

XN743 ist ein kleines, schnelles Hilfsprogramm für die Vorlesungen und Übungen sowie das Hanser-Lehrbuch *Decker: Maschinenelemente*. Es umfaßt die **Tragfähigkeitsberechnung von Wellen und Achsen nach DIN 743** mit diesen Einschränkungen:

- nur Wellenabsätze und Rundnuten als Kerben
- nur Fall 1 nach DIN 743-1: σ_{mv} = konstant bzw. τ_{mv} = konstant

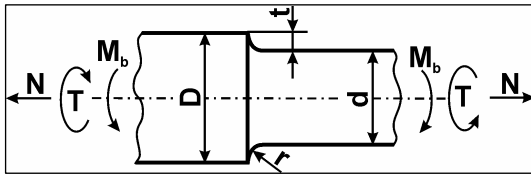
Bei der Berechnung nach DIN 743 wird nun auf der Spannungsseite nur mit den *Nennspannungen* gearbeitet wie

$$\text{Zug / Druckspannung } \sigma_{z,d} = \frac{F}{A}, \text{ Biegespannung } \sigma_b = \frac{M_b}{W_b}, \text{ Torsionsspannung } \tau_t = \frac{T}{W_t}$$

Diese werden mit den jeweiligen Werkstoffkennwerten für Zug/Druck, Biegung und Torsion verglichen, die wieder ihrerseits Korrekturwerte für die Bauteileinflüsse wie Kerben, Oberfläche, Stützwirkung usw. beinhalten. Genaue Berechnungen erfordern in jedem Fall das Vorliegen und Studieren der DIN 743-1 (Grundlagen), 743-2 (Formzahlen und Kerbwirkungszahlen) und DIN 743-3 (Werkstoff-Festigkeitswerte). Beachten Sie die Anwendungsgrenzen, wie Temperaturbereich von -40°C bis 150°C, korrosionsfreie Umgebungsmedien, kein dominierender Querkraftschub, kein Knicken.

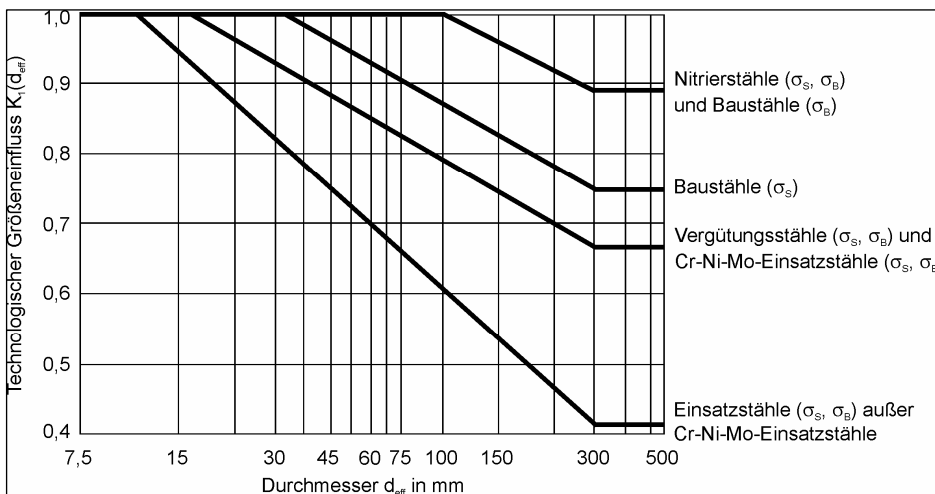
Eingaben:

Sigzdm σ_{zdm} Zug/Druckmittelspannung *Sigbm* σ_{bm} Biegemittelspannung *Tautm* τ_{tm} Torsionsmittelspannung
Sigzda σ_{zda} Zug/Druckausschlagsspannung *Sigba* σ_{ba} Biegeausschlagsspannung *Tautm* τ_{tm} Torsionsausschlagssp.
SigB σ_B Bruchspannung *SigS* σ_s Streckgrenze
SigzdW σ_{zdW} Zug/Druckwechselfestigkeit *SigbW* σ_{bW} Biegewechselfestigkeit *TautW* τ_{tW} Torsionswechselfestigkeit



