

# Technische Hinweise Schrauben, Muttern

Die in der Tabelle angegebenen Werte für Spannkraft  $F_{sp}$  und Spannmomente  $M_{sp}$  gelten für metrische Regelgewinde nach DIN 13 und Kopfauflagen nach DIN 912, 931-934, 6912, 7984, 7990.

Die Werte der Spannkraft  $F_{sp}$  ergeben eine Ausnutzung der Streckgrenze  $\sigma$  0,2 von 90% (DIN 267 Bl. 3) in Abhängigkeit von der jeweiligen Gewindereibungszahl.

Aus der Spannkraft-Tabelle ist abzulesen, welche Schraube mit welcher Qualität bei einer bestimmten Gewindereibung benötigt wird, um eine vorgegebene Montagekraft  $F_M$  aufzubringen ( $F_{sp} \cong F_M$ ).

Die Spannmomente  $M_{sp}$  sind aus den Spannkraften  $F_{sp}$  unter Annahme von  $\mu_G = \mu_K = \mu_{ges}$  errechnet (siehe Seite 1170).

Die Bestimmung des Spannmomentes  $M_{sp}$  zur 90%igen Streckgrenzenausnutzung für eine in Abmessung und Qualität vorgegebene Schraube, erfolgt nach der rechten Tabelle in Abhängigkeit von der auftretenden Unterkopfreibung ( $\mu_K$ ), ohne Beachtung einer hiervon abweichenden Gewindereibung.

Um das verwendbare Nennmoment zu erhalten, ist vom gefundenen Spannmoment  $M_{sp}$  noch die halbe Streubreite des vorgesehenen Drehmomentschlüssels abzuziehen.

Berechnung der Tabellenwerte und Hinweise zur Anwendung nach VDI-Richtlinien 2230.

## Spannkraft und Spannmomente

| Regelgewinde | $\mu_{ges}^*$<br>$= \mu_G$<br>$= \mu_K$ | Schachtschrauben             |       |      |                               |       |       |
|--------------|---|------------------------------|-------|------|-------------------------------|-------|-------|
|              |   | Spannkraft $F_{sp}$<br>in kN |       |      | Spannmoment $M_{sp}$<br>in Nm |       |       |
|              |   | bei Festigkeitsklasse        |       |      |                               |       |       |
|              |   | 8.8                          | 10.9  | 12.9 | 8.8                           | 10.9  | 12.9  |
| M 4          | 0,08                                    | 4,40                         | 6,40  | 7,5  | 2,2                           | 3,2   | 3,8   |
|              | 0,10                                    | 4,20                         | 6,20  | 7,3  | 2,5                           | 3,7   | 4,3   |
|              | 0,12                                    | 4,05                         | 6,00  | 7,0  | 2,8                           | 4,1   | 4,8   |
|              | 0,14                                    | 3,90                         | 5,70  | 6,7  | 3,1                           | 4,5   | 5,3   |
| M 5          | 0,08                                    | 7,16                         | 10,50 | 12,3 | 4,3                           | 6,3   | 7,3   |
|              | 0,10                                    | 6,90                         | 10,10 | 11,9 | 4,9                           | 7,2   | 8,5   |
|              | 0,12                                    | 6,63                         | 9,74  | 11,4 | 5,5                           | 8,1   | 9,5   |
|              | 0,14                                    | 6,36                         | 9,34  | 10,9 | 6,0                           | 8,9   | 10,4  |
| M 6          | 0,08                                    | 10,10                        | 14,90 | 17,4 | 7,4                           | 10,9  | 12,7  |
|              | 0,10                                    | 9,74                         | 14,30 | 16,7 | 8,5                           | 12,5  | 14,7  |
|              | 0,12                                    | 9,35                         | 13,70 | 16,1 | 9,5                           | 14,0  | 16,4  |
|              | 0,14                                    | 8,97                         | 13,20 | 15,4 | 10,4                          | 15,3  | 17,9  |
| M 8          | 0,08                                    | 18,50                        | 27,20 | 31,9 | 17,9                          | 26,2  | 30,7  |
|              | 0,10                                    | 17,90                        | 26,20 | 30,7 | 20,6                          | 30,3  | 35,5  |
|              | 0,12                                    | 17,20                        | 25,20 | 29,5 | 23,1                          | 34,0  | 39,7  |
|              | 0,14                                    | 16,50                        | 24,20 | 28,3 | 25,3                          | 37,2  | 43,6  |
| M10          | 0,08                                    | 29,50                        | 43,30 | 50,7 | 36,0                          | 53,0  | 61,0  |
|              | 0,10                                    | 28,40                        | 41,80 | 48,9 | 41,0                          | 61,0  | 71,0  |
|              | 0,12                                    | 27,30                        | 40,20 | 47,0 | 46,0                          | 68,0  | 80,0  |
|              | 0,14                                    | 26,20                        | 38,50 | 45,1 | 51,0                          | 75,0  | 88,0  |
| M12          | 0,08                                    | 43,00                        | 63,10 | 73,9 | 61,0                          | 90,0  | 105,0 |
|              | 0,10                                    | 41,40                        | 60,90 | 71,2 | 71,0                          | 104,0 | 122,0 |
|              | 0,12                                    | 39,90                        | 58,50 | 68,5 | 80,0                          | 117,0 | 137,0 |
|              | 0,14                                    | 38,30                        | 56,20 | 65,8 | 87,0                          | 128,0 | 150,0 |

