

Schülerwettbewerb: Brücken für Erfurt

Einführungsveranstaltung: 24.01.2014

Wettkampftag: 14.03.2014, 10.00 Uhr, Hörsaal 5.E.11



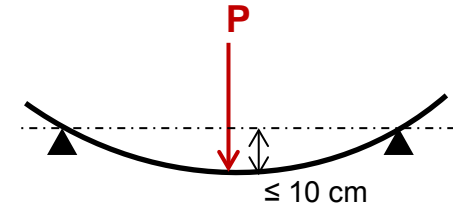
Grande Viaduc de Millau, www.zdf.de/Terra Xpress

1. Aufgabenstellung
2. Statikvorlesung

1. Aufgabenstellung

Konstruieren und bauen Sie eine Brücke, die bei einem **möglichst geringen Eigengewicht**, einer **möglichst hohen vertikalen Belastung** standhält, ohne dabei eine **Verformung von 10 cm** zu überschreiten.

$$\frac{\text{Drucklast } P}{\text{Eigenlast } F_G} \Rightarrow \text{Maximum}$$



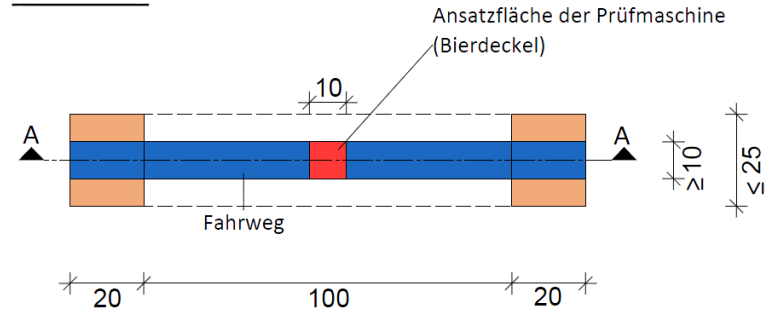
Was zu beachten ist:

- Vorgegebenes Material
- Dokumentation einzelnen Planungs- und Arbeitsphasen in geeigneter Weise
- Gegenseitige Bewertung der Qualität und Kreativität
- **Siehe Aufgabenstellung und Wettbewerbsunterlagen 2014**

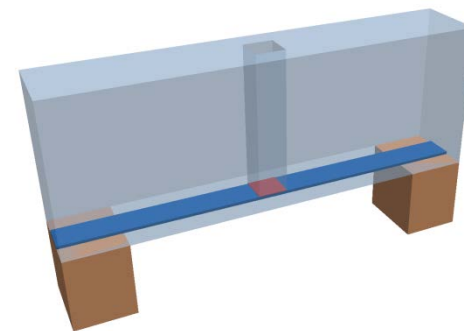
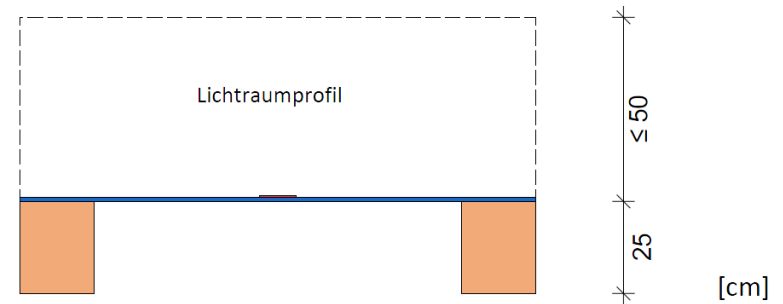
Was ist noch zu beachten:

1. Die Brücke darf in ihren Außenmaßen die Abmessungen des vorgegebenen Lichtraumprofils, Länge $L \leq 140$ cm, Breite $B \leq 25$ cm und Höhe $H \leq 50$ cm, (siehe Skizze, transparenter Körper im 3D Modell) nicht überschreiten.
2. Die zur Aufstellung der Brücke vorgegebenen Flächen bzw. Auflagerbereiche (in der Skizze braun dargestellte Bereiche) sind einzuhalten.
3. Auf der Brücke ist ein mindestens 10 cm breiter Fahrweg zu konstruieren. Der Fahrweg darf in beliebiger Höhe innerhalb des Lichtraumprofils angeordnet werden.
4. Der in der Brücken-Box enthaltene Bierdeckel ist in Brückenmitte zu befestigen. Der Bereich unmittelbar über dieser Ansatzfläche soll nicht überbaut werden.

