

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

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)	-	-	-	-	-