

# Statik 1

## Bauteile unter Belastung

**Stabil zu bauen ist das Ziel der Statik. Dazu benutzt man Bauteile, die Belastungen besonders gut aushalten. In diesem LernBaustein lernst du einige kennen und einzusetzen. Und du lernst zu erkennen, unter welcher Belastung die Bauteile in einer Konstruktion stehen.**



[https://unsplash.com/photos/dagFqAbw\\_U](https://unsplash.com/photos/dagFqAbw_U)  
(<https://unsplash.com/license>)

Wenn man wie bei einer Pyramide Steine aufeinander schichtet und im Inneren nur sehr kleine Hohlräume lässt, ergibt sich die Stabilität von allein.



<https://pixabay.com/photos/log-cabin-cottage-house-home-1886620/> (<https://pixabay.com/de/service/license/>)

Auch bei einem Blockhaus liegt der Stabilität ein einfaches Prinzip zugrunde: man legt viele Baumstämme übereinander und verkantet sie.



<https://pixabay.com/de/fachwerkhaus-fachwerk-holz-fassade-694909/> (<https://pixabay.com/de/service/license/>)

Fachwerkhäuser brauchen weniger Holz und sind dennoch stabil. Die Füllung aus Stroh und Lehm muss gar nicht stabil sein.



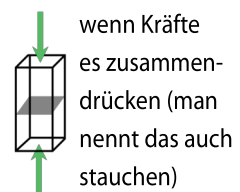
[https://unsplash.com/photos/3\\_fwfw599X8](https://unsplash.com/photos/3_fwfw599X8)  
(<https://unsplash.com/license>)

Fahrradrahmen sollen leicht und stabil sein. Experten berechnen dazu, wo man Material sparen kann.

## Belastungen erkennen

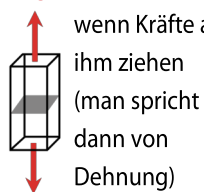
Bauteile und Bauwerke werden dadurch statisch belastet, dass **Kräfte** auf sie einwirken. Denke allein schon an die Gewichtskraft der Konstruktion selbst, die Eigenlast. Hinzu kommen meist Traglasten, manchmal auch Schneelasten, Windlasten etc. Durch sie wird ein Bauteil ...

### druckbelastet,



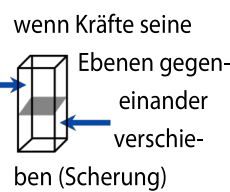
wenn Kräfte es zusammen-drücken (man nennt das auch stauchen)

### zugbelastet,



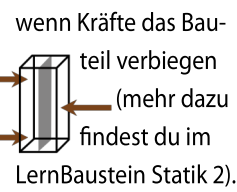
wenn Kräfte an ihm ziehen (man spricht dann von Dehnung)

### schubbelastet,



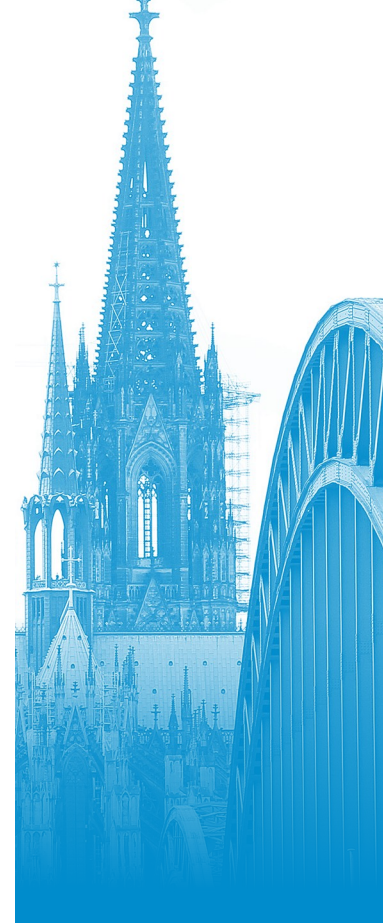
wenn Kräfte seine Ebenen gegeneinander verschieben (Scherung)