Grundriss



Schnitt A-A

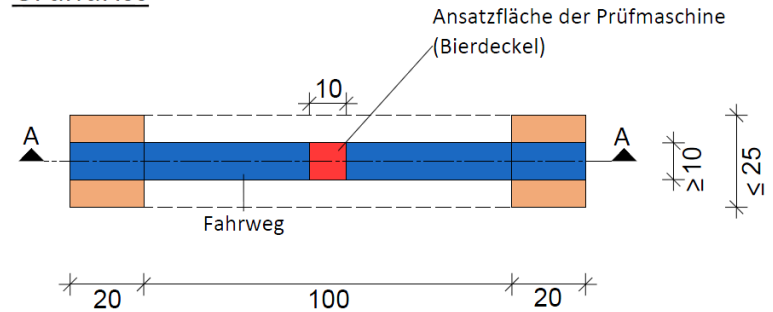


3D-Modell

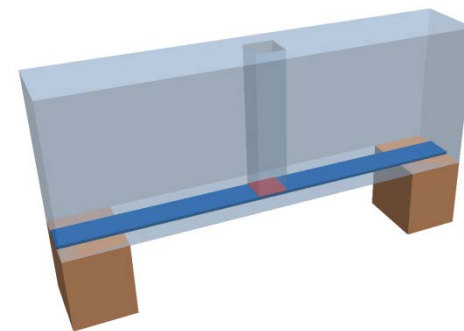
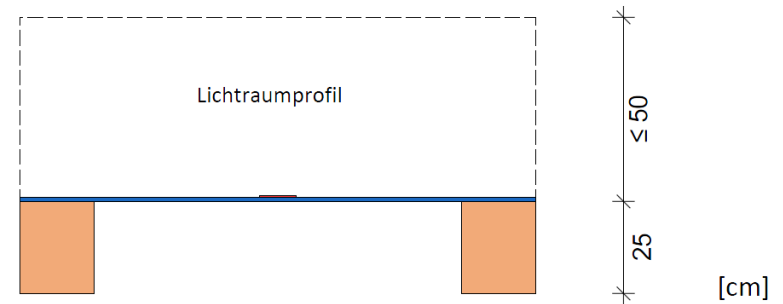
Was ist noch zu beachten:

- Die Auflager werden bei der Prüfung zur Verfügung gestellt.
- Die Toleranzen für die Länge, die Höhe und die Breite der Brücke betragen jeweils $\pm 1,0$ cm.
- Jegliches Werkzeug (z.B. Schere, Stifte, Dreiecke) sowie die 3 mm starke Schneidunterlage aus Pappe dürfen **nicht** als Baumaterial verwendet werden.
- Die Entstehung der Brücke ist in einer Dokumentation zu beschreiben. Der Umfang sollte 15 Seiten nicht überschreiten.

