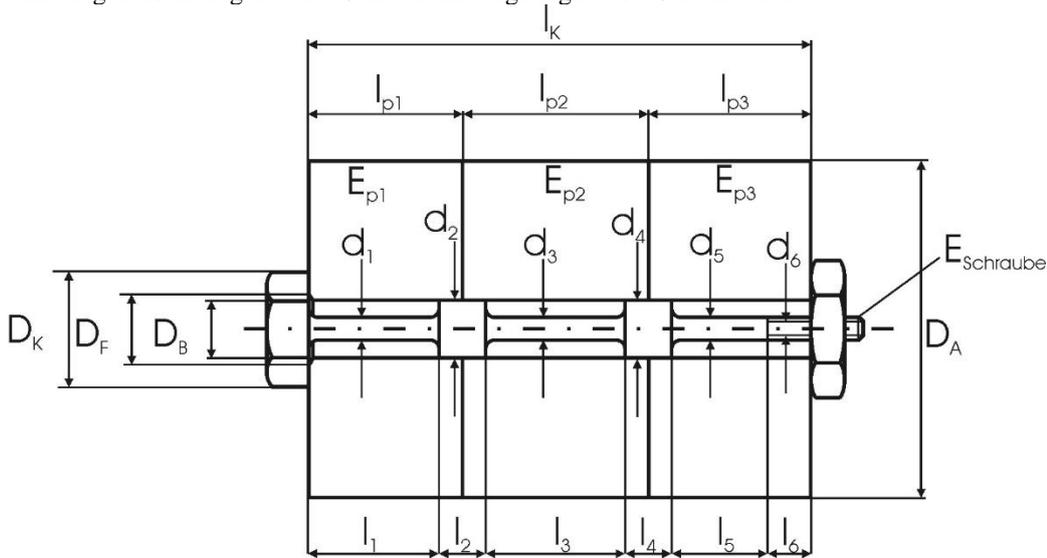


PYBOLT ist ein kleines, schnelles Hilfsprogramm für die Vorlesungen und Übungen sowie das Hanser-Lehrbuch *Decker: Maschinenelemente* [1]. Es umfasst die **Berechnung zentrisch verspannter Einschraubenverbindungen nach VDI 2230**.

Das Decker-Beispiel 10.9 ist bereits als Startkonfiguration geladen, sodass Sie direkt mit **6 Enter** die Eingangswerte anzeigen und mit **7 Enter** sofort berechnen können. Damit sieht man am besten, was das Programm leistet. Die Anzeigen bei **6 Enter** und **7 Enter** können nach der Aufforderung „weiter mit Enter-Taste“ zum nächsten Anzeige-Display weitergeleitet werden.

Eingabewerte: Es werden Eingabewerte zu Gruppen zusammengefasst. Dabei werden alle Werte in den üblichen Ingenieur-Einheiten eingegeben, d.h. Kräfte in N, Durchmesser in mm, Rauheiten in μm etc. Sie können auch nur teilweise Werte eingeben: Wenn Sie nur z.B. die Plattennachgiebigkeit δ_p interessiert, dann brauchen Sie weder Kräfte bei 2 einzutragen noch Angaben zur Schraubennachgiebigkeit bei 3 zu machen.



1 Enter: *Nenn-/Steig./S-Typ:* Nenndurchmesser, Steigung und Schraubentyp: Starr- oder Dehnschraube. Es werden dabei Flanken- und Kerndurchmesser ausgegeben, falls man sie bei der Eingabe der Schraubensteifigkeit δ_s brauchen sollte

2 Enter: *Kräfte/Qualität:* Mindest-Klemmkraft F_K , maximale Betriebskraft F_{Ao} , minimale Betriebskraft F_{Ao} . Beachte: Statische Last: $F_{Ao} = F_{Au}$; schwellende Last: $F_{Ao} = \text{Wert}$, $F_{Au} = 0$; Wechsellast: $F_{Ao} = -F_{Au}$. Qualität von 4.6~12.9 entsprechend Kennziffern von 1~8. Schraube schlußgerollt ja/nein.