### biegebelastet,



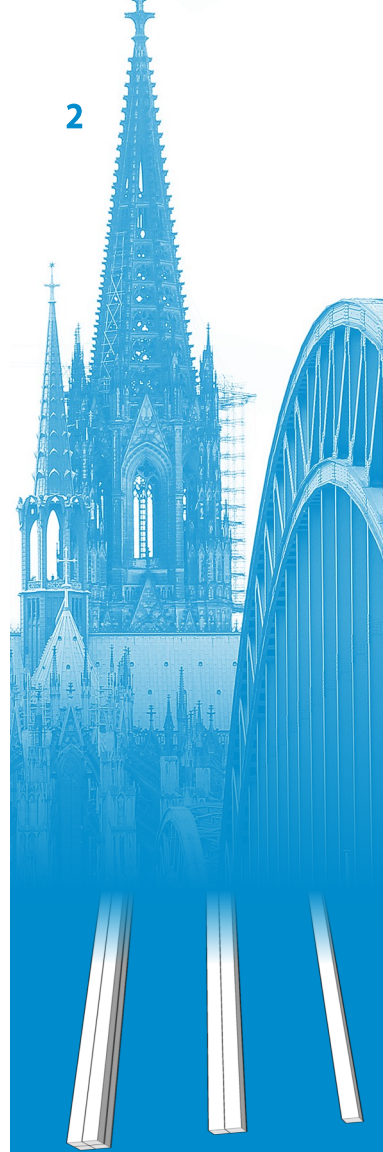
wenn Kräfte das Bauteil verbiegen (mehr dazu findest du im LernBaustein Statik 2).

Je nach Belastungsfall gibt es unterschiedliche Tricks, um stabil zu bauen. Doch zunächst muss man ja erkennen, welche Belastung vorliegt. Löse dazu die folgenden Aufgaben!



### Kraft

Die Kraft wird mit dem Buchstaben F (für engl. force) abgekürzt und in der Einheit Newton (N) gemessen. 1 N entspricht der Gewichtskraft von 100 g — also beispielsweise von einer Tafel Schokolade. Mehr zur Kraft erfährst du im LernBaustein Mechanik 1.



2

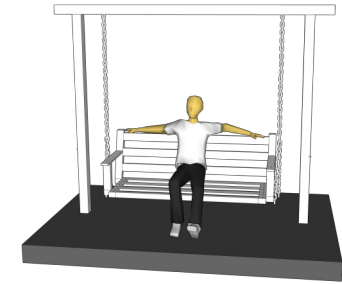
### Stabilität von Seilen

Noch stabiler werden Seile, wenn man die einzelnen Fasern verflacht.



Hintergrund: pixabay.com/photos/cologne-cathedral-hohenzollern-bridge-1507852/ (https://pixabay.com/de/service/license/)

- 1 Wie werden die Bauteile der Schaukel belastet: auf Druck, auf Zug, auf Schub oder auf Biegung?
- die Ketten
  - die Pfosten links und rechts
  - der Balken ganz oben
  - die Sitzfläche
  - das Gerüst aus Pfosten und Balken



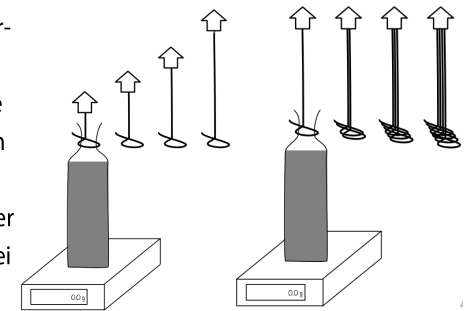
- 2 Leitern bestehen aus Sprossen (den Stufen) und Holmen (den Hölzern links und rechts). Wie werden die Sprossen und Holme hauptsächlich belastet, wenn man eine steil stehende Leiter hinauf steigt? Was ändert sich, wenn die Leiter sehr schräg steht?



