

Der Arm als Hebel

Der Fall

In der Physiotherapie hält ein Patient eine **2-kg-Hantel** in der Hand, der Unterarm waagrecht. Der Ellbogen ist der **Drehpunkt**. Der Bizeps setzt etwa **4 cm** vom Ellbogen entfernt am Unterarm an, die Hantel liegt **32 cm** vom Ellbogen entfernt. Die Therapeutin erklärt: „Ihr Bizeps zieht dabei viel stärker, als die Hantel wiegt.“

Ein Körper ist im Gleichgewicht, wenn sich sowohl alle **Kräfte** als auch alle **Drehmomente** ausgleichen. Für eine senkrecht wirkende Kraft gilt $M = F \cdot r$; der **Hebelarm r** ist der senkrechte Abstand zwischen Drehpunkt und Wirkungslinie der Kraft. Für zwei entgegengesetzte Drehmomente gilt im Gleichgewicht das Hebelgesetz $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$. Modell: Der Unterarm ist ein waagerechter Hebel, die Bizepskraft wirkt senkrecht nach oben, die Gewichtskraft der Hantel nach unten; Masse des Unterarms und Sehnenwinkel werden vernachlässigt, die Gelenkkraft am Ellbogen erzeugt um den Ellbogen kein Drehmoment. Es gilt $g \approx 10 \text{ N/kg}$.

1 Kräfte und Hebelarme

Verstehen · 4 Punkte

Skizziere den Unterarm als Balken mit Drehpunkt. Trage die Gewichtskraft der Hantel, die Kraft des Bizeps und beide Hebelarme ein. Auf welcher Seite des Drehpunkts greifen die beiden Kräfte an, und in welche Richtungen wirken sie?

2 Wie stark zieht der Bizeps?

Rechnen · 4 Punkte

Berechne die Gewichtskraft der Hantel und daraus mit dem Hebelgesetz die Kraft des Bizeps. Wie vielmal größer ist sie als die Gewichtskraft der Hantel? Ohne Taschenrechner.

3 TMSnat-Training: Multiple Choice

eigene Übungsaufgabe · Richtwert 90 Sekunden · ohne Taschenrechner · 2 Punkte

Auf einer Wippe sitzt ein Kind mit 30 kg genau 2,0 m vom Drehpunkt entfernt. In welchem Abstand vom Drehpunkt muss ein Kind mit 40 kg auf der anderen Seite sitzen, damit die Wippe im Gleichgewicht ist?

- (A) 0,5 m (B) 1,0 m (C) 1,5 m
(D) 2,0 m (E) 2,7 m

4 Schraubenschlüssel

Transfer · 5 Punkte

a) Eine festsitzende Schraube löst sich erst bei einem Drehmoment von 40 N·m. Welche Kraft ist nötig, wenn man am Ende eines 20 cm langen Schlüssels senkrecht zieht? Welche bei einem 40 cm langen Schlüssel?

b) Jemand übt eine Kraft genau in *Längsrichtung* des Schraubenschlüssels aus. Warum dreht sich die Schraube nicht, so stark er auch zieht oder drückt?