3 Enter: *Nachgiebigk. Schraube:* E-Modul der Schraube, Anzahl $l_i + d_i$ (vgl. Skizze oben, maximal 9). Beachte: Nur die Längen wie in der Skizze eingeben; die Beiträge für $l_k \approx 0,4 \cdot d$, $l_G \approx 0,5 \cdot d$ und $l_M \approx 0,4 \cdot d$ werden programmintern hinzugefügt. Eingabe der Abschnitte mit Durchmessern und Längen.

4 Enter: *Nachgiebigk. Platten:* Bohrungsdurchmesser D_B , Kopfaufledgedurchmesser D_K , Fasendurchmesser D_F (wenn vorhanden, sonst D_B einsetzen). Die Angabe ist nur wichtig für die Pressung unterm Kopf), Verformungsdurchmesser bzw. Plattenbreite D_A , Krafteinleitungsfaktor n , Anzahl Platten (maximal 4), E-Modul 1.Platte E_{p1} , Länge 1.Platte l_{p1} , ...

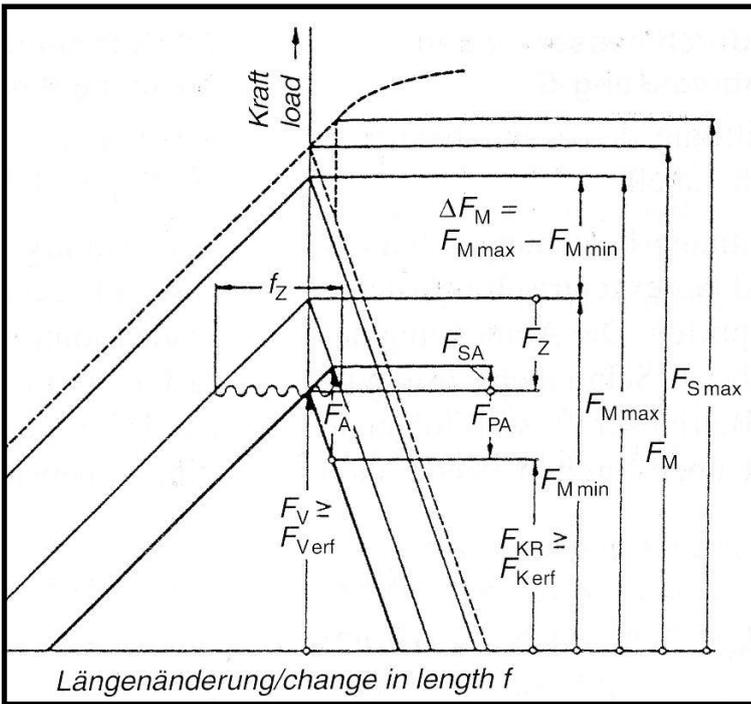
5 Enter: *Hilfswerte:* Summe der Setzbeträge (vgl. Tabelle unten), Anziehfaktor α_A , Reibwert im Gewinde μ_G , Reibwert unterm Schraubenkopf μ_K

7 Enter: 1. Seite: d_2 , d_3 , A_N = Fläche Nenndurchmesser, A_3 = Fläche Kerndurchmesser, δ_s = Schraubensteifigkeit, l_k = Klemmlänge (wird berechnet aus den Längen der Schraubenabschnitte), A_B = Ersatzquerschnitt, δ_p = Plattensteifigkeit, Φ_K = Kraftverhältnis. 2. Seite: F_Z = Kraftverlust durch Setzen, F_{SA} = Schraubenzusatzkraft, F_{PA} = Flanschentlastungskraft, F_{Mmax} = erforderliche Montagevorspannkraft, M_A = Schraubenanziehmoment, F_m = Betriebsmittelkraft, F_a = Betriebsausschlagskraft, σ_a = Ausschlagsspannung, σ_A = zulässige Ausschlagsspannung. 3. Seite: σ_{sa} = σ_{sa} = Spannungsdifferenz, ist die Bedingung $\sigma_{sa} \leq 0,1 \cdot R_{p0,2}$ erfüllt?, F_{Smax} = maximale Schraubenkraft, σ_{max} = maximale Spannung in der Schraube, pP = Pressung unterm Schraubenkopf, $R_{p0,2}$, R_m , Kraft bis zur Streckgrenze, Bruchkraft.