## Seile & Stäbe: geeignet bei Zug

Seile und Stäbe können Zugbelastung aufnehmen. Überall, wo in einer Konstruktion Zugkräfte wirken, kannst du daher Seile oder Stäbe einbauen. Wichtig ist nur, dass das Bauteil die Belastung auch aushält, seine Belastbarkeit also nicht überschritten wird.

- 3 Untersuche, bei welcher Zugkraft die Belastbarkeit von Heftfaden überschritten wird: Stelle eine mit Wasser und Sand gefüllte 1,5 l Flasche ( $m \approx 3 \text{ kg}$ ) auf eine Waage, knote den Faden an den Flaschenhals, tariere die Waage und ziehe am Seil, bis es reißt. Filme dabei die Anzeige der Waage in slow-motion und bestimme dann, bei welcher Belastung es riss. Führe die Messung dreimal aus (Einmal ist kein Mal!) und berechne den Einfluss der Länge ... und der „Dicke“ untersuchen. den Mittelwert. Hängt die Belastbarkeit von der Länge ab? Oder von seiner Querschnittsfläche? Formuliere erst deine Erwartungen. Werte deine Versuche durch Diagramme aus.



- 4
- Ist ein kurzes Seil stabiler als ein langes bei gleichem Material und Querschnitt?
  - Die Belastbarkeit eines Buchenstabs, der auf Zug belastet ist, kann man aus seiner Querschnittsfläche  $A$  (in  $\text{mm}^2$ ) und seiner Zugfestigkeit  $R$  (in  $\text{N/mm}^2$ ) berechnen:  $F = R \cdot A$ . Die Zugfestigkeit von Buchenholz beträgt  $135 \text{ N/mm}^2$  (sie hängt vom Material ab). An einen Buchenstab mit  $1 \text{ mm}^2$  Querschnittsfläche kann also eine Last von  $135 \text{ N}$  gehängt werden (also ein  $13,5 \text{ kg}$  schwerer Gegenstand). Berechne die Belastbarkeit eines runden Buchenholzstabs mit einem Durchmesser von  $d = 5 \text{ mm}$ !



# Stützen & Stäbe: gut bei Druck

3

An Stellen, an denen Druckkräfte auftreten, helfen Stützen. Beispiele hierfür sind Stuhl- und Tischbeine, die dicken Säulen antiker Tempel oder die Mittelpfeiler von Brücken. Bei Häusern übernehmen in der Regel die tragenden Wände diese Funktion.

**5** Mit getrocknetem Toastbrot wurde die Belastbarkeit unter Druck bestimmt (s. das Video auf nwt.schule). Überprüfe, ob sie

- a) von der Querschnittsfläche beziehungsweise
- b) von der Länge des belasteten Körpers abhängt!

Querschnittsfläche in mm <sup>2</sup>	Höhe in mm	gebrochen bei F in N
100	10	11
200	10	20
400	10	39
100	20	10
100	30	13

Wenn die auf Druck belasteten Bauteile sehr lang und schlank sind, spricht man von Stäben. Beispiele sind die Pfosten von Straßenlaternen oder dem Unterstand einer Bushaltestelle. Anders als Stützen bauchen Stäbe bei Belastung häufig seitlich aus, statt gestaucht zu werden: sie knicken.

**6** Erkunde den Einfluss der Querschnittsfläche und der Länge von Stäben auf ihre Knickstabilität. Dazu brauchst du drei Holzstäbe, von denen zwei dieselbe Länge haben, aber unterschiedliche Durchmesser (und folglich unterschiedliche Querschnittsflächen) und der Dritte denselben Durchmesser wie einer der zuvor genannten Stäbe, aber eine andere Länge. Beispiel:

- ①  $\varnothing_1 = 2 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 15 \text{ cm}$ ; ②  $\varnothing_2 = 3 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 15 \text{ cm}$ ; ③  $\varnothing_3 = 2 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 30 \text{ cm}$ .