| Regelgewinde | $\mu_{ges}^*$<br>$= \mu_G$<br>$= \mu_K$ | Schachtschrauben             |       |       |                               |      |      |
|--------------|---|------------------------------|-------|-------|-------------------------------|------|------|
|              |   | Spannkraft $F_{sp}$<br>in kN |       |       | Spannmoment $M_{sp}$<br>in Nm |      |      |
|              |   | bei Festigkeitsklasse        |       |       |                               |      |      |
|              |   | 8.8                          | 10.9  | 12.9  | 8.8                           | 10.9 | 12.9 |
| M14          | 0,08                                    | 59,0                         | 86,7  | 101,0 | 97                            | 143  | 167  |
|              | 0,10                                    | 56,9                         | 83,6  | 97,8  | 113                           | 165  | 194  |
|              | 0,12                                    | 54,7                         | 80,4  | 94,1  | 127                           | 186  | 218  |
|              | 0,14                                    | 52,6                         | 77,2  | 90,3  | 139                           | 205  | 239  |
| M16          | 0,08                                    | 81,0                         | 119,0 | 139,0 | 147                           | 216  | 253  |
|              | 0,10                                    | 78,2                         | 115,0 | 134,0 | 172                           | 252  | 295  |
|              | 0,12                                    | 75,3                         | 111,0 | 130,0 | 194                           | 285  | 333  |
|              | 0,14                                    | 72,4                         | 106,0 | 124,0 | 214                           | 314  | 367  |
| M20          | 0,08                                    | 131,0                        | 186,0 | 218,0 | 298                           | 424  | 496  |
|              | 0,10                                    | 126,0                        | 180,0 | 210,0 | 347                           | 494  | 578  |
|              | 0,12                                    | 121,0                        | 173,0 | 202,0 | 392                           | 558  | 653  |
|              | 0,14                                    | 117,0                        | 166,0 | 194,0 | 431                           | 615  | 719  |
| M24          | 0,08                                    | 188,0                        | 268,0 | 313,0 | 512                           | 730  | 854  |
|              | 0,10                                    | 182,0                        | 259,0 | 303,0 | 597                           | 850  | 995  |
|              | 0,12                                    | 175,0                        | 249,0 | 291,0 | 673                           | 959  | 1122 |
|              | 0,14                                    | 168,0                        | 239,0 | 280,0 | 742                           | 1057 | 1237 |
| M30          | 0,08                                    | 300,0                        | 430,0 | 500,0 | 1000                          | 1450 | 1700 |
|              | 0,10                                    | 290,0                        | 415,0 | 485,0 | 1190                          | 1700 | 2000 |
|              | 0,12                                    | 280,0                        | 400,0 | 465,0 | 1350                          | 1900 | 2250 |
|              | 0,14                                    | 270,0                        | 385,0 | 450,0 | 1500                          | 2100 | 2500 |
| M36          | 0,08                                    | 440,0                        | 630,0 | 730,0 | 1750                          | 2500 | 3000 |
|              | 0,10                                    | 425,0                        | 600,0 | 710,0 | 2100                          | 3000 | 3500 |
|              | 0,12                                    | 410,0                        | 580,0 | 680,0 | 2350                          | 3300 | 3900 |
|              | 0,14                                    | 395,0                        | 560,0 | 660,0 | 2600                          | 3700 | 4300 |