Grundriss



Schnitt A-A



3D-Modell

2. Statikvorlesung

Der Biegeträger

Das Trägheitsmoment

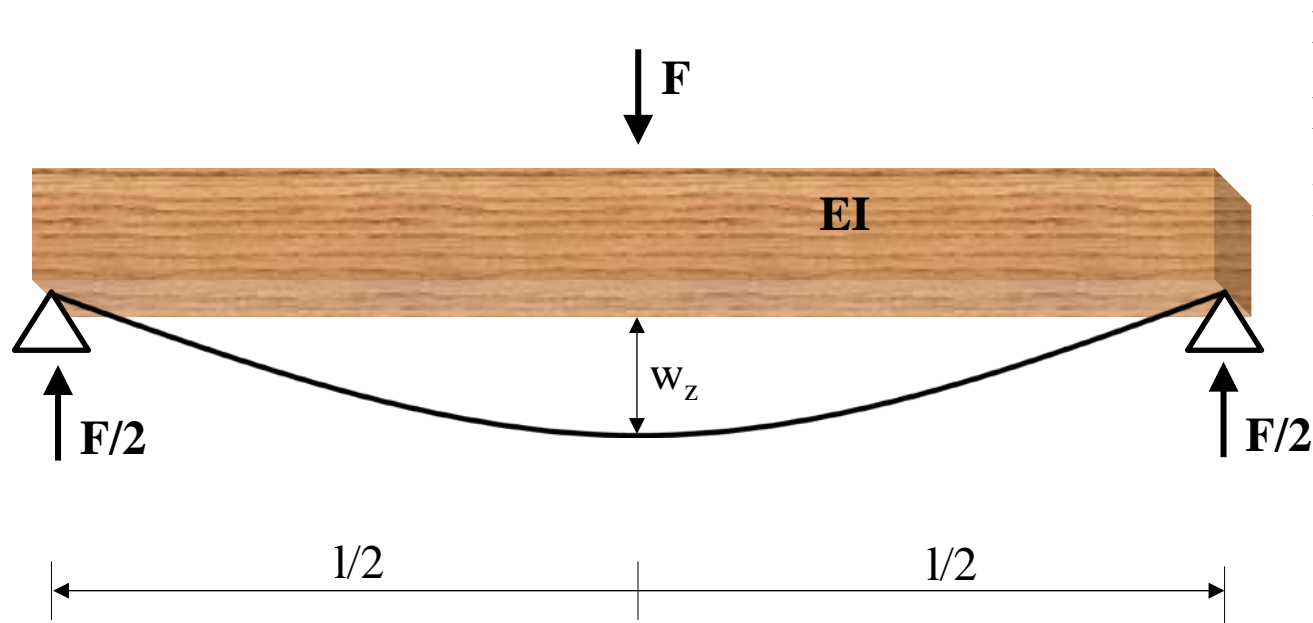
Das statische System

Das Knicken von Stäben

Knicklänge

Hinweise

Der Biegeträger (Balken) am Beispiel Holzstab



$E \cdot I$ – Biegesteifigkeit

E – Elastizitätsmodul

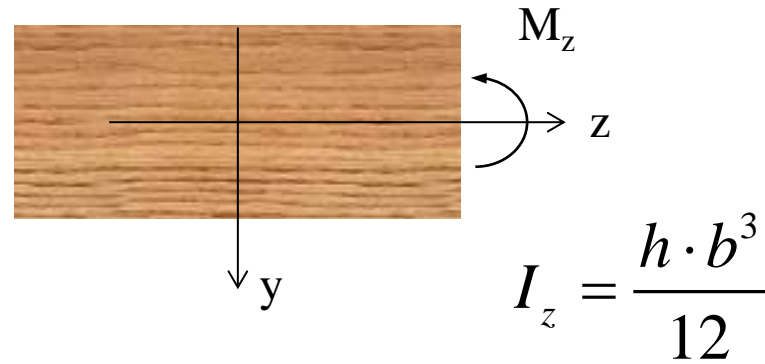
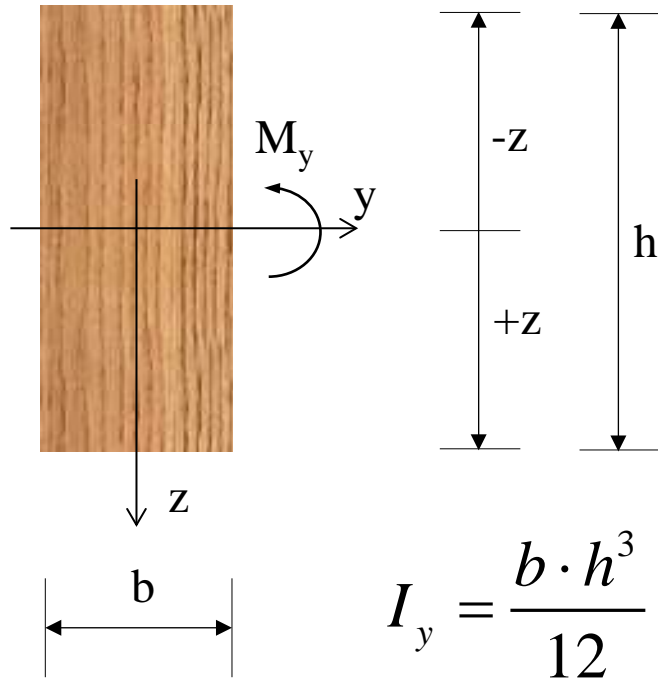
I – Trägheitsmoment

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad M = \frac{F \cdot L}{4} + \frac{q \cdot L^2}{8} \quad \sigma = \frac{M}{I} \cdot z \leq \text{zul} \sigma \quad w_z = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

Kraft = Masse · Beschleunigung $\Rightarrow F = m \cdot g$ [N], mit $g = 10 \text{ m/s}^2$

Das Trägheitsmoment I: starke und schwache Achse

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad M = \frac{F \cdot L}{4} + \frac{q \cdot L^2}{8} \quad \sigma = \frac{M}{I} \cdot z \leq z_{\text{zul}} \sigma \quad w_z = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