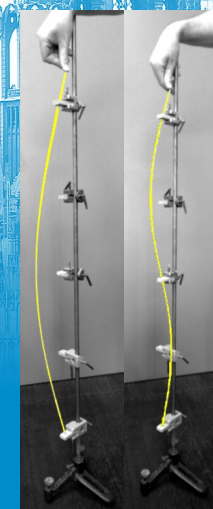
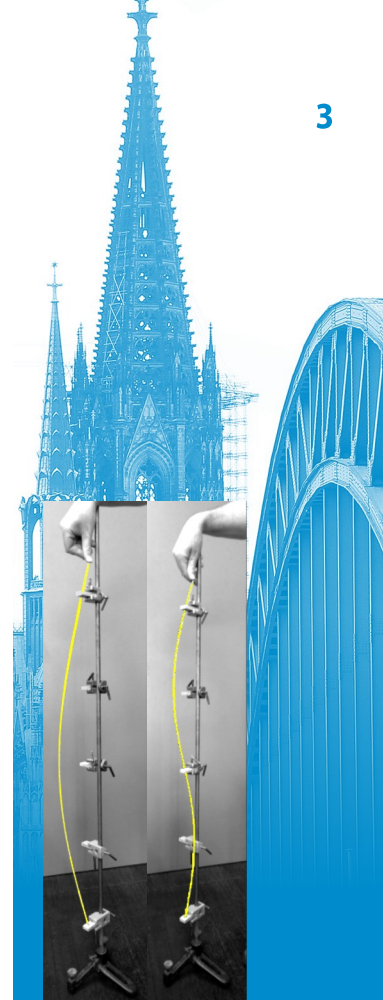
Drücke dann auf die Stäbe und ordne sie in einer **Stabilitätsreihe** an. Formuliere schließlich Regeln für die Knickstabilität von Stäben!

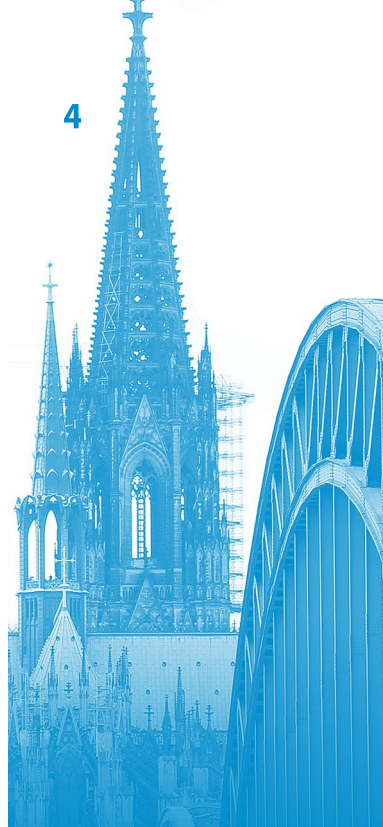
Tipp: Richtig gut geht das mit einem Prüfstand (s. das Foto), in den vier Stäbe eingelegt werden können. Dabei wird der Drucker (im Foto das obere Bauteil) so stark betätigt, dass die Stäbe bis zum mittleren Anschlag ausknicken (s. das Video auf nwt.schule beim LernBaustein Statik 1, Passwort für Schüler:innen: 0\_Ohm). Mit dem vierten Stab (④=③,  $\varnothing_4 = 2 \text{ mm}$ ,  $l_4 = 30 \text{ cm}$ ) kann im Vergleich zum dritten Stab erkundet werden, welchen Einfluss eine Befestigung in der Mitte auf die Knickstabilität von Stäben hat.



**7** Erläutere den in der Randspalte dargestellten Versuch und erkläre hiermit den Stabilitätsgewinn der vertikalen Pfosten des Wasserturms durch die mit Pfeilen markierten Querstäbe!

**8** Ergänze: **Seile** sind geeignet, um \_\_\_\_ (1) \_\_\_\_ aufzunehmen, **Stützen** für \_\_\_\_ (2) \_\_\_\_ . Ihre Belastbarkeit hängt jeweils von ihrer \_\_\_\_ (3) \_\_\_\_ (Dicke) und dem Material selbst ab. Bei \_\_\_\_ (4) \_\_\_\_ - oder \_\_\_\_ (5) \_\_\_\_ kann man auch **Stäbe** einsetzen. Um ein Knicken unter Druckbelastung zu vermeiden, dürfen sie aber nicht zu \_\_\_\_ (6) \_\_\_\_ und zu \_\_\_\_ (7) \_\_\_\_ sein. Oder sie müssen durch \_\_\_\_ (8) \_\_\_\_ stabilisiert werden.





