

# Lernzettel

Welle-Nabe-Verbindungen: Formschlüssige versus kraftschlüssige Konzepte und Auswahlkriterien

**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: Welle-Nabe-Verbindungen**

**(1) Grundlagen und Zielsetzung.** Die Welle-Nabe-Verbindung dient der Übertragung von Drehmoment sowie axialen Lasten zwischen Welle und Nabe. Sie kann in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- formschlüssige Verbindungen: Lastübertragung durch Formkontakt (keine relative Verschiebung zwischen Bauteilen),
- kraftschlüssige Verbindungen: Lastübertragung durch Reibung bzw. Verklammerung/Preload.

**(2) Formschlüssige Konzepte.** Formschlüssige Verbindungen übertragen Lasten durch Formkontakt. Typische Beispiele sind Passfeder-Verbindungen, Keilnaben-Verbindungen oder Zapfen-Verbindungen, bei denen die Geometrie eine direkte Lastübertragung erlaubt.

**(2) Formschlüssige Konzepte (Formelansatz).** Die Drehmomentübertragung (Torsion) wird oft durch die Kontaktfläche und die zulässige Oberflächenreibung beschrieben.

$$M_T^{(\text{form})} = \tau_{\text{zul}} \cdot A \cdot r$$

$$A = \pi d_m L$$

$$r = \frac{d_m}{2}$$

$$M_T^{(\text{form})} = \tau_{\text{zul}} \cdot \pi d_m L \cdot \frac{d_m}{2}$$

$$M_T^{(\text{form})} = \frac{\pi}{2} \tau_{\text{zul}} d_m^2 L$$

**(3) Kraftschlüssige Konzepte.** Kraftschlussverbindungen übertragen Lasten überwiegend durch Reibung bzw. Verformung in der Kontaktfläche. Beispiele sind Klemm-/Verschraubungs-Verbindungen, Preloadauslegung und Passungen mit klemmender Wirkung.

**(3) Kraftschlüssige Konzepte (Formeln).** Die grob geplante Tragfähigkeit kann mit der gleichen Form wie oben beschrieben abgeschätzt werden, wobei die zulässige Reibung  $\tau_{\text{zul}}$  durch die effektive Reibungskapazität der Kontaktfläche ersetzt wird.

$$M_T^{(\text{kraft})} \approx \tau_{\text{zul}} \cdot A \cdot r \quad \text{mit} \quad A = \pi d_m L, \quad r = \frac{d_m}{2}$$

**(4) Auswahlkriterien.** Bei der Entscheidung zwischen form- und kraftschlüssigen Konzepten sind zentrale Kriterien zu beachten:

- Belastungsart und -verlauf (statisch, zyklisch, dynamisch)
- geforderte Lebensdauer und Sicherheitsfaktoren

- Demontierbarkeit und Wartungsaufwand
- Fertigungstoleranzen und Passungen
- Material- und Temperaturbedingungen (Wärmeausdehnung, Schmierung)
- Montageaufwand und Prüfaufwand
- Kosten und Verfügbarkeit von Normteilen

### (5) Vorgehen bei der Auslegung.

- Randbedingungen festlegen: übertragbares Drehmoment  $M_T$ , Betriebstemperatur, Drehzahl.
- geeignete Verbindungsart auswählen (formschlüssig oder kraftschlüssig) basierend auf Anforderungen.
- Tragfähigkeiten berechnen oder abschätzen:

$$M_T^{(\cdot)} \leq M_T^{\max}$$

mit  $M_T^{(\cdot)}$  aus den jeweiligen Formeln (siehe oben).

- Sicherheits- und Lebensdauerschätzung durchführen.
- Randbedingungen für Fertigung und Montage berücksichtigen.

**(6) Beispielanwendung.** Gegeben: meaner Durchmesser  $d_m = 40$  mm, Länge der Kontaktfläche  $L = 50$  mm, zulässige Oberflächenreibung  $\tau_{\text{zul}} = 25$  MPa.

Berechne das grobe Drehmoment für eine formschlüssige Verbindung nach der oben abgeleiteten Gleichung.

$$M_T^{(\text{form})} = \frac{\pi}{2} \tau_{\text{zul}} d_m^2 L$$

$$M_T^{(\text{form})} = \frac{\pi}{2} \cdot (25 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}) \cdot (0.04 \text{ m})^2 \cdot 0.05 \text{ m}$$

$$M_T^{(\text{form})} \approx 3.14 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

**Hinweis.** In der Praxis sind weitere Effekte wie Passungstoleranzen, Verrundungen, Schmierung und Temperaturabhängigkeiten zu berücksichtigen. Die obigen Gleichungen dienen der ersten Orientierung und dem Verständnis der Abhängigkeiten.