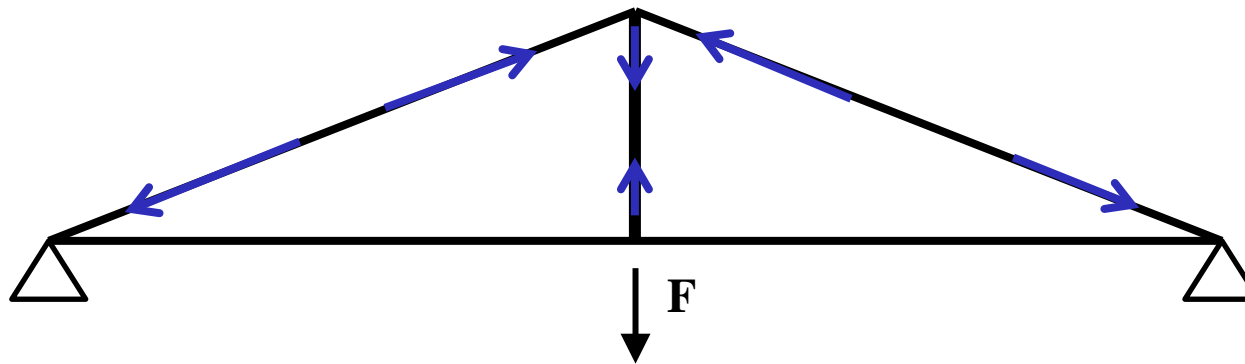
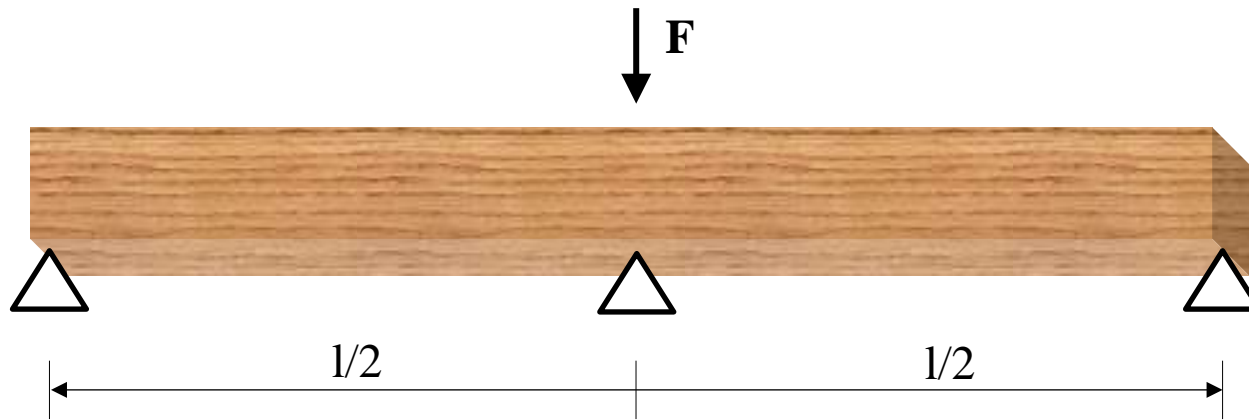


$$I_y > I_z$$

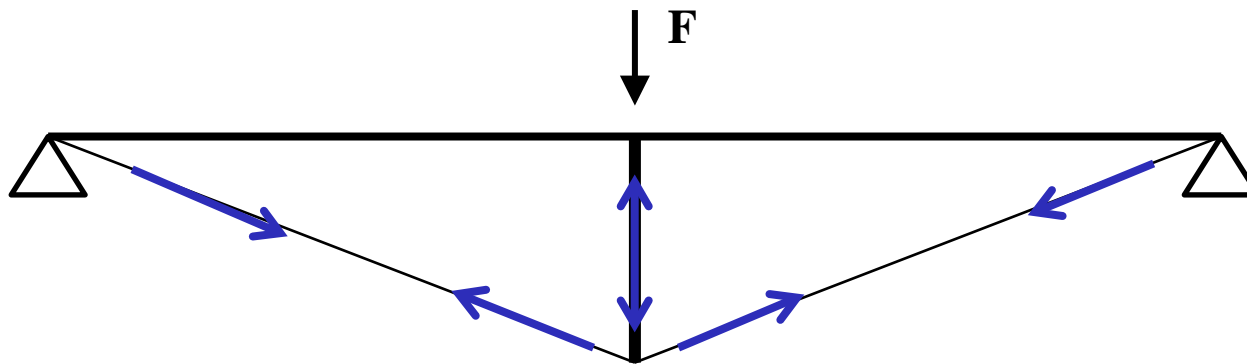
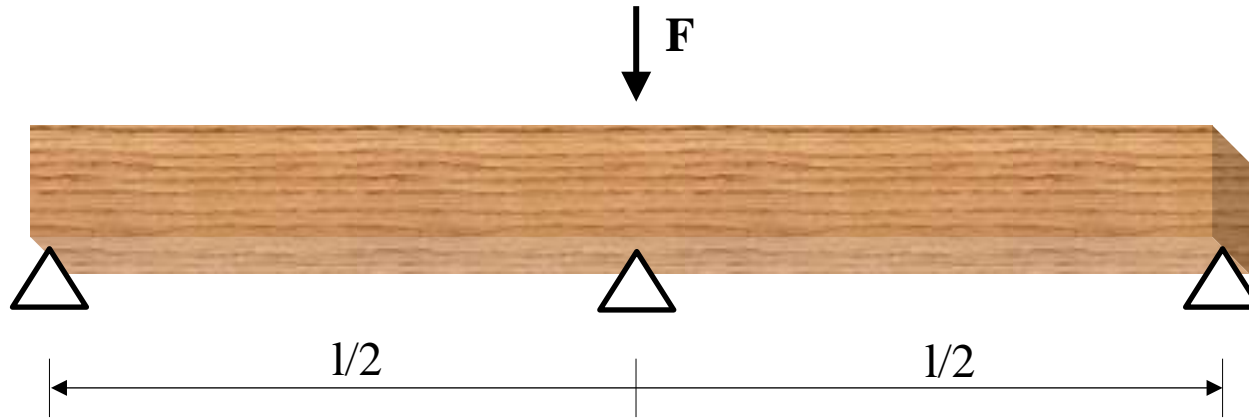
$$w_{\text{hochkant}} < w_{\text{flach}} \quad \text{und} \quad \sigma_{\text{hochkant}} < \sigma_{\text{flach}}$$

