

**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:  $\sigma_{mv}$  = konstant bzw.  $\tau_{mv}$  = konstant

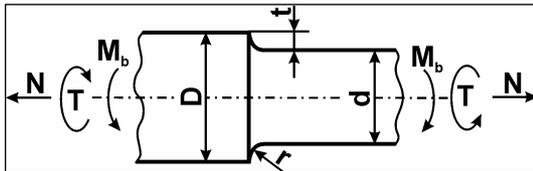
Bei der Berechnung nach DIN 743 wird nun auf der Spannungsseite nur mit den *Nennspannungen* gearbeitet wie

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

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.

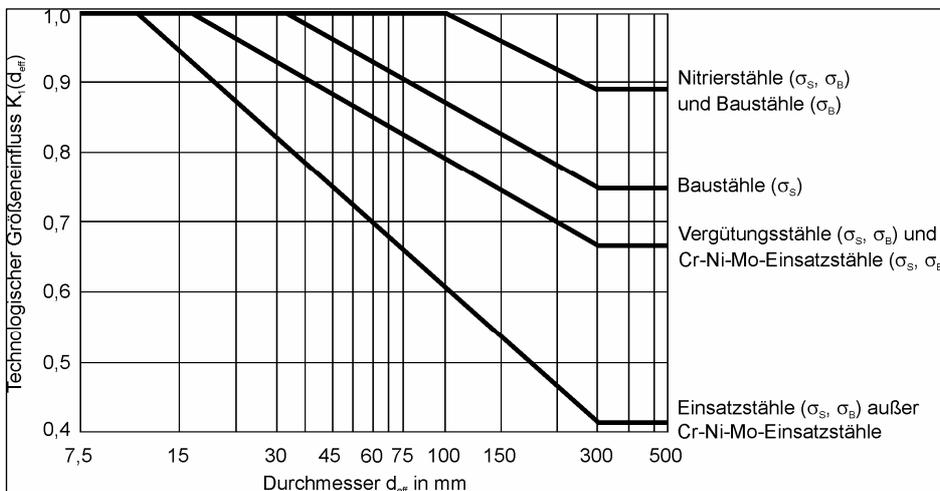
**Eingaben:**

*Sigzdm*  $\sigma_{zdm}$  Zug/Druckmittelspannung    *Sigbm*  $\sigma_{bm}$  Biegemittelspannung    *Tautm*  $\tau_{tm}$  Torsionsmittelspannung  
*Sigzda*  $\sigma_{zda}$  Zug/Druckauschlagsspannung    *Sigba*  $\sigma_{ba}$  Biegeauschlagsspannung    *Tautm*  $\tau_{tm}$  Torsionsauschlagssp.  
*SigB*  $\sigma_B$  Bruchspannung    *SigS*  $\sigma_s$  Streckgrenze  
*SigzdW*  $\sigma_{zdW}$  Zug/Druckwechselfestigkeit    *SigbW*  $\sigma_{bW}$  Biegewechselfestigkeit    *TautW*  $\tau_{tW}$  Torsionswechselfestigkeit



Maße für *D*, *d*, *r*, und *t*, Rauheit *Rz* und den für die Wärmebehandlung wirksamen Durchmesser *d<sub>eff</sub>*

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



Definieren des Falls für *K<sub>1</sub>*:

K1-Fall 1

K1-Fall 2

K1-Fall 3

K1-Fall 4

Verfahren	7...8 ≤ d ≤ 25mm	25 ≤ d ≤ 40mm
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<sub>v</sub>*: Einflussfaktor der Oberflächenverfestigung, Auszug aus DIN 743-2. In den Zahlenbeispielen der DIN 743 wird *K<sub>v</sub>* immer zu 1 gesetzt.

**Beispiel:** Es soll die Dauerfestigkeit eines Wellenabsatzes mit Zug-, Biege- und Torsionsbelastung überprüft werden. Die Abmessungen sind: *D* = 50 mm, *d* = 40 mm, *r* = 3 mm, *t* = 5 mm. Die Oberflächenrauheit ist *R<sub>z</sub>* = 5µm. Der Werkstoff ist 36CrNiMo4 vergütet mit folgenden Festigkeitswerten nach DIN 743-3 bei *d<sub>B</sub>* ≤ 16mm :

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

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

**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 $M_b$ : $\sigma_{bim} = 300\text{N/mm}^2, \sigma_{ba} = 60\text{N/mm}^2$
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. $K_{F\sigma} = 0,90$	$KFs$ d.h. $K_{F\sigma} = 0,90$	$KFt$ d.h. $K_{F\tau} = 0,94$
Gesamteinflußfaktor	$Ks$ d.h. $K_\sigma = 2,02$	$Ks$ d.h. $K_\sigma = 2,08$	$Kt$ d.h. $K_\tau = 1,61$

Vergleichsspannungen:  $\sigma_{mv}$  d.h.  $\sigma_{mv} = 529\text{N/mm}^2$   $\tau_{mv}$  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. $\psi_{\tau K} = 0,10$
statische Stützwirkung	$K_2Fz$ d.h. $K_{2F} = 1,0$	$K_2Fb$ d.h. $K_{2F} = 1,2$	$K_2Ft$ 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?

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

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

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

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