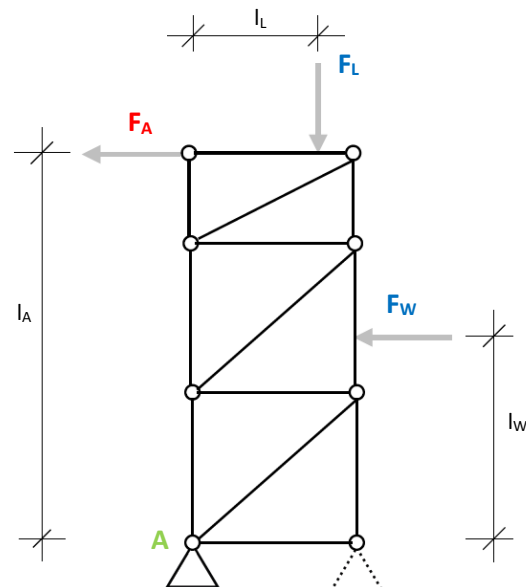


Abbildung 3: Gerüstrahmen (eigene Darstellung; erstellt mit © Freeform)



Schon gewusst?

Ein Gerüstanker wird zur Stabilisierung des Gerüsts benötigt, dieser verbindet das Gerüst mit dem Gebäude. Ohne das Einsetzen und das Wissen um die Berechnung der Ankerkräfte, ist ein Gerüst nicht sicher nutzbar! Unter Verkehrslast versteht man eine (kurzzeitige) Belastung eines Bauteils, z. B. eines Gerüstteils. Dies können Personen, Werkzeuge oder Materialien sein, die sich auf dem Gerüst befinden. Es gibt immer eine maximale Verkehrslast, diese wird festgelegt, damit das Gerüst weiterhin sicher genutzt werden kann.