Maße für D , d , r , und t , Rauheit R_z und den für die Wärmebehandlung wirksamen Durchmesser d_{eff}

- Vollwelle oder Hohlwelle
- harte Randschicht: ja/nein
- Wellenabsatz oder Rundnut



Definieren des Falls für K_1 :

K1-Fall 1

K1-Fall 2

K1-Fall 3

K1-Fall 4

Verfahren	$7 \dots 8 \leq d \leq 25 \text{ mm}$	$25 \leq d \leq 40 \text{ mm}$
Nitrieren	1,15 ~ 1,25	1,10 ~ 1,15
Einsatzhärten	1,20 ~ 2,10	1,10 ~ 1,50
Carbonitrieren	1,10 ~ 1,90	1,00 ~ 1,40
Rollen	1,20 ~ 1,40	1,10 ~ 1,25
Kugelstrahlen	1,10 ~ 1,30	1,10 ~ 1,20
Induktiv- und Flammhärten	1,20 ~ 1,60	1,10 ~ 1,40

K_V : Einflußfaktor der Oberflächenverfestigung, Auszug aus DIN 743-2. In den Zahlenbeispielen der DIN 743 wird K_V immer zu 1 gesetzt.

Beispiel: Es soll die Dauerfestigkeit eines Wellenabsatzes mit Zug-, Biege- und Torsionsbelastung überprüft werden. Die Abmessungen sind: $D = 50 \text{ mm}$, $d = 40 \text{ mm}$, $r = 3 \text{ mm}$, $t = 5 \text{ mm}$. Die Oberflächenrauheit ist $R_z = 5 \mu\text{m}$. Der Werkstoff ist 36CrNiMo4 vergütet mit folgenden Festigkeitswerten nach DIN 743-3 bei $d_B \leq 16 \text{ mm}$:

$$\sigma_B = 1100 \text{ N/mm}^2, \sigma_s = 900 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zdW} = 440 \text{ N/mm}^2, \sigma_{bW} = 550 \text{ N/mm}^2, \tau_{tW} = 330 \text{ N/mm}^2$$

Anmerkung: Dieses Beispiel ist bereits im Programm XN743 zu Ihrer leichteren Orientierung vorab gespeichert.

Die Belastungen sind:

aus N : $\sigma_{zdm} = 200 \text{ N/mm}^2, \sigma_{zda} = 50 \text{ N/mm}^2$
aus M_b : $\sigma_{bm} = 300 \text{ N/mm}^2, \sigma_{ba} = 60 \text{ N/mm}^2$
aus T : $\tau_{tm} = 100 \text{ N/mm}^2, \tau_{ta} = 40 \text{ N/mm}^2$

Ausgaben:

technologischen Größeneinfluß K_1 , d.h. $K_1 = 0,87$

	Zug/Druck	Biegung	Torsion
Formzahl	as d.h. $\alpha_\sigma = 1,97$	as d.h. $\alpha_\sigma = 1,80$	at d.h. $\alpha_\tau = 1,40$
bezogenes Spannungsgefälle	G' d.h. $G' = 0,87$	G' d.h. $G' = 0,87$	G' d.h. $G' = 0,38$
Stützzahl	n d.h. $n = 1,03$	n d.h. $n = 1,03$	n d.h. $n = 1,02$
Kerbwirkungszahl	bs d.h. $\beta_\sigma = 1,90$	bs d.h. $\beta_\sigma = 1,74$	bt d.h. $\beta_\tau = 1,37$
geom. Größeneinflußfaktor	K_2 d.h. $K_2 = 1$	K_2 d.h. $K_2 = 0,89$	K_2 d.h. $K_2 = 0,89$
Einflußfaktor Oberflächenrauheit	KFs d.h. $K_{Fs} = 0,90$	KFs d.h. $K_{Fs} = 0,90$	KFt d.h. $K_{Ft} = 0,94$
Gesamteinflußfaktor	Ks d.h. $K_\sigma = 2,02$	Ks d.h. $K_\sigma = 2,08$	Kt d.h. $K_\tau = 1,61$