\* Die Reibzahlen ( $\mu_G$  und  $\mu_K$  für verschiedene Oberflächen- und Schmierzustände) werden aus den Tabellen der Seite 1170 ermittelt.

## Festigkeit von Schrauben nach DIN ISO 20898 T 1 (4.92)

| Festigkeitsklassen                                 | 5.8 | 6.8 | 8.8 | 10.9 | 12.9 |
|--|-----|-----|-----|------|------|
| Mindestzugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>       | 500 | 600 | 800 | 1000 | 1200 |
| Mindeststreckgrenze $R_e$ N/mm <sup>2</sup>        | 400 | 480 | 640 | 900  | 1080 |
| 0,2-Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>        | -   | -   | 640 | 900  | 1080 |
| Prüfspannung $S_p$ N/mm <sup>2</sup>               | 364 | 440 | 582 | 792  | 950  |
| Bruchdehnung $A_5$ %                               | 10  | 8   | 12  | 9    | 8    |
| Kerbschlagzähigkeit (ISO-Probe) Nm/cm <sup>2</sup> | -   | -   | 60  | 40   | 30   |

Die einzelnen Festigkeitsklassen bedeuten (am Beispiel 8.8 aufgezeigt):

$$\text{Erste Zahl 8.} = \frac{\text{Mindestzugfestigkeit } R_m}{100} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Zweite Zahl .8} = \frac{\text{Mindeststreckgrenze } R_e}{\text{Mindestzugfestigkeit } R_m} \cdot 10 = 640 \text{ N/mm}^2 \text{ (80\% von } R_m)$$

## Festigkeit von Muttern nach DIN ISO 20898 T 2 (2.94)

| Kennzahlen der Festigkeitsklasse     | 5   | 6   | 8   | 10   | 12   |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|
| Prüfspannung $S_p$ N/mm <sup>2</sup> | 500 | 600 | 800 | 1000 | 1200 |

Die Festigkeitsklassen bedeuten (am Beispiel 10 aufgezeigt):

$$10 = \frac{\text{Prüfspannung } S_p}{100}$$

Diese Prüfspannung ist gleich der Mindestzugfestigkeit einer Schraube, die bei Paarung mit der entsprechenden Mutter bis zur Mindeststreckgrenze der Schraube belastet werden kann.

# Technische Hinweise Schrauben, Muttern

Die Reibzahlen (siehe Tabelle) schwanken in weiten Grenzen. Sie schwanken sogar während des Anziehens und von Fertigungslos gleicher Schrauben.

Da  $\mu_G$  und  $\mu_K$  im allgemeinen verschieden groß sind, ergeben sich eine Vielzahl möglicher Anziehdrehmomente.

Nach VDI-Richtlinie 2230 wird mit unterschiedlichen Reibzahlen gerechnet. Illgner/Blume dagegen rechnen in ihrem „Schraubenvademekum“ mit einer Reibzahl

$$\mu_{ges} = \mu_G = \mu_K$$

Hier wird nach VDI-Methode verfahren.

