

Lernzettel

Schnittprinzip: Berechnung von Teilgrößen durch
Schnitte

Universität: Technische Universität Berlin
Kurs/Modul: Baustatik I
Erstellungsdatum: September 6, 2025



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

<https://study.AllWeCanLearn.com>

Baustatik I

Lernzettel: Baustatik I

(1) Schnittprinzip – Grundidee. Das Schnittprinzip dient dazu, Teilgrößen in statisch bestimmten Stabtragwerken durch das Durchschneiden des Tragwerks zu berechnen. Beim Schnitt wird das Tragwerk in zwei Teile zerlegt. Jeder Teil wird als eigenes Freikörperbild (FBD) betrachtet und die unbekannten Schnittgrößen treten als Kräfte an den Schnittflächen auf. Bei Stabtragwerken sind diese Schnittkräfte in der Regel Axialkräfte der durch den Schnitt getroffenen Stäbe.

(2) Grundgleichungen am Schnitt. Für den betrachteten Schnittteil gilt das Gleichgewicht in der Ebene. Für prorustionsweise entstehen die folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned}\sum F_x = 0 &\Rightarrow \sum_i N_i \cos \theta_i + F_x^{\text{ext}} = 0 \\ \sum F_y = 0 &\Rightarrow \sum_i N_i \sin \theta_i + F_y^{\text{ext}} = 0\end{aligned}$$

wobei - N_i die Axialkräfte der durch den Schnitt getroffenen Stäbe i bezeichnet, - θ_i der Winkel des jeweiligen Stabs zur +x-Achse ist, - $F_x^{\text{ext}}, F_y^{\text{ext}}$ äußere Kräfte (Lasten, Reaktionen) in x bzw. y .

(3) Vorgehen beim Schnitt. 1. Wähle den Schnitt so, dass möglichst wenige unbekannte Schnittkräfte auftreten. 2. Zeichne das FBD des betrachteten Teiltrums. 3. Notiere die unbekannten Schnittkräfte N_i gemäß der Richtung der jeweiligen Stäbe. 4. Schreibe die Gleichungen $\sum F_x = 0$ und $\sum F_y = 0$ auf. 5. Löse das lineare Gleichungssystem nach den Unbekannten N_i . 6. Prüfe die Plausibilität (Vorzeichen, Größenordnung) und vollziehe ggf. eine Gegenrechnung am anderen Teil.

(4) Beispielrechnung (schematisch). Betrachte einen einfachen Dreiecksrahmen mit drei Stäben, der Stabkräfte durch einen Schnitt durch zwei Stäbe erfasst. Angenommen der Schnitt trennt zwei Stäbe, deren Richtung die Winkel

$$\theta_1 = 30^\circ, \quad \theta_2 = -60^\circ$$

im Verhältnis zur +x-Achse bilden. Der geschnittene Teil ist äußeren Lasten ausgesetzt mit einem äußeren resultierenden Kraftvektor

$$F^{\text{ext}} = \begin{pmatrix} 0 \\ -20 \text{ kN} \end{pmatrix}.$$

Dann ergeben sich aus den Gleichungen

$$N_1 \cos \theta_1 + N_2 \cos \theta_2 + 0 = 0,$$

$$N_1 \sin \theta_1 + N_2 \sin \theta_2 - 20 = 0.$$

Einsetzen der Werte $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0.8660$, $\sin 30^\circ = \frac{1}{2} = 0.5$, $\cos(-60^\circ) = \frac{1}{2} = 0.5$, $\sin(-60^\circ) = -\frac{\sqrt{3}}{2} \approx -0.8660$ ergibt das lineare Gleichungssystem

$$0.8660 N_1 + 0.5 N_2 = 0,$$

$$0.5 N_1 - 0.8660 N_2 - 20 = 0.$$

Lösen liefert

$$N_1 = 10 \text{ kN}, \quad N_2 = -17.32 \text{ kN}.$$

Interpretation: $N_1 > 0$ bedeutet Zugrichtung entlang Stab 1 (je nach Definition), während $N_2 < 0$ die entgegengesetzte Richtung zum angenommenen Orientierungssinn anzeigt.

(5) Praxishinweise zum Schnittprinzip. - Wähle Schnitte so, dass die Anzahl der unbekannten Schnittkräfte klein bleibt (idealerweise 2 oder 3, je nach System). - Verifiziere, dass das gewählte Teilstück eindeutig definiert ist und keine zusätzlichen Außenkräfte am Schnitt auftreten als in der Gleichung erfasst. - Nutze die Orientierung der Stäbe durch θ_i klar in den Gleichungen. - Prüfe nach der Lösung, ob alle Schnittkräfte konform zu der Knotenlogik des Tragwerks stehen (Kräfterichtung konsistent). - Bei statisch bestimmten Systemen liefern zwei Gleichungen pro Schnitt (in der Regel $\sum F_x = 0$ und $\sum F_y = 0$) eine eindeutige Lösung, sofern die Anzahl der Unbekannten passend gewählt ist.

(6) Wichtige Formeln und Begriffe. - Schnittgröße in Stäben: Axialkraft N_i eines durch den Schnitt getroffenen Stabs i . - Winkel eines Stabs i relativ zur x-Achse: θ_i (damit gilt der Stabbeitrag $(N_i \cos \theta_i, N_i \sin \theta_i)$ zu den Gleichgewichtsbedingungen). - Grundgleichungen am Schnitt:

$$\sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad \sum_i N_i \cos \theta_i + F_x^{\text{ext}} = 0, \quad \sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad \sum_i N_i \sin \theta_i + F_y^{\text{ext}} = 0.$$

(7) Virtuelle Weggrößen und Virtuelle Kräfte (Hinweis). Zur Ergänzung der Modelle werden gelegentlich das Prinzip der virtuellen Weggrößen und das Prinzip der virtuellen Kraftgrößen herangezogen. Beispielsweise gilt – in kompakten Worten – dass die Arbeit der externen Kräfte bei einer zulässigen virtuellen Verschiebung gleich Null ist:

$$\delta W_{\text{ext}} = \sum F_i \delta x_i = 0.$$

Dies bildet die Grundlage für alternative Formulierungen (z. B. Virtual-Work-Ansätze) zur Bestimmung von Verformungen und Schnittgrößen in komplexeren Tragwerken.