

Lernzettel

Statik starrer Körper: Kräfte, Kraftmomente und Gleichgewichtsbedingungen

Universität: Technische Universität Berlin
Kurs/Modul: Mechanik E
Erstellungsdatum: September 20, 2025



Zielorientierte Lerninhalte, kostenlos!
Entdecke zugeschnittene Materialien für deine Kurse:

<https://study.AllWeCanLearn.com>

Mechanik E

Lernzettel: Mechanik E – Statik starrer Körper: Kräfte, Kraftmomente und Gleichgewichtsbedingungen

(1) Grundbegriffe: Kräfte, Kraftmoment und Gleichgewicht.

Eine Kraft $\vec{F}$ ist ein Vektor, der auf einen Körper wirkt und eine Beschleunigung bewirken kann. Die Einheit ist das Newton (N). Das Kraftmoment $\vec{M}$ beschreibt die Drehwirkung einer Kraft um einen Bezugspunkt O:

$$\vec{M}_O = \vec{r} \times \vec{F}.$$

In der Ebene (2D) gilt für das Momentenmaß die z-Komponente

$$M_O = xF_y - yF_x.$$

Im Gleichgewicht gilt, dass die Gesamtsumme aller auf den Körper wirkenden Kräfte Null ist und die Summe der Drehmomente ebenfalls Null ist:

$$\sum \vec{F}_i = \vec{0}.$$

$$\sum \vec{M}_O^{(i)} = \vec{0}.$$

(2) Freier Körper, Kräfte und Reaktionen.

Für einen freien Körper werden alle äußeren Kräfte sowie die Reaktionskräfte an den Kontaktpunkten aufgenommen. Zur Beschreibung des statischen Gleichgewichts reichen die Bedingungen aus (Translations- und Rotationsgleichgewicht):

$$\sum \vec{F}_i = \vec{0}.$$

$$\sum \vec{M}_O^{(i)} = \vec{0}.$$

(3) Schwerpunkt.

Der Schwerpunkt (Schwerpunkt der Masseverteilung) eines diskreten Systems aus Massenpunkten liegt bei

$$\vec{r}_G = \frac{1}{\sum_i m_i} \sum_i m_i \vec{r}_i.$$

Im kontinuierlichen Fall ersetzt man die Summe durch das Integral entsprechend der Massendichte $\rho(\vec{r})$.

(4) Momentenrechnung – Drehmomente und Momentenarme.

Für ein Kraftpaar oder eine einzelne Kraft gilt:

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}.$$

In der Ebene (2D) mit $\vec{F} = (F_x, F_y, 0)$ und $\vec{r} = (x, y, 0)$ ergibt sich das Momentenmaß als

$$M = xF_y - yF_x.$$

(5) Gleichgewichtsbedingungen konkret.

Translationsgleichgewicht (Summe der Kräfte Null):

$$\sum \vec{F}_i = \vec{0}.$$

Rotationsgleichgewicht (Summe der Momente Null):

$$\sum \vec{M}_O^{(i)} = \vec{0}.$$

(6) Anwenden auf einen Balken – freier Balken mit zwei Stützen.

Betrachte einen horizontalen Balken der Länge L mit einer vertikalen Last P in Abstand a von der linken Stütze A . Die Stützen liefern vertikale Reaktionen A_y (bei A) und B_y (bei B).

Aus dem Momentsatz um den Punkt A folgt

$$0 = B_y L - P a \quad \Rightarrow \quad B_y = \frac{Pa}{L}.$$

Aus der Vertikalkraft-Gleichung ergibt sich

$$A_y + B_y = P \quad \Rightarrow \quad A_y = P - B_y = P - \frac{Pa}{L} = P \left(1 - \frac{a}{L}\right).$$

Damit sind die Gleichgewichtsbedingungen erfüllt und die Reaktionen bestimmt. Für andere Lastformen gilt entsprechend:

$$\sum \vec{F}_i = \vec{0} \quad \text{und} \quad \sum \vec{M}_O^{(i)} = \vec{0}.$$

(7) Reaktions- und Schnittlasten, Fachwerke (Kurzüberblick).

- Reaktionskräfte: Kräfte an Stützen, die Koordinaten der Reaktionen werden durch Gleichgewichtsbedingungen bestimmt.
- Schnittlasten: In einem Fachwerk ist die Normalkraft in einem Balken durch die Knotenkräfte eindeutig bestimmt (Stütz- und Lastfälle).
- Schwerpunkt, Stützungen und Lastpfade beeinflussen die Biegelinien und Spannungen in Bauteilen; in der Statik werden dann meist einfache Tragsysteme analysiert.