



1

Um die Dauerhaltbarkeit einer Schraubenverbindung zu gewährleisten, muss die Vorspannkraft möglichst genau bestimmt werden. Die Vorspannkraft von Schraubenverbindung wird durch folgende Faktoren beeinflusst.

- die Reibungsverhältnisse in den sich relativ zueinander bewegenden Kontaktflächen (Gewinde und Auflage)
- die geometrische Form der Verbindung (Schraube, Mutter, verspannte Teile)
- die Festigkeit der Verbindung
- das Anziehverfahren
- das Anziehgerät



2



3



4



5

Anziehdrehmomente

In der nachfolgenden Tabelle sind Anziehdrehmomente für Schraubverbindungen aus vergütetem Stahl aufgeführt. Die berechneten Drehmomente sind jedoch nicht exakt in Vorspannkraft umzusetzen, da insbesondere die tatsächliche Reibung von den angenommenen Werten abweichen kann. Um solche Streuungen möglichst einzuengen, wird in drei Reibwerte unterschieden:



6



7



8

Reibwert $\mu = 0,14$ bei Montage von handelsüblichen Schrauben und Muttern ohne Schmier-
ung

Reibwert $\mu=0,125$ für geölte oder gefettete Kontaktflächen



9

Reibwert $\mu=0,10$ für MoS₂ oder ähnlichen Stoffen behaftete Kontaktflächen

(Kontaktflächen = Gewindeflanken und Kopf-
bzw. Mutterauflage)

Fehler beim Abschätzen der Reibungszahlen, Streuungen der Reibungszahlen, unterschiedliche Anziehverfahren sowie Geräte-, Bedienungs- und Ablesefehler führen zu einer mehr oder weniger großen Streuung der Montagevorspannkraft.

Das Anziehen nach Gefühl sollte generell nicht angewendet werden! Erfahrungswerte haben gezeigt das Schrauben bis M12 meistens über die Streckgrenze angezogen sind, Schrauben über M14 meist zu niedrig angezogen.

Zur exakten Bestimmung der Vorspannkraft bzw. des Anziehmoments ist die Kenntnis über den vorhandenen Reibungskoeffizienten Voraussetzung. Die Angaben enthalten lediglich unverbindliche Richtwerte. Eine ausführliche Schraubenberechnung kann durch diese Werte nicht ersetzt werden. Das gilt insbesondere für Teile, die sicherheitsrelevant sind, behördlichen Vorschriften unterliegen oder Dichtungsaufgaben erfüllen. Es kann keine Gewähr für diese Werte abgegeben werden.

Die Reibwerte bei Verbindungselementen aus nicht rostendem Stahl sind wesentlich größer als bei Stahlschrauben. Desweiteren hat der Reibwert eine wesentlich größere Streuung (über 100% möglich!). Bei Bestimmung des richtigen Drehmomentes sind Versuche unter Realbedingungen empfohlen.

Durch den Einsatz von Schmiermittel lässt sich die Reibungszahl verringern, die Problematik des großen Streubereichs bleibt jedoch erhalten.

Richtwerte für die Ermittlung der Reibungszahl entnehmen sie bitte aus der Nachfolgenden Tabelle.

Schrauben aus	Mutter aus	Schmiermittel		Nachgiebigkeit der Verbindung	Reibungszahl	
		im Gewinde	unter Kopf		im Gewinde μ_G	unter Kopf μ_K
A2	A2	ohne	ohne	sehr groß	0,26 bis 0,50	0,35 bis 0,50
		Spezialschmiermittel (Molykote)			0,12 bis 0,23	0,08 bis 0,12
		Korrosionsschutzfett			0,26 bis 0,45	0,25 bis 0,35
		ohne	ohne	klein	0,23 bis 0,35	0,12 bis 0,16
		Spezialschmiermittel (Molykote)			0,10 bis 0,16	0,08 bis 0,12

Hinweis:

Verbindungselemente aus austenitischen Werkstoffen neigen bei der Montage zum kaltverschweißen „fressen“. Folgende Maßnahmen wirken dem entgegen:

- glatte, saubere Gewinde
- (gerollte Gewinde)
- Schmiermittel
- niedrige Umdrehungszahl des Schraubers, zügiges Anziehen ohne Unterbrechung.



