

Vorspannkraft und Anziehdrehmomente bei verschiedenen Reibungszahlen

Richtwerte für Gewindereibungszahl μ

Zur genauen Bestimmung der Vorspannkraft und des Anziehdrehmomentes ist die Kenntnis der Reibungszahl Voraussetzung. Es scheint allerdings unmöglich zu sein, für die Vielzahl der Oberflächen- und Schmierzustände gesicherte Werte für die Reibungszahlen und vor allem deren Streuungen anzugeben. Folgende Zustände beeinflussen die Reibungszahl: Die Oberflächen sowie die Beschaffenheit der zu verschraubenden Werkstoffe, die Art und Weise der Schmierung, der Gleitweg infolge der Nachgiebigkeit sowie die Anziehmethode, also Anzahl und die Geschwindigkeit der Anziehvorgänge und

schließlich der Anzugsweg – sogenannter harter oder weicher Schraubfall. Die Summe dieser Punkte stellt einen mehr oder weniger großen Unsicherheitsfaktor dar. Selbst DIN-gleiche Schrauben können sich, von unterschiedlichen Lieferanten geliefert, je nach Schraubenlos sowie durch Lagerhaltung und besonders durch Ölen oder Fetten bei der Montage erheblich in ihren Reibungszahlen unterscheiden. Bitte beachten Sie, dass ~ 80 bis 90 % des Anziehdrehmomentes bei den meisten Anziehverfahren zur Überwindung der Reibung in der Schraube aufgewendet werden.

Wichtiger Hinweis:

Aus diesem Grunde können lediglich Empfehlungen für die Wahl der Reibungszahl gegeben werden. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die folgende Tabelle nur Richtwerte enthält. Eine ausführliche Schraubenberechnung kann durch diese Tabelle nicht ersetzt werden! Das gilt insbesondere für Teile, die sicherheitsrelevant sind, behördlichen Vorschriften unterliegen oder Dichtungsaufgaben erfüllen. Die Tabelle sollte nur dann angewendet werden, wenn der Hersteller der Schrauben oder der zu verbindenden Elemente keine Angaben über die erforderlichen Anziehdrehmomente macht.

