

ACHTUNG! Diese Anleitung ist für das PC-Programm ZBOLT gedacht, lässt sich aber auch auf die (Dehn-)Schraubengerechnung mit den BayMPonline anwenden. vgl. www.baymp.de

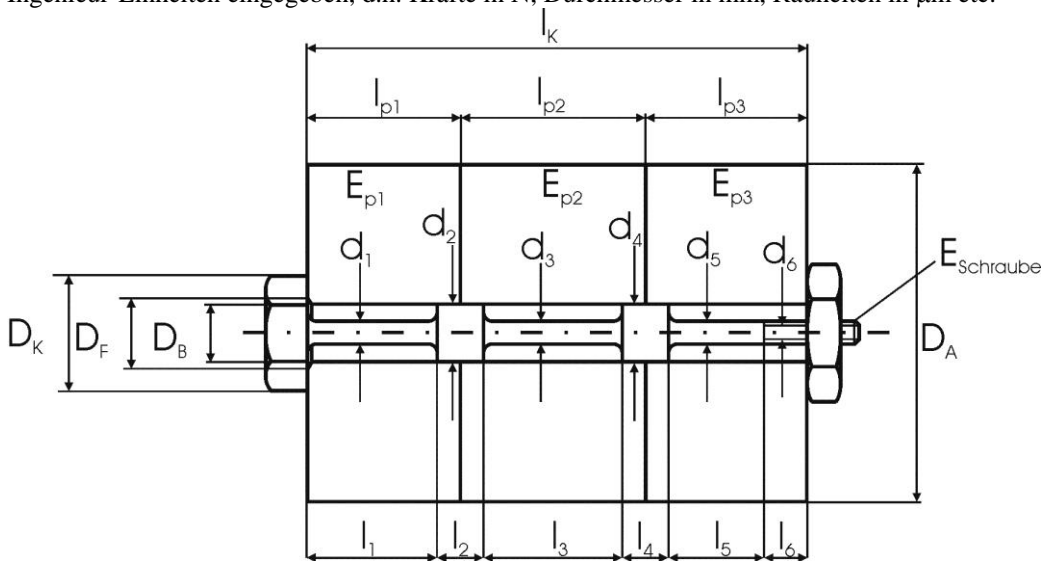
Programm ZBOLT für Windows, LINUX und Mac OS X. Stand 24.8.2010. Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg und Dipl.-Ing. Markus Zimmermann, Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD, Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften, Universität Bayreuth, www.konstruktionslehre.uni-bayreuth.de und www.cad.uni-bayreuth.de.

ZBOLT ist ein kleines, schnelles Hilfsprogramm für die Vorlesungen und Übungen. Es umfasst die **Berechnung zentrisch verspannter Einschraubverbindungen nach VDI 2230** sowie des Hanser-Lehrbuch *Decker: Maschinenelemente* [1] und des Hanser *Taschenbuch der Maschinenelemente* [2].

Legen Sie keine sicherheitskritischen Schrauben mit ZBOLT aus und arbeiten Sie nicht damit, wenn Sie nicht mit der Schraubentheorie und der Richtlinie VDI 2230 [3] vertraut sind!

Das Decker-Beispiel 10.8 ist bereits als Startkonfiguration geladen, sodass Sie direkt die Eingangswerte sehen und mit **Rechnen** sofort berechnen können. Damit sieht man am besten, was das Programm leistet.

Eingabewerte: Es werden die 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.



Geometrie und Werkstoffdaten: Nenndurchmesser, Steigung und Schraubentyp: Starr- oder Dehnschraube (Checkbox Mitte links). Qualität von 4.6~12.9. Schraube schlussgerollt ja/nein (Checkbox Mitte links), Mindest-Klemmkraft F_K , maximale Betriebskraft F_{Ao} , minimale Betriebskraft F_{Au} . Beachte: Statische Last: $F_{Ao} = F_{Au}$; schwellende Last: $F_{Ao} = \text{Wert}$, $F_{Au} = 0$; Wechsellast: $F_{Ao} = -F_{Au}$. Summe der Setzbeiträge (vgl. Tabelle unten), Anziehungsfaktor α_A , Reibwert im Gewinde μ_G , Reibwert unterm Schraubenkopf μ_K .

Nachgiebigkeit Schraube: E-Modul der Schraube, Eingabe der Abschnitte mit Durchmessern und Längen (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. Nicht vorhandene Abschnitte mit jeweils 0 für Durchmesser und Länge eingeben.

