

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 Öl 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		mm		
	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	F_{sp} N	M_A N·m
M 2	338	0,13	422	0,163	675	0,261	901	0,348	1267	0,489	1520	0,587	4		
M 2,5	563	0,269	703	0,336	1125	0,537	1500	0,716	2110	1,007	2532	1,209	5		
M 3	845	0,48	1056	0,600	1689	0,961	2253	1,281	3168	1,801	3801	2,161	5,5		
M 3,5	1133	0,754	1416	0,942	2266	1,507	3021	2,009	4248	2,826	5098	3,391	6		
M 4	1463	1,115	1829	1,393	2927	2,229	3902	2,972	5487	4,180	6585	5,016	7		
M 4,5	1901	1,621	2376	2,026	3801	3,242	5068	4,323	7127	6,079	8553	7,295	7		
M 5	2395	2,261	2994	2,827	4790	4,523	6387	6,03	8982	8,480	10778	10,176	7 + 8		
M 6	3379	3,843	4224	4,803	6758	7,685	9011	10,247	12671	14,410	15205	17,292	8 + 10		
M 8	6202	9,349	7753	11,686	12404	18,698	16539	24,931	23258	35,059	27909	42,070	10 + 13		
M 10	9876	18,54	12345	23,18	19752	37,09	26336	49,45	37034	69,54	44441	83,44	13 - 17		
M 12	14400	32,37	18000	40,46	28801	64,74	38401	86,32	54001	121,38	64801	145,66	15 - 19		
M 14	19775	51,77	24719	64,71	39551	103,54	52734	138,06	74158	194,14	88989	232,97	22 + 24		
M 16	27221	80,62	34027	100,77	54443	161,24	72591	214,98	102080	302,32	122497	362,78	21 + 24		
M 18	33078	111,09	41347	138,86	66155	222,17	88207	296,23	124041	416,58	148850	499,89	27		
M 20	42534	157,46	53167	196,82	85067	314,91	113423	419,88	159501	590,46	191401	708,55	27 - 34		
M 22	53175	215,1	66469	268,9	106350	430,2	141800	573,7	199406	806,7	239288	968	32 - 41		
M 24	61248	272,1	76560	340,1	122497	544,2	163329	725,6	229681	1020,3	275617	1224,4	36 + 41		
M 27	80670	399,9	100837	499,9	161339	799,9	215119	1066,5	302512	1499,7	363014	1799,7	41 + 46		
M 30	98027	541,7	125333	677,2	196054	1083,4	261405	1444,6	367600	2031,5	441120	2437,7	46 + 50		
M 33	122241	738,5	152801	923,2	244482	1477,1	325976	1969,4	458404	2769,5	550084	3323,4	50 + 55		
M 36	143413	948	179266	1185	286826	1896	382434	2528	537798	3555	645588	4265,9	55 + 60		
M 39	172420	1229	215525	1536	344839	2457	459786	3276	646574	4607	775888	5529	60 + 65		
M 42	197407	1519	246758	1899	394813	3038	526417	4050	740275	5696	888329	6835	65		
M 45	231206	1898	289007	2373	462412	3796	616549	5062	867022	7118	1040426	8541	70		
M 48	280008	2282	325010	2853	520015	4565	693354	6086	975029	8559	1170035	10271	75		
M 52	312056	2954	390070	3692	624112	5907	832149	7876	1170209	11076	1404251	13292	80		
M 56	359843	3672	449804	4591	719689	7345	959581	9793	1349411	13772	1619293	16526	85		
M 60	420651	4582	525813	5728	841301	9164	1121735	12219	1577440	17183	1892928	20619	90		
M 64	475860	5536	594825	6920	951720	11071	1268960	14762	1784476	20759	2141371	24911	95		
M 68	545427	6720	681784	8400	1090855	13440	1454473	17919	2045353	25199	2454423	30239	100		
Schachtschrauben mit metrischem ISO-Feingewinde nach DIN 13 Teil 12 (Auswahl)															