Vergleichsspannungen: σ_{mv} d.h. $\sigma_{mv} = 529 \text{ N/mm}^2$ τ_{mv} d.h. $\tau_{mv} = 305 \text{ N/mm}^2$

	Zug/Druck	Biegung	Torsion
Bauteilwechselfestigkeiten	$SigzdWK$ d.h. $\sigma_{zdWK} = 190 \text{ N/mm}^2$	$SigbWK$ d.h. $\sigma_{bWK} = 231 \text{ N/mm}^2$	$TautWK$ d.h. $\tau_{tWK} = 179 \text{ N/mm}^2$
Einflußfaktoren der Mittelspannungsempfindlichkeit	$psizdsK$ d.h. $\psi_{zdsK} = 0,11$	$psibsK$ d.h. $\psi_{bsK} = 0,14$	$psitauK$ d.h. $\psi_{tK} = 0,10$
statische Stützwirkung	$K2Fz$ d.h. $K_{2F} = 1,0$	$K2Fb$ d.h. $K_{2F} = 1,2$	$K2Ft$ d.h. $K_{2F} = 1,2$
Erhöhungsfaktor Fließgrenze	$gamFz$ d.h. $\gamma_F = 1,05$	$gamFb$ d.h. $\gamma_F = 1,05$	$gamFt$ d.h. $\gamma_F = 1,00$
Bauteilfließgrenzen	$SigzdFK$ d.h. $\sigma_{zdFK} = 823 \text{ N/mm}^2$	$SigbFK$ d.h. $\sigma_{bFK} = 988 \text{ N/mm}^2$	$TautFK$ d.h. $\tau_{tFK} = 543 \text{ N/mm}^2$

Test : gelten diese Bedingungen?

$$\sigma_{mv} \leq \frac{\sigma_{zdFK} - \sigma_{zdWK}}{1 - \psi_{zdsK}} = \frac{823 - 190}{1 - 0,11} = 711 \text{ N/mm}^2 \geq 529 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ja!}$$

$$\sigma_{mv} \leq \frac{\sigma_{bFK} - \sigma_{bWK}}{1 - \psi_{bsK}} = \frac{988 - 231}{1 - 0,14} = 880 \text{ N/mm}^2 \geq 529 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ja!}$$

$$\tau_{mv} \leq \frac{\tau_{tFK} - \tau_{tWK}}{1 - \psi_{tK}} = \frac{543 - 179}{1 - 0,10} = 404 \text{ N/mm}^2 \geq 305 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ja!}$$

da alle drei Tests positiv sind, wird der Gleichungssatz (10,11,12) aus DIN 743-1 bzw. Decker Glch. 15.61 angewendet:

	Zug/Druck	Biegung	Torsion
Spannungsamplitude der Bauteil-Dauerfestigkeit	$SigzdADK$ d.h. $\sigma_{zdADK} = 132 \text{ N/mm}^2$	$SigbADK$ d.h. $\sigma_{bADK} = 157 \text{ N/mm}^2$	$TautADK$ d.h. $\tau_{tADK} = 147 \text{ N/mm}^2$

Sicherheitszahl S Dauerbruch:

$$S = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{zda}}{\sigma_{zdADK}} + \frac{\sigma_{ba}}{\sigma_{bADK}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{ta}}{\tau_{tADK}}\right)^2}} = 1,24 \geq S_{\min} \geq 1,2 \quad \text{Bedingung erfüllt!}$$

Sicherheitszahl S Fließgrenze:

$$S = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{zdmax}}{\sigma_{zdFK}} + \frac{\sigma_{bmax}}{\sigma_{bFK}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{tmax}}{\tau_{tFK}}\right)^2}} = 1,40 \geq S_{\min} \geq 1,2 \quad \text{Bedingung erfüllt!}$$

Literatur:

DIN 743-1 (Okt. 2000), DIN 743-2 (Okt. 2000), Beiblatt 1 zu DIN 743 (Okt. 2000)
Decker: Maschinenelemente. 16. Auflage (erscheint Frühjahr 2007). München Wien: Hanser 2007.