Richtwerte für Gewindereibungszahl μ 0,14

| M | Schachtschrauben mit metrischem ISO-Regelgewinde nach DIN 13 Teil 12 (Auswahl) | | | | | | | | | | | | mm | | | | |
|------|--|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--|------|--|
| | 4.6 | | | 5.6 | | | 6.8 | | | 8.8 | | | | 10.9 | | 12.9 | |
| | Vorspannkraft = F_{sp} | | | | | | Drehmoment = M_A | | | | | | | | | | |
| | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | | | |
| M2 | 338 | 0,13 | 422 | 0,163 | 675 | 0,261 | 901 | 0,348 | 1267 | 0,489 | 1520 | 0,587 | 4 | | | | |
| M2,5 | 563 | 0,269 | 703 | 0,336 | 1125 | 0,537 | 1500 | 0,716 | 2110 | 1,007 | 2532 | 1,209 | 5 | | | | |
| M3 | 845 | 0,48 | 1056 | 0,600 | 1689 | 0,961 | 2253 | 1,281 | 3168 | 1,801 | 3801 | 2,161 | 5,5 | | | | |
| M3,5 | 1133 | 0,754 | 1416 | 0,942 | 2266 | 1,507 | 3021 | 2,009 | 4248 | 2,826 | 5098 | 3,391 | 6 | | | | |
| M4 | 1463 | 1,115 | 1829 | 1,393 | 2927 | 2,229 | 3902 | 2,792 | 5487 | 4,180 | 6585 | 5,016 | 7 | | | | |
| M4,5 | 1901 | 1,621 | 2376 | 2,026 | 3801 | 3,242 | 5068 | 4,323 | 7127 | 6,079 | 8553 | 7,295 | 7 | | | | |
| M5 | 2395 | 2,261 | 2994 | 2,872 | 4790 | 4,523 | 6387 | 6,03 | 8982 | 8,480 | 10778 | 10,176 | 7 + 8 | | | | |
| M6 | 3379 | 3,843 | 4224 | 4,803 | 6758 | 7,685 | 9011 | 10,247 | 12671 | 14,410 | 15205 | 17,292 | 8 + 10 | | | | |
| M8 | 6202 | 9,349 | 7753 | 11,686 | 12404 | 18,698 | 16539 | 24,931 | 23258 | 35,059 | 27909 | 42,070 | 10 + 13 | | | | |
| M10 | 9876 | 18,54 | 12346 | 23,18 | 19752 | 37,09 | 26336 | 49,45 | 37034 | 69,54 | 44441 | 83,44 | 13 - 17 | | | | |
| M12 | 14400 | 32,37 | 18000 | 40,46 | 28801 | 64,74 | 38401 | 86,32 | 54001 | 121,38 | 64801 | 145,66 | 15 - 19 | | | | |
| M14 | 19775 | 51,77 | 24719 | 64,71 | 39551 | 103,54 | 52734 | 138,06 | 74158 | 194,14 | 88989 | 232,97 | 22 + 24 | | | | |
| M16 | 27221 | 80,62 | 34027 | 100,77 | 54443 | 161,24 | 72591 | 214,98 | 102080 | 302,32 | 122497 | 362,78 | 21 + 24 | | | | |
| M18 | 33078 | 111,09 | 41347 | 138,86 | 66155 | 222,17 | 88207 | 296,23 | 124041 | 416,58 | 148850 | 499,89 | 27 | | | | |
| M20 | 42534 | 157,46 | 53167 | 196,82 | 85067 | 314,91 | 113423 | 419,88 | 159501 | 590,46 | 191401 | 708,55 | 27 - 34 | | | | |
| M22 | 53175 | 215,1 | 66469 | 268,9 | 106350 | 430,2 | 141800 | 573,7 | 199406 | 806,7 | 239288 | 968 | 32 - 41 | | | | |
| M24 | 61248 | 272,1 | 76560 | 340,1 | 122497 | 544,2 | 163329 | 725,6 | 229681 | 1020,3 | 275617 | 1224,4 | 36 + 41 | | | | |
| M27 | 80670 | 399,9 | 100837 | 499,9 | 161339 | 799,9 | 215119 | 1066,5 | 302512 | 1499,7 | 363014 | 1799,7 | 41 + 46 | | | | |
| M30 | 98027 | 541,7 | 122633 | 677,2 | 196054 | 1083,4 | 261405 | 1444,6 | 367600 | 2031,5 | 441120 | 2437,7 | 46 + 50 | | | | |
| M33 | 122241 | 738,5 | 152801 | 923,2 | 244482 | 1477,1 | 325976 | 1969,4 | 458404 | 2769,5 | 550084 | 3323,4 | 50 + 55 | | | | |
| M36 | 143413 | 948 | 179266 | 1185 | 286826 | 1896 | 382434 | 2528 | 537798 | 3555 | 645358 | 4265,9 | 55 + 60 | | | | |
| M39 | 172420 | 1229 | 215525 | 1536 | 344839 | 2457 | 459786 | 3276 | 646574 | 4607 | 775888 | 5529 | 60 + 65 | | | | |
| M42 | 197407 | 1519 | 246758 | 1899 | 394813 | 3038 | 526417 | 4050 | 740275 | 5696 | 888329 | 6835 | 65 | | | | |
| M45 | 231206 | 1898 | 289007 | 2373 | 462412 | 3796 | 616549 | 5062 | 867022 | 7118 | 1040426 | 8541 | 70 | | | | |
| M48 | 280008 | 2282 | 325010 | 2853 | 520015 | 4565 | 693354 | 6086 | 975029 | 8559 | 1170035 | 10271 | 75 | | | | |
| M52 | 312056 | 2954 | 390070 | 3692 | 624112 | 5907 | 832149 | 7876 | 1170209 | 11076 | 1404251 | 13292 | 80 | | | | |
| M56 | 359843 | 3672 | 449804 | 4591 | 719689 | 7345 | 959581 | 9793 | 1349411 | 13772 | 1619293 | 16526 | 85 | | | | |
| M60 | 420651 | 4682 | 525813 | 5728 | 841301 | 9164 | 1121735 | 12219 | 1577440 | 17183 | 1892928 | 20619 | 90 | | | | |
| M64 | 475860 | 5536 | 594825 | 6920 | 951720 | 11071 | 1268960 | 14762 | 1784476 | 20759 | 2141371 | 24911 | 95 | | | | |
| M68 | 545427 | 6720 | 681784 | 8400 | 1090855 | 13440 | 1454473 | 17919 | 2045353 | 25199 | 2454423 | 30239 | 100 | | | | |