Literatur:

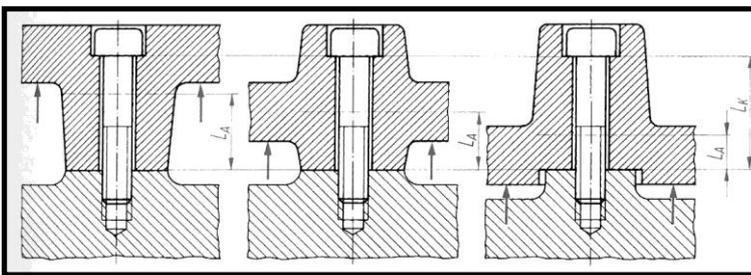
[1] Decker: Maschinenelemente. 20. Auflage. München,Wien: Carl Hanser 2019.

VDI 2230: Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen. Zylindrische Einschraubverbindungen. Feb. 2003.



Nenndurchm.	M4	M5	M6	M8	M10	M12
Steigung P	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75

Nenndurchm.	M16	M20	M24	M30
Steigung P	2,0	2,5	3,0	3,5



$n \approx 0,7$

$n \approx 0,5$

$n \approx 0,3$

Krafteinleitungsfaktor n nach [1]

Tab. 10.6 Richtwerte für den Anziehfaktor α_A (Auszug aus VDI 2230)

Anziehverfahren	Streuung ¹⁾ von F_M in %	Anziehfaktor α_A
Drehwinkel- oder streckgrenzengesteuertes Anziehen	$\pm 5 \dots \pm 12$	1
Drehmomentgesteuertes Anziehen mit Drehmomentenschlüssel oder Präzisionsdrehschrauber mit Drehmomentmessung, niedriges α_A bei kleinen Drehwinkeln.	$\pm 17 \dots \pm 23$	1,4 ... 1,6
Mit messendem Drehmomentschlüssel, niedriges α_A bei gleichmäßigem Anziehen oder Präzisionsdrehschrauber.	$\pm 23 \dots \pm 28$	1,6 ... 1,8
Drehmomentgesteuertes Anziehen mit Drehschrauber, Einstellen des Schraubers mit Nachziehmoment, niedriges α_A bei großer Zahl (etwa 10) von Kontrollversuchen oder Schrauber mit Abschaltkupplung.	$\pm 26 \dots \pm 43$	1,7 ... 2,5
Impulsgesteuertes Anziehen mit Schlagschrauber, Einstellen des Schraubers mit Nachziehmoment, niedriges α_A bei großer Zahl von Einstellversuchen.	$\pm 43 \dots \pm 60$	2,5 ... 4
Anziehen von Hand		4

Gemittelte Rautiefe	Belastung	Richtwerte für Setzbeträge		
		in μm		
R_2 nach DIN 4768		im Gewinde	je Kopf- oder Mutteraufla.	je innere Trennfuge
$< 10 \mu\text{m}$	Zug/Druck Schub	3	2,5	1,5
$10 \mu\text{m bis } < 40 \mu\text{m}$	Zug/Druck Schub	3	3	2
$40 \mu\text{m bis } < 160 \mu\text{m}$	Zug/Druck Schub	3	4	3
		3	6,5	3,5

Setzbeträge nach VDI 2230