M 8 x 1	6805	10,08	8507	12,6	13611	20,15	18148	26,87	25520	37,79	30624	45,35	10 + 13		
M 10 x 1	11418	20,83	14272	26,04	22835	41,66	30447	55,55	42816	78,11	51379	93,73	13 - 17		
M 12 x 1,5	15312	34,01	19140	42,51	30624	68,02	40832	90,69	57420	127,54	68904	153,05	15 - 19		
M 14 x 1,5	21934	56,25	27418	70,32	43868	112,51	58491	150,01	82253	210,96	98703	253,15	22 + 24		
M 16 x 1,5	29741	86,5	37177	108,12	59483	172,99	79310	230,66	111530	324,36	133836	389,23	21 + 24		
M 18 x 1,5	38733	125,95	48417	157,44	77467	251,91	103289	335,88	145250	472,33	174300	566,8	27		
M 20 x 1,5	48910	175,9	61138	219,8	97820	351,7	130427	468,9	183413	659,4	220096	791,3	27 - 34		
M 22 x 1,5	60272	237,4	75340	296,8	120543	474,8	160724	633,1	226019	890,3	271223	1068,3	32 - 41		
M 24 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 Interpretation 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
HV 30	HB 30	HRB	HRC	σ_B N/mm ²
85	80,7	36,4	-	270
85	85	42,4	-	290
90	90	47,4	-	310
95	95	52	-	320
100	100	56,4	-	340
105	105	60	-	360
110	110	63,4	-	380
115	115	66,4	-	390
120	120	69,4	-	410
125	125	72	-	420
130	130	74,4	-	440
135	135	76,4	-	460
140	140	78,4	-	470
145	145	80,4	-	490
150	150	82,2	-	500
155	155	83,8	-	520
160	160	85,4	-	540
165	165	86,8	-	550
170	170	88,2	-	570
175	175	89,6	-	590
180	180	90,8	-	600
185	185	91,8	-	620
200	190	91,5	-	640
195	195	94	-	660
200	200	95	-	670
205	205	95,8	-	680
210	210	96,6	-	710
225	214	96,6	-	720
220	220	98,2	-	730
225	225	99	-	750
230	230	-	19,2	760
235	235	-	20,2	780
240	240	-	21,2	800
245	245	-	-	820
250	250	-	22,1	830
255	255	-	23,8	850
260	260	-	24,6	870
265	265	-	25,4	880
280	266	-	27,1	900
275	275	-	26,9	920
280	280	-	27,6	940
285	285	-	28,3	950
290	290	-	29	970
295	295	-	29,6	990
300	300	-	30,3	1010
310	310	-	31,5	1040
320	320	-	32,7	1080
330	330	-	33,8	1110
340	340	-	34,9	1140
350	350	-	36	1170
360	359	-	37	1200
370	368	-	38	1230
380	376	-	38,9	1260
390	385	-	39,8	1290
400	392	-	40,7	1320
410	400	-	41,5	1350
420	408	-	42,4	1380
430	415	-	43,2	1410
440	423	-	44	1430
450	430	-	44,8	1460
460	-	-	45,6	(1490)
470	-	-	46,3	(1520)
480	-	-	47	(1550)
490	-	-	47,7	(1580)
500	-	-	48,3	(1600)
510	-	-	49,1	(1630)
520	-	-	-	820
530	-	-	-	830
540	-	-	-	850
550	-	-	-	870
560	-	-	-	880
570	-	-	-	900
580	-	-	-	920
590	-	-	-	940
600	-	-	-	950
610	-	-	-	970
620	-	-	-	990
630	-	-	-	1010
640	-	-	-	1040
650	-	-	-	1080
660	-	-	-	1110
670	-	-	-	1140
680	-	-	-	1170
690	-	-	-	1200
700	-	-	-	1230
720	-	-	-	1260
740	-	-	-	1290
760	-	-	-	1320
780	-	-	-	1350
800	-	-	-	1380
820	-	-	-	1410
840	-	-	-	1430
860	-	-	-	1460
880	-	-	-	(1490)
900	-	-	-	(1520)
920	-	-	-	(1550)
940	-	-	-	(1580)
520	-	-	-	49,7
530	-	-	-	50,4
540	-	-	-	51
550	-	-	-	51,6
560	-	-	-	52,2
570	-	-	-	52,8
580	-	-	-	53,3
590	-	-	-	53,9
600	-	-	-	54,4
610	-	-	-	55
620	-	-	-	55,5
630	-	-	-	56
640	-	-	-	56,5
650	-	-	-	57
660	-	-	-	57,5
670	-	-	-	58
680	-	-	-	58,5
690	-	-		