| Schachtschrauben mit metrischem ISO-Feingewinde nach DIN 13 Teil 12 (Auswahl) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m | F_{sp} N | M_A N·m |
| M8 x 1 | 6805 | 10,09 | 8507 | 12,6 | 13611 | 20,15 | 18148 | 26,87 | 25520 | 37,79 | 30624 | 45,35 | 10 + 13 | |
| M10 x 1 | 11418 | 20,83 | 14272 | 26,04 | 22835 | 41,66 | 30447 | 55,55 | 42816 | 78,11 | 51379 | 93,73 | 13 - 17 | |
| M12 x 1,5 | 15312 | 34,01 | 19140 | 42,51 | 30624 | 68,02 | 40832 | 90,69 | 57420 | 127,54 | 68904 | 153,05 | 16 - 19 | |
| M14 x 1,5 | 21934 | 56,25 | 27418 | 70,32 | 43868 | 112,51 | 58491 | 150,01 | 82253 | 210,96 | 98703 | 253,15 | 22 + 24 | |
| M16 x 1,5 | 29741 | 96,5 | 37177 | 108,12 | 59483 | 172,99 | 79310 | 230,66 | 111530 | 324,36 | 133836 | 389,23 | 21 + 24 | |
| M18 x 1,5 | 38733 | 129,95 | 48417 | 157,44 | 77467 | 251,91 | 103289 | 335,88 | 145250 | 472,33 | 174300 | 566,8 | 27 | |
| M20 x 1,5 | 48910 | 175,9 | 61138 | 219,8 | 97820 | 351,7 | 130427 | 468,9 | 183413 | 659,4 | 220096 | 791,3 | 27 - 34 | |
| M22 x 1,5 | 60272 | 237,4 | 75340 | 296,8 | 120543 | 474,8 | 160724 | 633,1 | 226019 | 890,3 | 271223 | 1068,3 | 32 - 41 | |
| M24 x 1,5 | 72818 | 311,8 | 91022 | 389,8 | 145635 | 623,7 | 194180 | 831,6 | 273066 | 1169,4 | 327680 | 1403,3 | 38 + 41 | |

μ_{ges} = mittlere Reibungszahl für Gewinde und Kopfauflage
 P = Steigung des Gewindes
 F_{sp} = axiale Vorspannkraft in der Schraube bei 90%iger Ausnutzung der Schraubenstreckgrenze (nach der Gestaltänderungsenergie-Hypothese ermittelt)
 M_A = Anziehdrehmoment bei der Montage

Wichtiger Hinweis: Bitte lesen Sie unbedingt unsere Ausführungen zu den Richtwerten der Gewindereibungszahlen weiter oben. Die oben genannten Tabellenwerte unter Berücksichtigung der Reibungszahlen gelten nur für Schachtschrauben (Dehnschrauben erfordern in der Regel geringere Anzugswerte). Der wirksame Reibungsdurchmesser in der Schraubenkopfauflage wurde mit 1,3 x Gewindeaußendurchmesser festgelegt. Daher kann eine Anwendung nur bei üblichen Schachtschrauben, in der Regel Sechskant- und Zylinderkopfschrauben erfolgen (z. B. DIN EN ISO 4014; 4017; 4762; DIN 7984). Beim Einsatz von Schrauben mit hoher Festigkeit (8.8 bis 12.9) und verspannten Teilen aus „weichen“ Werkstoffen ist eine Überprüfung der Grenzflächenpressung unter dem Schraubenkopf dringend anzuraten.

- 1) Alle mittels verschiedener Härteprüfverfahren an verschiedenen Werkstoffen ermittelten Härtewerte sind nur annähernd vergleichbar.
- 2) Die auf eine Dezimale angegebenen Rockwellwerte dienen nur der Interpolation und sind im Endergebnis auf ganze Zahlen zu runden.

Vergleichstabelle der Vickers-Brinell-Rockwell-Härte und Zugfestigkeit 1)