$$\text{Aufnehmbare } F_{\text{hochkant}} > F_{\text{flach}}$$

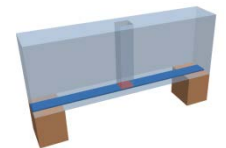
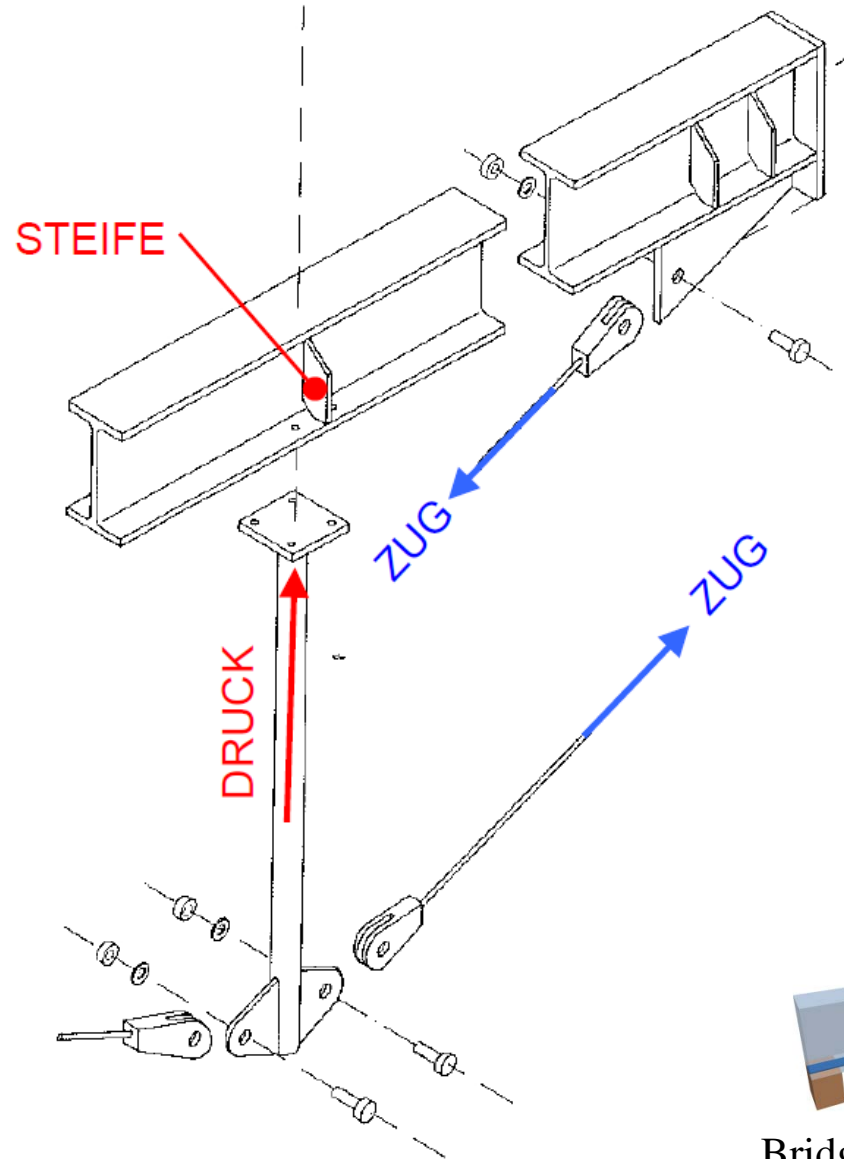
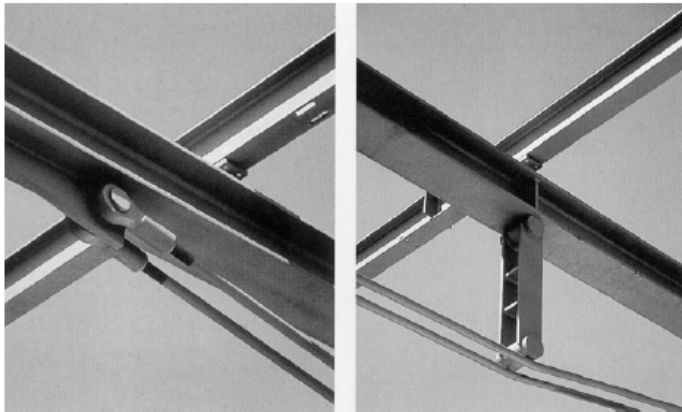
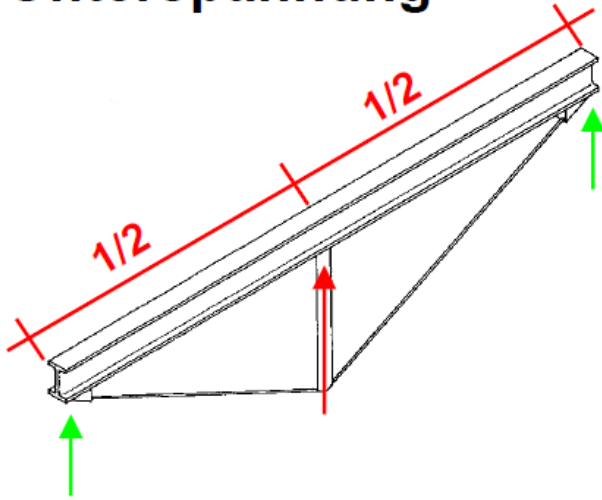
Das statische System am Beispiel Fachwerk