- 10** Ermittle durch genauere Untersuchung der Konstruktionen aus Aufgabe 9 Kriterien für die Stabilität von Stabwerken!

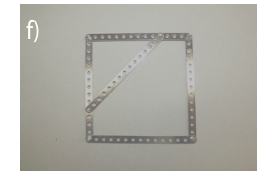
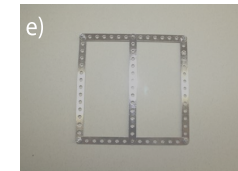
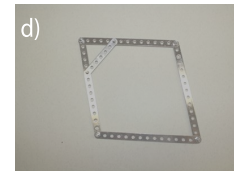
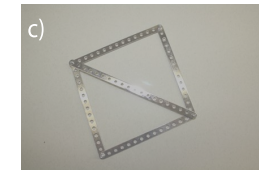
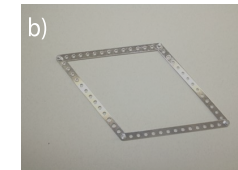
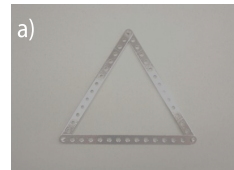
© Erarbeitet von NwT-Lehrkräften  
Version 22-11-21

Die Abbildungen sind, soweit nicht anders vermerkt, eigene Werke oder Public Domain. Das Kopieren ist für nichtkommerzielle Unterrichts-, Aus- und Fortbildungszwecke gestattet.

Hintergrund: pixabay.com/photos/cologne-cathedral-hohenzollern-bridge-1507852/ (https://pixabay.com/de/service/license/)

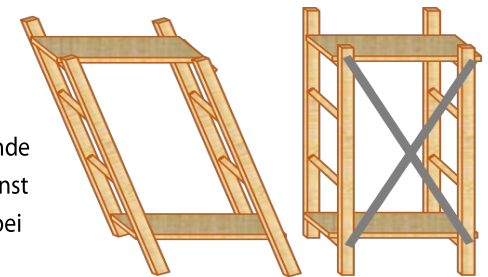
## Dreiecke & Scheiben: gut bei Schub

- 9** Baue die abgebildeten Formen a) bis f) auf und finde heraus, welche formstabil sind! Wenn du Schrauben zur Verbindung der Stäbe verwendest, ziehe sie nicht fest an.



Bestimmt ist dir aufgefallen, dass bei viereckigen Konstruktionen aus Stäben die Winkel leicht verändert werden können — außer man baut ein Dreieck ein. Denn bei einem Dreieck sind die Winkel durch die Seitenlängen festgelegt, bei einem Viereck nicht. Statiker bauen in Stabwerke daher diagonale Stäbe ein (am liebsten im  $45^\circ$ -Winkel), so genannte **Streben**.

- 11** Das Regal soll stabilisiert werden. Sind bei einer Kreuzverstrebung (rechtes Bild) Stäbe nötig, oder genügen Seile? Probiere es mit den Modellen aus Aufgabe 9 aus und begründe dann deine Antwort! Anstelle von Seilen kannst du Gummibänder einspannen! Wie wäre es bei nur einer diagonalen Verbindung?



- 12** Stabilisiere nebenstehendes Stabwerk. Baue dazu einen Würfel mit 13 cm Kantenlänge aus Holzstäben, die du an den Enden mit Heißkleber verbindest. Auf den Würfel wird später eine Platte aufgelegt und mit Gewichten beladen. Überlege und skizziere, wie der Würfel durch weitere Holzstäbe, Papier und Faden stabilisiert werden kann. Stelle deine Ideen der Klasse vor. Gemeinsam entscheidet ihr, welche Ideen gebaut und geprüft werden sollen.