| Vickers-härte | Brinell-härte | Rockwell-härte ²⁾ | | Zugfestigkeit | Vickers-härte | Brinell-härte | Rockwell-härte ²⁾ | | Zugfestigkeit | Vickers-härte | Brinell-härte | Rockwell-härte ²⁾ | | Zugfestigkeit |
|---------------|---------------|------------------------------|------|---------------------------------|---------------|---------------|------------------------------|------|---------------------------------|---------------|---------------|------------------------------|------|---------------------------------|
| HV 30 | HB 30 | HRB | HRC | σ_B N/mm ² | HV 30 | HB 30 | HRB | HRC | σ_B N/mm ² | HV 30 | HB 30 | HRB | HRC | σ_B N/mm ² |
| 85 | 80,7 | 36,4 | - | 270 | 245 | 245 | - | 22,1 | 820 | 520 | - | - | 49,7 | (1660) |
| 85 | 85 | 42,4 | - | 290 | 250 | 250 | - | 23 | 830 | 530 | - | - | 50,4 | (1690) |
| 90 | 90 | 47,4 | - | 310 | 255 | 255 | - | 23,8 | 850 | 540 | - | - | 51 | (1710) |
| 95 | 95 | 52 | - | 320 | 260 | 260 | - | 24,6 | 870 | 550 | - | - | 51,6 | (1740) |
| 100 | 100 | 56,4 | - | 340 | 265 | 265 | - | 25,4 | 880 | 560 | - | - | 52,5 | (1770) |
| 105 | 105 | 60 | - | 360 | 280 | 266 | - | 27,1 | 900 | 570 | - | - | 52,8 | (1790) |
| 110 | 110 | 63,4 | - | 380 | 275 | 275 | - | 26,9 | 920 | 580 | - | - | 53,3 | (1820) |
| 115 | 115 | 66,4 | - | 390 | 280 | 280 | - | 27,6 | 940 | 590 | - | - | 53,9 | (1850) |
| 120 | 120 | 69,4 | - | 410 | 285 | 285 | - | 28,3 | 950 | 600 | - | - | 54,4 | (1870) |
| 125 | 125 | 72 | - | 420 | 290 | 290 | - | 29 | 970 | 610 | - | - | 55 | (1900) |
| 130 | 130 | 74,4 | - | 440 | 295 | 295 | - | 29,6 | 990 | 620 | - | - | 55,5 | (1930) |
| 135 | 135 | 76,4 | - | 460 | 300 | 300 | - | 30,3 | 1010 | 630 | - | - | 56 | (1950) |
| 140 | 140 | 78,4 | - | 470 | 310 | 310 | - | 31,5 | 1040 | 640 | - | - | 56,5 | (1980) |
| 145 | 145 | 80,4 | - | 490 | 320 | 320 | - | 32,7 | 1080 | 650 | - | - | 57 | (2000) |
| 150 | 150 | 82,2 | - | 500 | 330 | 330 | - | 33,8 | 1110 | 660 | - | - | 57,5 | (2030) |
| 155 | 155 | 83,8 | - | 520 | 340 | 340 | - | 34,9 | 1140 | 670 | - | - | 58 | (2050) |
| 160 | 160 | 85,4 | - | 540 | 350 | 350 | - | 36 | 1170 | 680 | - | - | 58,5 | (2080) |
| 165 | 165 | 86,8 | - | 550 | 360 | 359 | - | 37 | 1200 | 690 | - | - | 59 | (2110) |
| 170 | 170 | 88,2 | - | 570 | 370 | 368 | - | 38 | 1230 | 700 | - | - | 59,5 | (2130) |
| 175 | 175 | 89,6 | - | 590 | 380 | 376 | - | 38,9 | 1260 | 720 | - | - | 60,4 | (2170) |
| 180 | 180 | 90,8 | - | 600 | 390 | 385 | - | 39,8 | 1290 | 740 | - | - | 61,2 | (2220) |
| 185 | 185 | 91,8 | - | 620 | 400 | 392 | - | 40,7 | 1320 | 760 | - | - | 62 | (2260) |
| 200 | 190 | 91,5 | - | 640 | 410 | 400 | - | 41,5 | 1350 | 800 | - | - | 62,8 | (2300) |
| 195 | 195 | 94 | - | 660 | 420 | 408 | - | 42,4 | 1380 | 780 | - | - | 63,6 | - |
| 200 | 200 | 95 | - | 670 | 430 | 415 | - | 43,2 | 1410 | 820 | - | - | 64,3 | - |
| 205 | 205 | 95,8 | - | 680 | 440 | 423 | - | 44 | 1430 | 840 | - | - | 65 | - |
| 210 | 210 | 96,6 | - | 710 | 450 | 430 | - | 44,8 | 1460 | 860 | - | - | 65,7 | - |
| 225 | 214 | 96,6 | - | 720 | 460 | - | - | 45,6 | (1490) | 880 | - | - | 66,3 | - |
| 220 | 220 | 98,2 | - | 730 | 470 | - | - | 46,3 | (1520) | 900 | - | - | 66,9 | - |
| 225 | 225 | 99 | - | 750 | 480 | - | - | 47 | (1550) | 920 | - | - | 67,5 | - |
| 230 | 230 | - | 19,2 | 760 | 490 | - | - | 47,7 | (1580) | 940 | - | - | 68 | - |
| 235 | 235 | - | 20,2 | 780 | 500 | - | - | 48,3 | (1600) | - | - | - | - | - |
| 240 | 240 | - | 21,2 | 800 | 510 | - | - | 49,1 | (1630) | - | - | - | - | - |