Das statische System am Beispiel Fachwerk



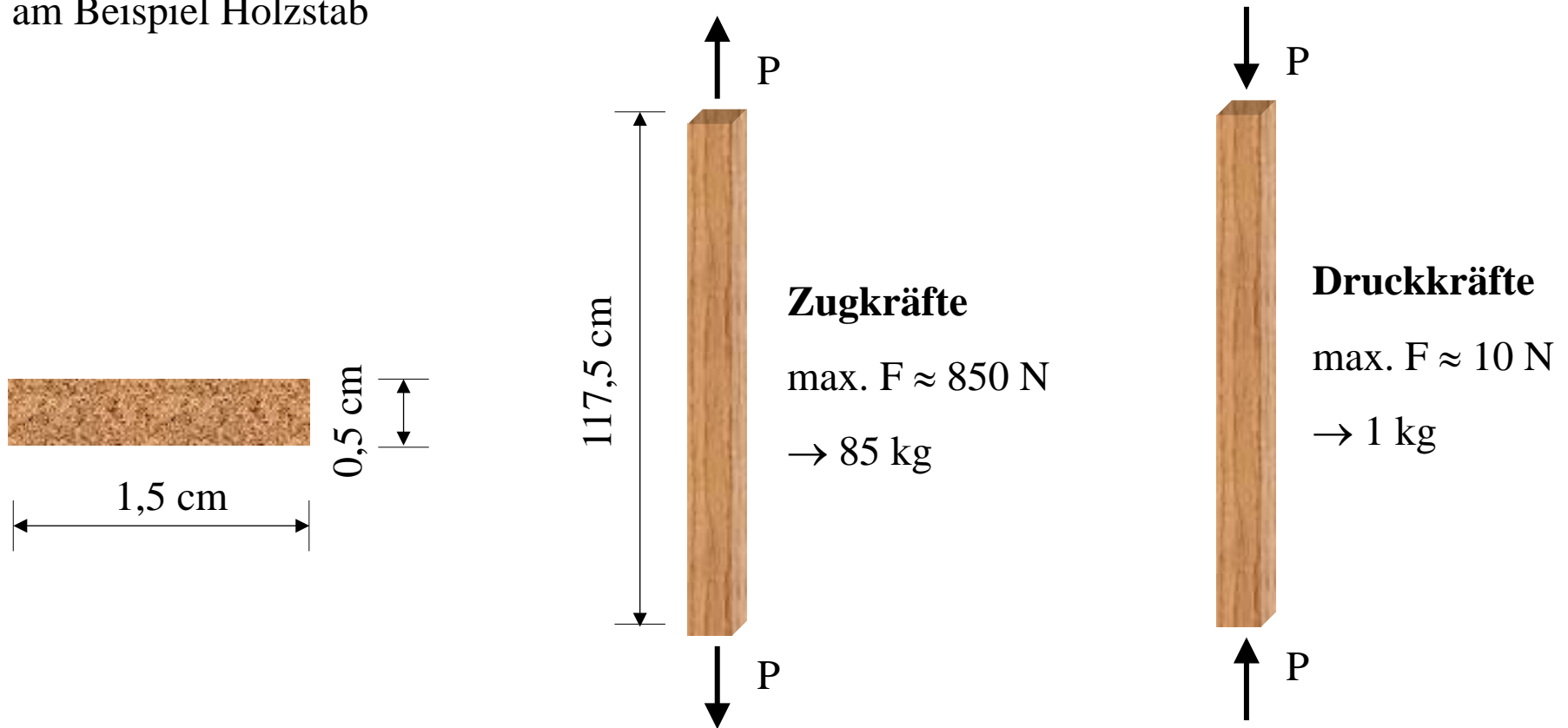
Unterspannung



BridgeBuilder

Das Knicken von Stäben – Unterschied von Zug- und Druckkräften

am Beispiel Holzstab

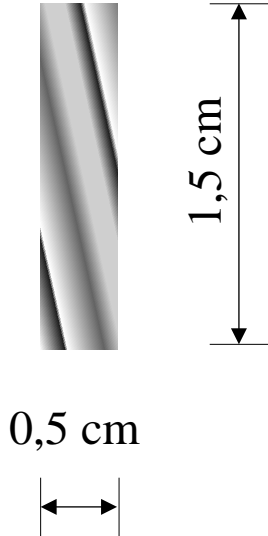


Kraft = Masse · Beschleunigung $\Rightarrow F = m \cdot g \text{ [N]}$, mit $g = 10 \text{ m/s}^2$

