

Name : Schraubenberechnung\_Ankerschrauben

Geändert von: hofmann.tmb18am: 06.03.2020 um: 23:04:37

## Schraubenberechnung nach VDI 2230:2015

### Eingaben:

Konfiguration: Schraubenverbindung unter Längskraft (einzelne Schraube)

Berechnung bei Montagetemperatur

Montagetemperatur (°C)	[TM]	20.00
Gewindenorm	Regelgewinde	
Bezeichnung	M20	
Steigung (mm)	[P]	2.50
Flankenwinkel (°)	[β]	60.00
Nenn Durchmesser (mm)	[d]	20.00
Flankendurchmesser (mm)	[d2]	18.38
Kerndurchmesser (mm)	[d3]	16.93
Nennquerschnitt des Gewindes (mm²)	[AN]	314.16
Kernquerschnitt des Gewindes (mm²)	[Ad3]	225.19
Gewindefertigung	Schlussvergütet	
Oberflächenrauigkeit (µm)	[Rz]	16.00
Oberer Grenzwert der Axialkraft (N)	[FAO]	48379.00
Unterer Grenzwert der Axialkraft (N)	[FAU]	9676.00
Notwendige Klemmkraft:		
für Querkraft-Übertragung (N)	[FKQ]	0.00
für Dichtfunktion (N)	[FKP]	0.00

Anziehverfahren:

Eigene Eingabe

Anziehungsfaktor	[αA]	1.40
Minimaler Anziehungsfaktor, Reibwertstreuung	[αmin]	1.17

Krafteinleitungsfaktor

[n] 0.70

Verbindungstyp: SV 1

Länge des Anschlusskörpers (mm)	[IA]	0.00
Abstand des Anschlusskörpers (mm)	[ak]	0.00
Krafteinleitungshöhe (mm)	[lk]	67.20

Reibungszahl im Gewinde	[µG]	0.100 / 0.120
Reibungszahl in der Kopfauflage	[µK]	0.100 / 0.120
Reibungszahl in der Mutterauflage	[µM]	0.100 / 0.120

Schraubentyp:

Sechskantschraube mit Schaft (A B) DIN EN ISO 4014:2001

Nenn Durchmesser (mm)	[d]	20.00
Schraubenlänge (mm)	[l]	120.00
Schaftdurchmesser (mm)	[d1]	20.00
Schaftlänge (mm)	[l1]	74.00
Gewindelänge (mm)	[b]	46.00
Aussendurchmesser Kopfauflage (mm)	[dw]	28.19
Innendurchmesser Kopfauflage (mm)	[da]	22.40
Oberflächenrauigkeit, Kopfauflage (µm)	[Rz]	16.00

Spannungsquerschnitt der Schraube (mm²)	[As]	244.79
---	------	--------

Kopfhöhe (mm)	[k]	12.50
Freie Gewindelänge (mm)	[l3]	22.00
Schlüsselweite (mm)	[s]	30.00
Reduktionskoeffizient	[kt]	0.50

Festigkeitsklasse	10.9	
Zugfestigkeit (N/mm²)	[Rm]	1040.00
Streckgrenze (N/mm²)	[Rp0.2]	940.00
Maximale Streckgrenze (N/mm²)	[Rp,max]	940.00
E-Modul Schraube (N/mm²)	[ES]	205000.00

Verspannte Teile:	Platten	
Anzahl Teile	[iP]	2

Teil A		
Werkstoff	EN-GJS-500-7 (GGG 50) (1)	
Lagendicke (mm)	[hi]	45.00
E-Modul (N/mm²)	[Ep]	169000.00
Zulässige Flächenpressung (N/mm²)	[pG]	750.00
Oberflächenrauigkeit (µm)	[Rz]	16.00

Teil B		
Werkstoff	EN-GJS-500-7 (GGG 50) (1)	
Lagendicke (mm)	[hi]	45.00
E-Modul (N/mm²)	[Ep]	169000.00
Zulässige Flächenpressung (N/mm²)	[pG]	750.00
Oberflächenrauigkeit (µm)	[Rz]	16.00