Anziehdrehmomente¹⁾ - Stahl -
bei Ausnutzung der Streckgrenze $R_{p0,2}$ von 90%



Gewinde	Reibwert $\mu_{ges}^{2)}$	Festigkeitsklasse [Ncm]							
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	8.8	10.9	12.9
M 1,6	0,100	4,5	5	6,5	8,5	15	21	25	
	0,125	5	5,5	7,5	9,5	17	24	29	
	0,140	6,5	6	8	10	18	25	30	
M 1,8	0,100	5,5	6	8	10	18,5	26	32	
	0,125	6,5	7	9,5	11,5	21	30	36	
	0,140	7	7,5	10	12,5	23	32	38	
M 2	0,100	9,5	10,5	13,5	17	31	44	52	
	0,125	11,5	12	15,5	19	35	50	60	
	0,140	12	13	16,5	21,5	38	63	64	
M 2,5	0,100	20	21	28	36	63	89	107	
	0,125	23	25	32	39	73	102	123	
	0,140	25	27	34	43	78	109	131	
M 3	0,100	35	38	49	63	111	157	188	
	0,125	42	44	56	72	128	180	215	
	0,140	44	47	60	78	137	192	230	
M 3,5	0,100	54	59	75	96	171	240	290	
	0,125	63	68	86	110	196	275	330	
	0,140	67	73	92	119	210	295	395	
M 4	0,100	82	88	112	144	255	360	430	
	0,125	94	102	128	166	290	410	495	
	0,140	100	108	137	177	310	440	525	
M 5	0,100	160	170	220	280	500	705	845	
	0,125	180	200	250	320	575	810	970	
	0,140	190	210	270	340	615	865	1040	
		Festigkeitsklasse [Nm]							
M 6	0,100	2,8	3	3,8	4,8	8,6	12	14,5	
	0,125	3,2	3,4	4,3	5,6	9,9	14	16,5	
	0,140	3,5	3,7	4,6	6	10,5	15	18	
M 8	0,100	6,8	7,2	9,1	11,7	21	29	35	
	0,125	7,9	8,3	10,5	13,6	24	34	40	
	0,140	8,4	8,9	11	14,5	26	36	43	
M 10	0,100	13,5	14,4	18	23,4	42	58	70	
	0,125	15,5	16,6	21	27	48	67	81	
	0,140	17	18	22	29	51	72	87	
M 12	0,100	24	25	33	41	72	101	121	
	0,125	27	29	36	47	83	117	140	
	0,140	29	31	39	50	89	125	150	

Montage

Anziehdrehmomente¹⁾ - Stahl -
bei Ausnutzung der Streckgrenze $R_{p0,2}$ von 90%

Gewinde	Reibwert $\mu_{ges}^{2)}$	Festigkeitsklasse [Nm]							
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	8.8	10.9	12.9
M 14	0,100	37	40	50	47	114	160	193	
	0,125	43	46	58	74	132	185	220	
	0,140	46	50	62	81	141	198	240	
M 16	0,100	57	60	76	98	174	245	295	
	0,125	66	70	88	115	200	285	340	
	0,140	71	76	95	124	215	305	365	
M 18	0,100	79	83	105	135	240	340	405	
	0,125	91	95	121	155	275	390	470	
	0,140	97	105	130	171	295	420	500	
M 20	0,100	111	120	148	195	340	475	570	
	0,125	128	135	170	219	390	550	660	
	0,140	138	146	184	238	420	590	710	
M 22	0,100	149	160	199	260	455	640	765	
	0,125	173	183	230	298	530	745	890	
	0,140	186	198	250	322	570	800	960	
M 24	0,100	191	203	255	330	580	820	980	
	0,125	220	235	295	382	675	950	1140	
	0,140	235	251	315	408	725	1020	1220	
M 27	0,100	280	300	375	488	855	1210	1450	
	0,125	325	348	435	566	995	1400	1680	
	0,140	350	376	470	610	1070	1510	1810	
M 30	0,100	380	405	510	658	1160	1640	1970	
	0,125	445	470	590	763	1350	1900	2280	
	0,140	475	504	635	818	1450	2050	2450	
M 33	0,100	515	552	590	898	1570	2210	2650	
	0,125	600	645	800	1045	1830	2580	3090	
	0,140	645	685	865	1110	1970	2770	3330	
M 36	0,100	665	705	885	1145	2030	2850	3420	
	0,125	775	825	1030	1340	2360	3310	3980	
	0,140	830	885	1111	1435	2530	3560	4280	
M 39	0,100	860	920	1150	1495	2620	3680	4420	
	0,125	1000	1075	1340	1750	3050	4290	5150	
	0,140	1080	1155	1440	1880	3290	4620	5550	



¹⁾ gültig für DIN 931/933 und 912 in Verbindung mit der dazugehörenden Mutter nach DIN 934. Für DIN 7991, DIN 6912, DIN 7984; ISO 7380, sind die Werte auf 80% zu reduzieren.

²⁾ für Schrauben und Muttern in handelsüblicher Ausführung kann ein Reibwert μ_{ges} von 0,14 angenommen werden.