Das Knicken von Stäben – Unterschiedliche Querschnittsformen

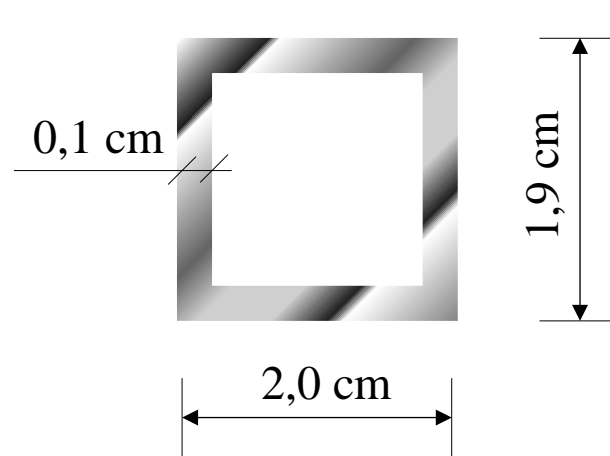
Vollprofil

$$A = 1,5 \cdot 0,5 = 0,75 \text{ cm}^2$$



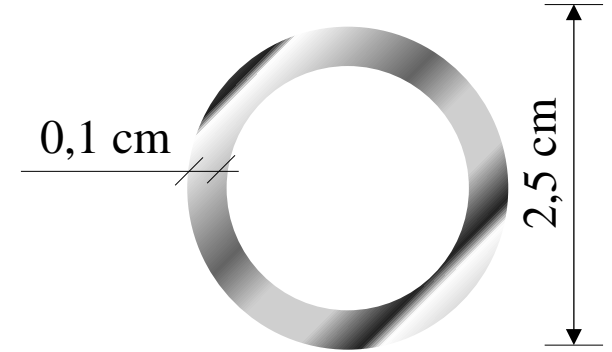
Rechteckiges Hohlprofil

$$A = 0,74 \text{ cm}^2$$



Rundes Hohlprofil

$$A = 0,75 \text{ cm}^2$$



Druckkräfte

$$\text{max. } F \approx 220 \text{ N}$$

Druckkräfte

$$\text{max. } F \approx 4800 \text{ N}$$

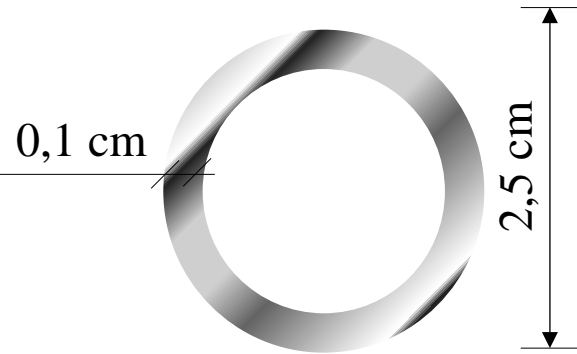
Druckkräfte

$$\text{max. } F \approx 6800 \text{ N}$$

Knicklänge

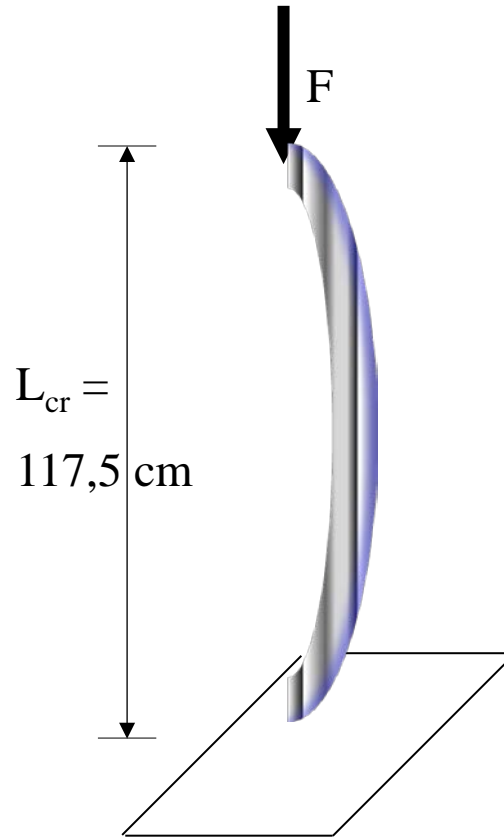
Rundes Hohlprofil

$$A = 0,75 \text{ cm}^2$$



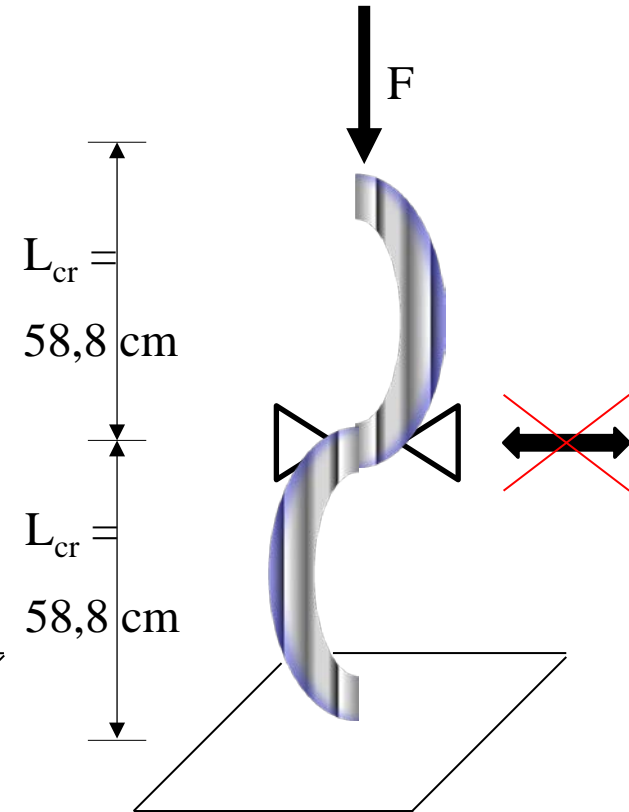
Ideal elastisches Verhalten,
nach Leonhard Euler

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{cr}^2}$$



Druckkräfte

max. $F \approx 6800 \text{ N}$