Durchgangsverschraubung		
Klemmlänge (mm)	[lk]	90.00
Effektive Klemmlänge (mm)	[lkeff]	96.00
inklusive Unterlegscheiben und Senkungstiefe oder Dehnhülsen		

Durchgangsbohrung-Norm	ISO 273:1979/DIN EN 20273:1992 mittel	
Durchmesser Durchgangsloch (mm)	[dh]	22.00
Fase am Kopf (mm)	[cK]	0.00
Fase bei der Mutter (mm)	[cM]	0.00

Unterlegscheibe unter dem Schraubenkopf:		
Norm	DIN EN ISO 7089:2000	
Aussendurchmesser (mm)	[d2]	36.38
Innendurchmesser (mm)	[d1]	21.33
Dicke (mm)	[h]	3.00
Oberflächenrauigkeit (µm)	[Rz]	16.00
E-Modul (N/mm²)	[E]	205000.00
Zulässige Flächenpressung (N/mm²)	[pG]	1250.00

Muttern-Norm	DIN EN 24032:1992 (ISO 4032)	
Innendurchmesser Mutterauflage (mm)	[d1]	21.60
Aussendurchmesser Mutterauflage (mm)	[d2]	27.70
Dicke der Mutter (mm)	[m]	18.00
Oberflächenrauigkeit (µm)	[Rz]	16.00
Festigkeitsklasse	8	
Vickershärte (HV)	[hv]	233.00
Zugfestigkeit	[Rm]	749.00
Scherfestigkeitsverhältnis	[τBM/Rm]	0.60
Unterlegscheibe unter der Mutter:		

Norm	DIN EN ISO 7089:2000	
Aussendurchmesser (mm)	[d2]	36.38
Innendurchmesser (mm)	[d1]	21.33
Dicke (mm)	[h]	3.00
Oberflächenrauigkeit (µm)	[Rz]	16.00
E-Modul (N/mm²)	[E]	205000.00
Zulässige Flächenpressung (N/mm²)	[pG]	1250.00

## Resultate:

Ersatz-Aussendurchmesser des Grundkörpers:

Durchmesser (mm)	[DA']	79.76
Durchmesser (mm)	[DA]	79.76
Grenz-Durchmesser (mm)	[DA.Gr]	79.76
Kegelwinkel (°)	[φ]	28.36
Nachgiebigkeit Flansch (mm/N)	[δP]	4.750267e-07
Nachgiebigkeit Schraube (mm/N)	[δS]	2.121695e-06
Kraftverhältnis für zentrische Einleitung	[Φn]	0.1281
Setzbetrag (mm)	[fz]	0.0150
Vorspannkraftverlust (N)	[Fz]	5776.51
erforderliche Montagevorspannkraft:		
-minimal (N)	[FMmin]	47960.42
-maximal (N)	[FMmax]	67144.59
Vorspannkraft nach Tabelle (N)	[FMtab]	190000.00
Schraubenkraft an Streckgrenze (N)	[FM0.2]	230000.00
erreichte Montagevorspannkraft:		
-maximal (N)	[FM]	190296.09
bei Ausnutzung der Streckgrenze (%)	[%Re]	90.00
Vorspannkraft (N)	[FV]	184519.58
Schraubenzusatzkraft (N)	[FSA]	6195.09
Plattenzusatzkraft (N)	[FPA]	42183.91
Dauerschwingbeanspruchung (N/mm²)	[σa]	10.12
Dauerhaltbarkeit (N/mm²)	[σAzul]	44.63
Lastwechselzahl	[NZ]	>= 2000000
Schraubendehnung bei FMmin (mm)	[fSmin]	0.10176
bei FMmax (mm)	[fSmax]	0.14246
bei FM (mm)	[fS]	0.40375
Teiledehnung bei FMmin (mm)	[fTmin]	0.02278
bei FMmax (mm)	[fTmax]	0.03190
bei FM (mm)	[fT]	0.09040

