

Lernzettel

Statische und dynamische Festigkeitsnachweise
von Wellen und Maschinenelementen

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: Statische und dynamische Festigkeitsnachweise von Wellen und Maschinenelementen**(1) Grundlagen und relevante Größen.**

- Maschinenelemente: Welle, Nabe, Welle-Nabe-Verbindung, Wälzlager, Mitnehmerverbindungen.
- Relevante Größen und Kennwerte:

d Durchmesser der Welle, $c = \frac{d}{2}$ (Abstand zur äußeren Faser)

I (Biege­momenten­inertialmoment), J (polarer Querschnittsindex)

M (Biegemoment), T (Torsionsmoment)

$$\sigma = \frac{M c}{I}, \quad \tau = \frac{T r}{J}$$

- Werkstoffe und Festigkeitseigenschaften (grobe Orientierung):

σ_G (Zugfestigkeit), σ_{zul} (zulässige Beanspruchungsgrenze), σ_D (Dauerfestigkeit)

(2) Belastungen und Beanspruchungen.

- Belastungsarten: statische, zyklische und wechselnde Beanspruchungen.
- Häufige Beanspruchungsformen:

$$\sigma = \frac{M c}{I} \quad (\text{Biegebelastung}), \quad \tau = \frac{T r}{J} \quad (\text{Torsionsbelastung})$$

- Bei gleichzeitiger Biegung und Torsion gilt oft die von-Mises-Bedingung:

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

(3) Statischer Festigkeitsnachweis.

- Zielgröße: maximale Beanspruchung muss die zulässige Festigkeit nicht überschreiten.

$$\sigma_{\text{eff}} \leq \sigma_{\text{zul}}$$

- Falls nur Biegung vorliegt:

$$\sigma = \frac{M c}{I}$$

- Falls auch Torsion wirkt (gemischte Last):

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

(4) Dynamische Festigkeitsnachweise (Ermüdung).

- Wichtige Größen:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}, \quad \sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$

- Ermüdungslebensdauer: in vielen Fällen SN-Kurven oder Basquin-Beziehung

$$N \propto \sigma_a^{-k} \quad (\text{Materialkonstante } k > 0)$$

- Vereinfachend für wechselnde Lasten:

$$\sigma_a \leq \sigma_{\text{erf}}(\sigma_m) \quad (\text{Forderung an die Ermüdungsfestigkeit})$$

(5) Wälzlagerbelastungen und Lebensdauer.

- Dynamischer Lastgrad P und dynamische Tragzahl C eines Lagers:

$$P = X F_r + Y F_a \quad (X, Y \text{ abhängig von Lager})$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^3 \cdot 10^6 \quad \text{Umdrehungen}$$

- Ziel: Lebensdauer-Lackierung der Lager definieren; P als kombinierte radiale und axiale Last.

(6) Welle-Nabe-Verbindungen und Festigkeitsnachweise.

- Flächenpressung und Passung:

$$p = \frac{F}{A_{\text{Kontakt}}} \quad (\text{Kontaktbelastung})$$

- Sicherungs- und Verzahnungsgrößen:

$$\tau_{\text{Klemm}} \leq \tau_{\text{zul}} \quad (\text{Klemm-/Kraftschluss-Verbindung})$$

- Pressfit- und Klemmverbindungen: c. g. einfache Näherungen zur Sperrkraft.

(7) Vorgehen bei Festigkeitsnachweisen (systematisches Vorgehen).

- Belastungen ermitteln (Lastvektoren, Drehmomente, Trägheitskräfte).
- Geeignete Nachweisgröße wählen (statisch oder ermüdungsbezogen).
- Formeln anwenden und maximale Beanspruchung berechnen.
- Zulässige Werte vergleichen, ggf. Korrekturen (Geometrie, Werkstoff) vornehmen.
- Lebensdauer prüfen (insbesondere bei Wälzlagern).
- Konstruktionszeichnung erstellen bzw. prüfen (Randbedingungen beachten).

(8) Hinweise zur Konstruktionspraxis.

- Berücksichtige Rand- und Anschlussbedingungen, Fertigungstoleranzen, Oberflächen.
- Nutzen Sie einfache, robuste Berechnungsmethoden als Vorentwurf; verifiziere mit konservativen Sicherheitsfaktoren.
- Dokumentiere alle Annahmen und Randbedingungen in der Konstruktionszeichnung.