Anzugswerte/Prüfdrehmomente

Unverbindliche Schrauben-Anzugsdrehmomente N•m (Newton Meter)

Diese Drehmomente sind Richtwerte für metrische Regelgewinde nach DIN 13 und Kopfaufgemaße nach DIN 912, 931, 934, 6912, 7984 und 7990. Sie ergeben eine Ausnutzung der Schrauben-Streckgrenze von 90 %. Es wurde eine Reibungszahl 0,14 (neue Schraube, ohne Nachbehandlung, ungeschmiert) zugrunde gelegt.

Bitte beachten: Im Extremfall, z. B. bei Schrauben, die mit MOS₂-Paste geschmiert wurden und bei beidseitig verkadmerten Verbindungselementen sollte der Anzugswert um ca. 20 % reduziert werden.

M	Anzugswerte für Güteklasse nach DIN 267					
	4.6	5.6	6.9	8.8	10.9	12.9
M 2	0,123	0,162	0,314	0,373	0,520	0,628
M 2,3*	0,196	0,265	0,51	0,598	0,843	1,01
M 2,6*	0,284	0,373	0,726	0,863	1,206	1,451
M 3	0,441	0,588	1,128	1,344	1,883	2,256
(M 3,5)	0,677	0,902	1,736	2,06	2,893	3,481
M 4	1	1,344	2,599	3,04	4,315	5,148
M 5	1,916	2,648	5,099	6,031	8,483	10,2
M 6	3,432	4,511	8,728	10,3	14,71	17,652
(M 7)	5,59	7,453	14,22	17,162	24,517	28,439
M 8	8,238	10,787	21,575	25,497	35,304	42,168
M 10	16,67	21,575	42,168	50,014	70,608	85,317
M 12	28,44	38,246	73,55	87,279	122,6	147,1
(M 14)	45,11	60,801	116,7	138,3	194,2	235,4
M 16	69,63	93,163	178,5	210,8	299,1	357,9
(M 18)	95,12	127,5	245,2	289,3	411,9	490,3
(M 20)	135,3	180,45	384,1	411,9	578,6	696,3
(M 22)	182,4	245,16	470,7	559	784	941,4
M 24	230,5	308,91	598,2	711	1000	1196
(M 27)	343,2	460,9	887,5	1049	1481	1775
M 30	465,8	622,72	1206	1422	2010	2403
(M 33)	632,5	848,3	1628	1932	2716	3266
M 36	814	1089	2099	2481	3491	4197
(M 39)	1059	1412	2716	3226	4531	5443
M 42	1304	1746	3364	3991	5609	6727
(M 45)	1638	2177	4207	4992	7012	8414
M 48	1981	2638	5080	6021	8473	10150
(M 52)	2540	3393	6541	7747	10885	13092
M 56	3168	4227	8149	9650	13582	16279
(M 60)	3932	5247	10101	11964	16867	20202
M 64	4737	6306	12160	14416	20300	24320

Schraubenschlüssel-Prüfdrehmomente nach DIN 899 (Mindest-Garantiewerte)

N•m (1 kpm ≈ 10 N•m)

mm	Bei Innenvierkant nach DIN 3120										
	6,3	10	12,5	20	25						
4											
4,5											
5											
5,5											
6	17,6	7,4	5,92		17,6	2,96	20,6	23,2			
7	25,2	11,4	9,12		25,2	4,56	26,8	33,2			
8	34,5	16,6	13,3		34,5	6,65	33,6	45,5	94,1		
9	45,5	23	18,4		45,5	9,2	41,1	59,9	119,2		
10	58,1	31	24,8	58,1	58,1	12,4	49,1	76,7	147		
11	72,7	40,4	32,3	72,7	72,7	16,1	57,8	96	178		
12	89,1	51,5	41,2	89,1	89,1	20,6	67,0	118	212		
13	107	64,5	51,6	107	107	25,8	68,6	141	249		
14	128	79,4	63,5	128	128	31,7	68,6	169	288		
15	150	96,2	77	150	150	38,5		198	331		
16	175	115	92,3	175	175	46,1		225	377		
17	201	134	107	201	201	53,5		225	425		
18	230	160	128	230	230	64		225	477		
19	261	186	149	261	261	74,5		225	531	569	
20	294	215	172	294	294	86		225	569	-	
21	330	247	198	330	330	99		225	569	-	
22	368	281	225	368	368	112		225	569	569	
23	408	319	255	408	408	127		569	569	569	
24	451	359	287	451	451	143		569	569	569	
25	496	402	322	496	496	161		569	583		
26	544	449	359	544	544	179		569	624		
27	594	499	399	594	594	199		569	665		
28	647	552	442	647	647	221		569	707		
30	760	670	536	760	760	268		569	795		
32	884	804	643	884	884	321		569	888		
34	1019	951	761	1019	1019	381		569	984		
36	1165	1117	894	1165	1165	447			1084	1677	
41	1579	1442	1154	1579	1579	577			1353	1910	
46	2067	1816	1453	2067	2067	726			1569	2143	
50	2512	2145	1716	2512	2512	858			1569	2329	
55	3140		2077	3140	3140	1038			1569	2562	
60	3849		2471	3849		1235			1569	2795	
65	4021			4021		1422				2795	
70	4658			4658		1618				2795	
75	5394					1765				2795	
80	6178					1912				2795	
85	6963					2059					
90	7845					-					
95	8336					-					

Die übereinstimmenden Prüfdrehmomente ergeben sich aus der theoretischen Belastbarkeit des Verbindungs-Vierkants.

Bitte beachten:
Steckschlüssel-Einsätze für Handanzug sind für den Betrieb auf Schlag-schrauben ungeeignet und bringen Unfallgefahr.

* Diese Größen sind in der DIN ISO 272 nicht enthalten und deshalb zu vermeiden, möglichst auch die eingeklammerten Größen.

Anmerkung:
Zuordnung der Schlüsselweiten zu den Gewindedurchmessern aufgrund der verschiedenen Normen siehe Seite 10/87.
Zur Spalte „Schraubenschlüssel-Prüfdrehmomente nach DIN 899“ wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich um Mindest-Garantiewerte handelt.

Schrauben ab M 39 in den Güten 4.6, 5.6, 6.9, 8.8, 10.9 und 12.9 sind nicht genormt.