## Rechnung mit maximal erreichter Vorspannkraft:

bei Ausnutzung der Streckgrenze (%)	[%Re]	90.00
Montage-Vorspannkraft (N)	[FM]	190296.09
Vorspannkraft (N)	[FV]	184519.58
Zusätzliche Klemmkraft, Reserve (N)	[FKres]	87965.36
Vergleichsspannung im Montagezustand (N/mm²)	[σred.M]	846.00
Vergleichsspannung im Betriebszustand (N/mm²)	[σred.B]	832.95
Anziehdrehmoment (Nm)	[MA]	519.68
Losdrehmoment (Nm)	[ML]	355.11
Durchmesser	[DKm]	24.65
Anziehdrehmoment, Mutter (Nm)	[MAM]	513.55
Flächenpressung		
unter Schraubenkopf (N/mm²)	[pK]	854.10
unter Unterlegscheibe (N/mm²)	[p]	413.97

unter Mutter (N/mm <sup>2</sup> )	[pM]	831.91
unter Unterlegscheibe (N/mm <sup>2</sup> )	[p]	413.97

## Rechnung mit der minimal erforderlichen Montagevorspannkraft, Anziehungsfaktor: 1.00

Montage-Vorspannkraft (N)	[FMmin]	47960.42
Vergleichsspannung im Montagezustand (N/mm <sup>2</sup> )	[σred.M_FMmin]	218.34
Vergleichsspannung im Betriebszustand (N/mm <sup>2</sup> )	[σred.B_FMmin]	230.37
Anziehdrehmoment (Nm)	[MA_FMmin]	153.42
Losdrehmoment (Nm)	[ML_FMmin]	100.72
Anziehdrehmoment, Mutter (Nm)	[MAM_FMmin]	151.56
Flächenpressung		
unter Schraubenkopf (N/mm <sup>2</sup> )	[pK_FMmin]	235.40
unter Unterlegscheibe (N/mm <sup>2</sup> )	[p]	114.10
unter Mutter (N/mm <sup>2</sup> )	[pM_FMmin]	229.29
unter Unterlegscheibe (N/mm <sup>2</sup> )	[p]	114.10

## Rechnung mit der maximal erforderlichen Montagevorspannkraft mit Anziehungsfaktor: 1.40

Montage-Vorspannkraft (N)	[FMmax]	67144.59
Zusätzliche Klemmkraft (Reserve) (N)	[FKres]	87965.36
Vergleichsspannung im Montagezustand (N/mm <sup>2</sup> )	[σred.M_FMmax]	298.50
Vergleichsspannung im Betriebszustand (N/mm <sup>2</sup> )	[σred.B_FMmax]	309.71
Anziehdrehmoment (Nm)	[MA_FMmax]	183.37
Losdrehmoment (Nm)	[ML_FMmax]	118.10
Anziehdrehmoment, Mutter (Nm)	[MAM_FMmax]	181.20
Flächenpressung		
unter Schraubenkopf (N/mm <sup>2</sup> )	[pK_FMmax]	318.79
unter Unterlegscheibe (N/mm <sup>2</sup> )	[p]	154.51
unter Mutter (N/mm <sup>2</sup> )	[pM_FMmax]	310.51
unter Unterlegscheibe (N/mm <sup>2</sup> )	[p]	154.51
Zulässige Vergleichsspannung (N/mm <sup>2</sup> )	[σ.Mzul]	846.00
Zulässige Vergleichsspannung (N/mm <sup>2</sup> )	[σ.Bzul]	940.00
Auflagefläche		
unter Schraubenkopf (mm <sup>2</sup> )	[ApK]	230.06
unter Unterlegscheibe (mm <sup>2</sup> )	[Ap]	474.65
unter Mutter (mm <sup>2</sup> )	[ApM]	236.19
unter Unterlegscheibe (mm <sup>2</sup> )	[Ap]	474.65
Zulässige Flächenpressung		
unter Schraubenkopf (N/mm <sup>2</sup> )	[pKzul]	1250
unter Unterlegscheibe (N/mm <sup>2</sup> )	[pzul]	750.00
unter Mutter (N/mm <sup>2</sup> )	[pMzul]	1250
unter Unterlegscheibe (N/mm <sup>2</sup> )	[pzul]	750.00

## Zusammenfassung:

Das Überschreiten der Streckgrenze ist nicht zugelassen.