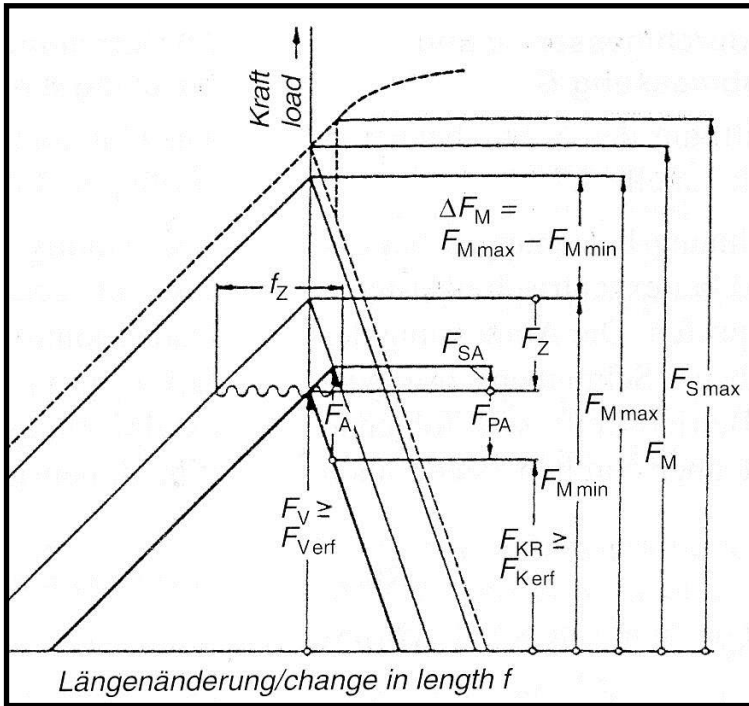
Nachgiebigkeit Platten: Bohrungsdurchmesser D_B , Kopfaufledgedurchmesser D_K , Fasendurchmesser D_F (wenn vorhanden, sonst D_B einsetzen). Die Angabe ist nur wichtig für die Pressung unterm Kopf), Verformungsdurchmesser bzw. Plattenbreite D_A , Krafteinleitungsfaktor n , Plattenangaben (maximal 4), E-Modul 1. Platte E_{p1} , Länge 1. Platte l_{p1} , ... nicht vorhandene Abschnitte mit jeweils 0 für E-Modul und Länge eingeben.

Ausgabe: Nachgiebigkeit Schraube = δ_s , Nachgiebigkeit Platten = δ_p , PhiK = Kraftverhältnis Φ_K , FZ = Kraftverlust durch Setzen, FSA = Schraubenzusatzkraft, FPA = Flanscentlastungskraft, FMmax = erforderliche Montagevorspannkraft, MA = Schraubenanziehmoment, Mittelkraft = Betriebsmittelkraft, Ausschlagkraft = Betriebsausschlagkraft, Aussch.Sp. = σ_a = Ausschlagsspannung, zul. Ausschlag = σ_A = zulässige Ausschlagsspannung, SpDiff = σ_{sa} = Spannungsdifferenz, FSmax = maximale Schraubenkraft, Sigmax = maximale Spannung in der Schraube, pP = Pressung unterm Schraubenkopf, Rp0.2 = Streckgrenze, Rm = Zugfestigkeit, Fp0.2 = Kraft bis zur Streckgrenze, FBruch = Bruchkraft.

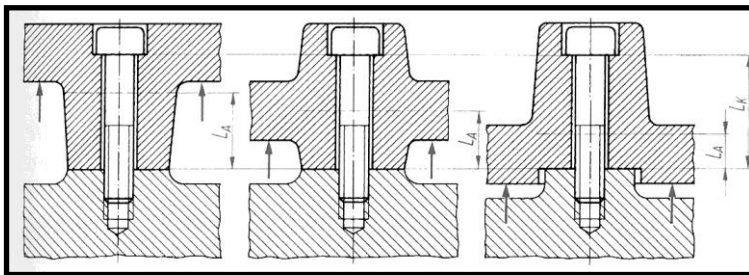
Literatur:

- [1] Decker: Maschinenelemente. 17. Auflage. München, Wien: Carl Hanser 2009.
- [2] Rieg, F.; Kaczmarek, M. (Hrsg): Taschenbuch der Maschinenelemente. München, Wien: Hanser 2006.

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



Nenndurchmesser	Steigung P
M4	0,7
M5	0,8
M6	1,0
M8	1,25
M10	1,5
M12	1,75
M16	2,0
M20	2,5
M24	3,0
M30	3,5



$n \approx 0,7$ $n \approx 0,5$ $n \approx 0,3$
Krafteinleitungsfaktor n nach [1]

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

Anziehverfahren	Streuung ¹⁾ von F_M in %	Anziehungsfaktor 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 Drehmomentenschlüssel, 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_z nach DIN 4768		im Gewinde	je Kopf- oder Mutternauflage.	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