Anziehdrehmomente¹⁾ - nicht rostender Stahl -
bei Ausnutzung der Streckgrenze $R_{p0,2}$ von 90%



	Reibwert μ_{ges}	Vorspannkraft F_M [kN]			Anziehdrehmoment M_A [Nm]		
		Festigkeitsklasse			Festigkeitsklasse		
		50	70	80	50	70	80
M1,6	0,1	0,4	0,55	0,6	0,1	0,1	0,2
	0,2	0,3	0,35	0,4	0,1	0,2	0,35
	0,3	0,2	0,3	0,35	0,2	0,25	0,45
M2	0,1	0,5	0,6	0,8	0,15	0,2	0,3
	0,2	0,4	0,5	0,6	0,25	0,3	0,4
	0,3	0,25	0,35	0,4	0,4	0,4	0,55
M2,5	0,1	0,65	0,9	1	0,25	0,45	0,6
	0,2	0,4	0,5	0,85	0,25	0,6	0,65
	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,75	0,8
M3	0,1	0,9	1	1,2	0,7	1	1,3
	0,2	0,6	0,65	0,95	1	1,1	1,6
	0,3	0,4	0,45	0,7	1,25	1,35	1,85
M4	0,1	1,08	2,94	3,96	0,8	1,7	2,3
	0,2	1,12	2,4	3,2	1,3	2,6	3,5
	0,3	0,9	1,94	2,59	1,5	3	4,1
M5	0,1	2,26	4,85	6,47	1,6	3,4	4,6
	0,2	1,86	3,93	5,24	2,4	5,1	6,9
	0,3	1,49	3,19	4,25	2,8	6,1	8
M6	0,1	3,2	6,85	9,13	2,8	5,9	8
	0,2	2,59	5,54	7,39	4,1	8,8	11,8
	0,3	2,08	4,49	5,98	4,8	10,4	13,9
M8	0,1	5,86	12,6	16,7	6,8	14,5	19,3
	0,2	4,75	10,2	13,6	10,1	21,4	28,7
	0,3	3,85	8,85	11	11,9	25,5	33,9
M10	0,1	9,32	20	26,6	13,7	30	39,4
	0,2	7,58	16,2	21,7	20,3	44	58
	0,3	6,14	13,1	17,5	24	51	69
M12	0,1	13,6	29,1	38,8	23,3	50	67
	0,2	11,1	23,7	31,6	34	74	100
	0,3	9	19,2	25,6	41	88	117
M14	0,1	18,7	40	53,3	37,1	79	106
	0,2	15,2	32,6	43,4	56	119	159
	0,3	12,3	26,4	35,2	66	141	188

Montage

Anziehdrehmomente¹⁾ - nicht rostender Stahl -
bei Ausnutzung der Streckgrenze $R_{p0,2}$ von 90%

	Reibwert μ_{ges}	Vorspannkraft F_M [kN]			Anziehdrehmoment M_A [Nm]		
		Festigkeitsklasse			Festigkeitsklasse		
		50	70	80	50	70	80
M16	0,1	25,7	55	73,3	56	121	161
	0,2	20,9	44,9	59,8	86	183	245
	0,3	17	36,4	48,6	102	218	291
M18	0,1	32,2	69	91	81	174	232
	0,2	26,2	56,2	74,9	122	260	346
	0,3	21,1	45,5	60,7	144	308	411
M20	0,1	41,3	88,6	118,1	114	224	325
	0,2	33,8	72,4	96,5	173	370	494
	0,3	27,4	58,7	78,3	205	439	586
M22	0,1	50	107	143	148		
	0,2	41	88	118	227		
	0,3	34	72	96	272		
M24	0,1	58			187		
	0,2	47			284		
	0,3	39			338		
M27	0,1	75			275		
	0,2	61			421		
	0,3	50			503		
M30	0,1	91			374		
	0,2	75			571		
	0,3	61			680		
M33	0,1	114			506		
	0,2	94			779		
	0,3	76			929		
M36	0,1	135			651		
	0,2	110			998		
	0,3	89			1189		
M39	0,1	162			842		
	0,2	133			1300		
	0,3	108			1553		



¹⁾ gültig für DIN 931/933 und 912 in Verbindung mit der dazugehörenden Mutter nach DIN 934. Für DIN 7991, DIN 6912, DIN 7984; ISO 7380, sind die Werte auf 80% zu reduzieren.



Anziehdrehmomente für HV-Garnituren nach DIN EN 14399, 10.9

Anziehdrehmoment [Nm]		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Drehmoment-Verfahren (K1)¹⁾	Vorspannkraft $F_{V,2)} = 0,7 * f_{yb} * A_S$	50	100	160	190	220	290	350	510
	Anziehmoment M_A für F_V	100	250	450	650	800	1250	1650	2800
Kombiniertes-Verfahren (K1)¹⁾	Vorspannkraft $F_{P,C} = 0,7 * f_{ub} * A_S$	60	110	175	210	240	320	390	560
	Voranziehmoment $M_{VA,4)}$ für $F_{P,C}$	75	190	340	490	600	940	1240	2100

1) nach DIN EN 1993-1-8

2) F_V entspricht $F_{P,C}$ nach EN 1993-1-8

3) nach DIN EN 1090-2

4) gemäß Herstellerempfehlung Peiner Umformtechnik

Die angegebenen Anziehdrehmomente für DIN EN 14399 sind gültig für die feuerverzinkte Ausführung sowie die „schwarze“-Ausführung. Es wird also nicht mehr hinsichtlich der Oberflächenausführung unterschieden.