## Rechnung mit der maximal erforderlichen Montagevorspannkraft mit Anziehungsfaktor: 1.40

Sicherheit gegen Streckgrenze	[SF]	3.04
Sicherheit gegen Dauerbruch	[SD]	4.41
Sicherheit gegen Pressung	[SP]	3.92
Rechnung mit maximal erreichter Vorspannkraft:		
Sicherheit gegen Streckgrenze	[SF]	1.13
Sicherheit gegen Dauerbruch	[SD]	4.41
Sicherheit gegen Pressung	[SP]	1.46

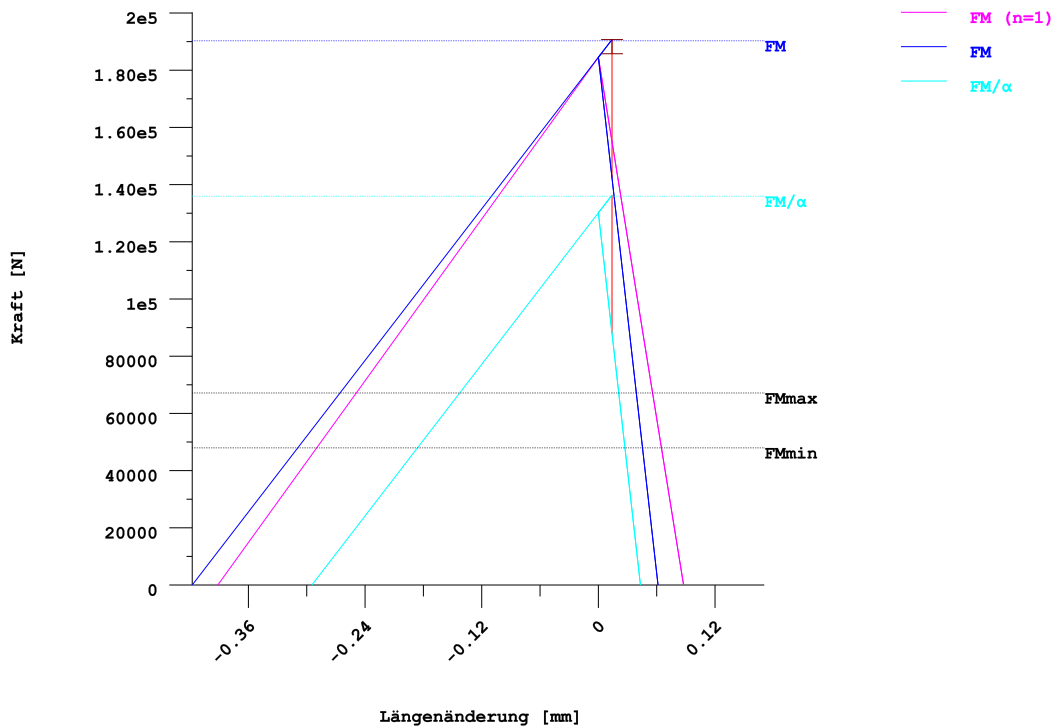


Abbildung: Darstellung des Verspannungsdiagramms

## Bemerkungen:

- Die Sicherheiten (SF, SD, SP) werden entsprechend VDI2230 berechnet.
- Die Berechnung der Sicherheit gegen Gleiten ( $SG = FKR / FKerf$ ) erfolgt mit  $FM/\alpha$ .
- Die Berechnung der Normalwerte bei 90% Ausnutzungsgrad, Vorspannkraft und Anziehdrehmoment erfolgt nach den entsprechenden Gleichungen der VDI 2230. Diese Werte entsprechen den Werten in den Tabellen der VDI, kleine Abweichungen können jedoch vorkommen.
- Flächenpressung unter Unterlegscheiben: Maximaler Aussendurchmesser für die Berechnung der Auflagefläche ist  $dw + 1.6 \cdot h_s$ , VDI2230:2015, Formel 194.
- Total notwendige Klemmkraft nach (R2/4):  $FKerf \geq \text{Maxi}(FKA + FKP, FKQ)$

Ende Protokoll

Zeilen: 249