

# Lernzettel

## Belastungsanalyse und Bestimmung von Beanspruchungen in Bauteilen

**Universität:** Technische Universität Berlin  
**Kurs/Modul:** Konstruktion 1  
**Erstellungsdatum:** September 6, 2025



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

<https://study.AllWeCanLearn.com>

Konstruktion 1

## Lernzettel: Belastungsanalyse und Bestimmung von Beanspruchungen in Bauteilen

**(1) Grundbegriffe und Ziel der Belastungsanalyse.** Die Belastungsanalyse dient dazu zu bestimmen, wie Lasten in Bauteilen zu Beanspruchungen führen und ob diese Beanspruchungen innerhalb der zulässigen Grenzen liegen. Sie liefert die Grundlage für die Dimensionierung, Sicherheit und Lebensdauer von Bauteilen.

### (2) Belastungsarten (Beanspruchungen).

- Axial:

$$\sigma_{\text{ax}} = \frac{F}{A}$$

- Biegung:

$$\sigma_{\text{b}} = \frac{M c}{I}$$

- Torsion:

$$\tau = \frac{T r}{J}$$

- Schub:

$$\tau = \frac{V Q}{I b}$$

- Kombinierte Beanspruchung (Beispiel):

$$\sigma_{\text{vm}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \tau^2}$$

### (3) Vorgehen bei Festigkeitsberechnungen.

- Randbedingungen klären: Geometrie, Material, Lasten, Betriebstemperatur.
- Beanspruchungen ermitteln: aus statischen Gleichungen und geeigneten Formeln.
- Werkstoffkennwerte verwenden: zulässige Spannung  $\sigma_{\text{zul}}$ , Streckgrenze  $R_e$ , Dauerfestigkeit  $\sigma_D$ .
- Sicherheitskonzepte anwenden: Sicherheitsbeiwert, Normen.
- Lebensdauerperspektive berücksichtigen: zyklische Lasten, S-N-Kurven, kumulative Beanspruchung.

### (4) Dauerfestigkeit, Lebensdauer und Sicherheitsauslegung.

- Die Dauerfestigkeit  $\sigma_D$  kennzeichnet die zulässige mittlere Spannung bei zyklischer Belastung über viele Zyklen.
- Die Lebensdauer wird oft über eine S-N-Kurve beschrieben:  $\sigma = f(N)$ .
- Sicherheitsbeiträge: statisch  $S = \sigma_{\text{zul}}/\sigma_{\text{act}}$ ; zyklisch oft zusätzlicher Faktor.

### (5) Werkstoff- und Fertigungsaspekte.

- Werkstoffauswahl: z.B. Stähle, Aluminiumlegierungen; geeignetes  $\sigma_{zul}$  und  $\sigma_D$ .
- Fertigungsbedingungen: Oberflächenqualität, Rauheit, Passungen, Randbedingungen; beeinflussen Lebensdauer und Beanspruchung.

**(6) Praxisvorgehen im Tutorium (Zusammenfassung).**

- Systematische Ermittlung der Belastungen (Lastpfade, Betriebszustände).
- Bestimmung der Beanspruchungen (Axial, Biegung, Torsion, Schub) und ggf. kombinierte Fälle.
- Beurteilung statischer Sicherheiten sowie dynamischer Lebensdauer.
- Ableitung von Konstruktionsmaßnahmen und ggf. Konstruktionszeichnungen unter Randbedingungen.

**(7) Beispielrechnung: Combined axial- und Biegebelastung einer Welle.** Gegeben:

$$F = 6 \text{ kN}, \quad M = 40 \text{ N m}, \quad \sigma_{zul} = 250 \text{ MPa}.$$

Wir arbeiten in SI mit mm als Längeneinheit und verwenden Kreisquerschnitt.

$$A = \frac{\pi d^2}{4}, \quad W = \frac{\pi d^3}{32}$$

Die Beanspruchungen berechnen sich dann separat:

$$\sigma_{ax} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{tot} = \sigma_{ax} + \sigma_b$$

Für den konkreten Durchmesser  $d$  (in mm) ergeben sich Werte:

- Falls  $d = 13 \text{ mm}$ :

$$A = \frac{\pi \cdot 13^2}{4} \approx 132.7 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{ax} = \frac{6000}{132.7} \approx 45.2 \text{ MPa}$$

$$W = \frac{\pi \cdot 13^3}{32} \approx 215.5 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{40000}{215.5} \approx 185.7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{tot} \approx 230.9 \text{ MPa}$$

- Falls  $d = 12.5 \text{ mm}$ :

$$A = \frac{\pi \cdot 12.5^2}{4} \approx 122.7 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{ax} = \frac{6000}{122.7} \approx 48.9 \text{ MPa}$$

$$W = \frac{\pi \cdot 12.5^3}{32} \approx 191.6 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{40000}{191.6} \approx 208.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{tot}} \approx 257.2 \text{ MPa}$$

Aus beiden Fällen folgt:

- Bei  $d = 13 \text{ mm}$  ist  $\sigma_{\text{tot}} \approx 231 \text{ MPa} < \sigma_{\text{zul}} = 250 \text{ MPa}$ .
- Bei  $d = 12.5 \text{ mm}$  ist  $\sigma_{\text{tot}} \approx 257 \text{ MPa} > \sigma_{\text{zul}}$ .

Damit ist der minimale Durchmesser grob zwischen 12.5 und 13 mm; näherungsweise  $d_{\text{min}} \approx 13 \text{ mm}$  für die gegebenen Lasten und zulässige Spannung.