Weiterdrehwinkel bzw.- umdrehungsmaß für Klemmlänge gesamt

60°	90°	120°
1/6	1/4	1/3
$\sum t < 2d$	$2d \leq \sum t < 6d$	$6d \leq \sum t \leq 10d$

Anziehdrehmomente von SB-Garnituren - ISO 4014, 4017 und 4032

Die Angaben sind als Richtwerte zu verstehen und gelten für die Festigkeitsklasse 8.8, feuerverzinkt / leicht geölt

Anziehdrehmoment [Nm]	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
8.8 - SB ¹⁾ $M_{A,SOLL} = 0,15 \times d \times F_{p,C}$	70	170	300	450	600	900	1200	2100

1) nach DIN EN 1993-1-8 (K1)

Anziehdrehmoment von SB-Garnituren - DIN 7990

Die Angaben sind als Richtwerte zu verstehen und gelten für die Festigkeitsklasse, feuerverzinkt, Vorspannung rd. $0,3 R_{m,A_s}$

Festigkeits- klasse	Anziehdrehmoment [Nm]	
	4.6	5.6
M12	25	30
M16	70	85
M20	120	150
M22	175	220
M24	215	265
M27	330	415
M30	440	550

Anziehdrehmomente von SB-Garnituren, - „Handfest“-Angezogen

Die Angaben sind als Richtwerte zu verstehen und gelten unabhängig der Festigkeitsklasse.

	Anziehdrehmoment [Nm]
M12	15
M16	35
M20	60
M22	90
M24	110
M27	165
M30	220
M36	350



Anziehdrehmomente für Feingewindeschrauben - Stahl - bei Ausnutzung der Streckgrenze von 90%



Anziehdrehmoment für Schrauben aus Stahl mit Feingewinde

Unverbindliche Richtwerte für Schrauben DIN 912, 960, 961 in Verbindung mit Muttern nach DIN 934 bei einem Gesamtreibwert von $\mu = 0,14$. Ausnutzung der Streckgrenze von 90%.

Nennmaß	Anziehdrehmomente [Nm] für Festigkeitsklasse		
	8.8	10.9	12.9
M8x1	29,2	42,8	50,1
M10x1,25	57	83	98
M12x1,25	101	149	174
M12x1,5	97	143	167
M14x1,5	159	234	274
M16x1,5	244	359	420
M18x1,5	368	523	613
M20x1,5	511	728	852
M22x1,5	692	985	1153
M24x2	865	1232	1442
M27x2	1262	1797	2103
M30x2	1756	2502	2927

Messing

Messing ist eine Legierung aus Kupfer und Zink. Je nach Mischungsverhältnis variiert die

Farbe von goldorange (bei hohem Kupferanteil) bis hellgelb. Spanlosgefertigte (gepresste) Verbindungselemente sind in der Regel aus CU2 (Ms63), gedrehte Teile aus CU3 (Ms58).

Anziehdrehmomente für Schrauben aus Messing¹⁾

Nennmaß	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Anziehdrehmoment [Nm]	0,14	0,29	0,5	1,2	2,2	3,9	9	17	29	45	70

¹⁾ unverbindliche Richtwerte für DIN 931/933 und 912 in Verbindung mit der dazugehörigen Mutter nach DIN 934 bei einem Gesamtreibwert von $\mu = 0,14$.

Polyamid PA 6.6

Polyamid 6.6 (PA 6.6) ist ein teilkristallines Polyamid mit guten mechanischen Eigenschaften. Der Werkstoff zeichnet sich durch eine relativ

hohe Wärmeformbeständigkeit und eine geringe Wasseraufnahme aus. Daher hat sich das Material zu einem Standardkunststoff im Maschinen-, Fahrzeug- und Apparatebau entwickelt.

Anziehdrehmomente für Schrauben und Muttern aus Polyamid PA6.6 bei 20°C [Nm]

Nennmaß	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Schrauben	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	6,0	7,5
Muttern	0,1	0,3	0,6	1,5	3,0	4,0	5,0	7,5	9,0

Alle Angaben sind als Richtwerte nach Lagerung in Normalklima zu verstehen. Die Vorspannkraft kann bedingt durch Relaxationsvorgänge nachlassen.