Wenn jedoch  $\mu_G$  oder/und  $\mu_K$  nicht bekannt sind, so setze man

$$\mu_G = 0,12 \text{ bzw. } \mu_K = 0,12.$$

Reibzahl  $\mu_G$  im Gewinde (nach Strelow bzw. VDI 2230)

| $\mu_G$               | Gewinde             |                     | Außengewinde (Schraube) |                   |                                   |       |              |                           |         |                           |         |           |      |
|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------|--------------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|-----------|------|
|                       | Gewinde             | Werkstoff           | Werkstoff               |                   | Stahl                             |       |              |                           |         |                           |         |           |      |
|                       |                     |                     | Oberfläche              | Gewinde-fertigung | schwarzvergütet oder phosphatiert |       |              | galvanisch verzinkt (Zn6) |         | galvanisch cadmiert (Cd6) |         | Klebstoff |      |
|                       |                     |                     |                         |                   | gewalzt                           |       | ge-schnitten | geschnitten oder gewalzt  |         |                           |         |           |      |
| Schmie-rung           | trocken             | geölt               | MoS <sub>2</sub> *      | geölt             | trocken                           | geölt | trocken      | geölt                     | trocken | geölt                     | trocken |           |      |
| Innengewinde (Mutter) | Stahl               | blank               | geschnitten             | trocken           | 0,12                              | 0,10* | 0,08         | 0,10                      | –       | 0,10                      | –       | 0,08      | 0,16 |
|                       |                     | galvanisch verzinkt |                         |                   | 0,10                              | –     | –            | –                         | 0,12    | 0,10                      | –       | –         | 0,14 |
|                       | galvanisch cadmiert | 0,08                |                         |                   | –                                 | –     | –            | –                         | –       | 0,12                      | 0,12    | –         |      |
|                       | blank               | –                   |                         |                   | 0,10                              | –     | 0,10         | –                         | 0,10    | –                         | 0,08    | –         |      |
|                       | AIMg                | blank               |                         |                   | –                                 | 0,08  | –            | –                         | –       | –                         | –       | –         | –    |

\* Molybdändisulfid

Reibzahl  $\mu_K$  in der Kopf bzw. Mutterauflage (nach Strelow bzw. VDI 2230)

| $\mu_K$     | Auflagefläche       |                    | Schraubenkopf      |              |                           |       |         |                           |          |                           |      |      |      |      |
|-------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------|---------------------------|-------|---------|---------------------------|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|             | Auflagefläche       | Werkstoff          | Werkstoff          |              | Stahl                     |       |         |                           |          |                           |      |      |      |      |
|             |                     |                    | Oberfläche         | Fertigung    | schwarz oder phosphatiert |       |         | galvanisch verzinkt (Zn6) |          | galvanisch cadmiert (Cd6) |      |      |      |      |
|             |                     |                    |                    |              | gepresst                  |       | gedreht | ge-schliffen              | gepresst |                           |      |      |      |      |
| Schmie-rung | trocken             | geölt              | MoS <sub>2</sub> * | geölt        | MoS <sub>2</sub> *        | geölt | trocken | geölt                     | trocken  | geölt                     |      |      |      |      |
| Gegenlage   | Stahl               | blank              | trocken            | ge-schliffen | –                         | 0,16  | –       | 0,10                      | –        | 0,16                      | 0,10 | –    | 0,08 | –    |
|             |                     | spanend bearbeitet |                    |              | 0,12                      | 0,10  | 0,08    | 0,10                      | 0,08     | –                         | 0,10 |      | 0,08 | 0,08 |
|             | galvanisch verzinkt | 0,10               |                    |              | –                         | 0,10  | –       | 0,10                      | 0,16     | 0,10                      | –    | –    |      |      |
|             | galvanisch cadmiert | 0,08               |                    |              |                           |       |         | –                         | –        | 0,12                      | 0,12 |      |      |      |
|             | G./J./G./MB         | blank              |                    |              | –                         | 0,10  | –       | –                         | –        | 0,10 bis 0,18             |      |      | 0,08 | –    |
|             | spanend bearbeitet  | –                  |                    |              | 0,14                      | –     | 0,10    | –                         | 0,14     | 0,10                      | 0,10 | 0,08 | –    |      |
|             | AIMg                | spanend bearbeitet |                    |              | –                         | 0,08  |         |                           | –        | –                         | –    | –    | –    |      |

\* Molybdändisulfid