Druckkräfte

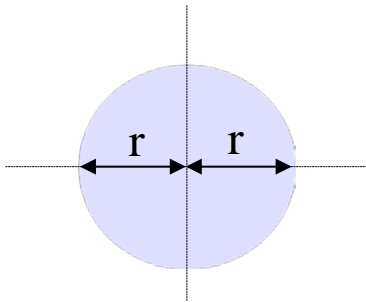
max. $F \approx 13700 \text{ N}$

Hinweise

- Kritische Knicklänge L_{cr} so klein wie möglich
- Trägheitsmoment I so groß wie möglich

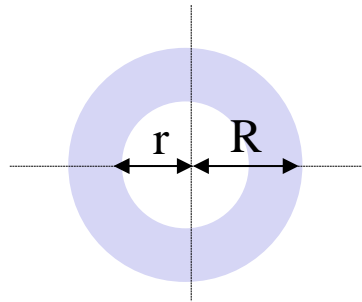
$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{cr}^2}$$

Vollquerschnitt



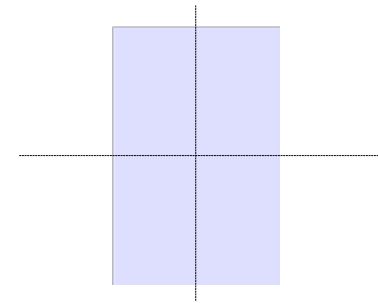
$$I = \frac{\pi \cdot r^4}{4}$$

Rohrquerschnitt



$$I = \frac{\pi}{4} (R^4 - r^4)$$

Rechteckquerschnitt



$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Hinweise

- Gerade, keine krummen Stäbe/Träger
- Feste, sorgfältig ausgeführte Klebeverbindungen
- Keine lokale Fehlstellen (z.B. keine Knicke oder Risse im Material)
- Möglichst gleichmäßige Lastverteilung (gleiche Winkel, gleiche Durchmesser, gleiche Ausführung)
- Möglichst symmetrischer Aufbau

