

Technische Hinweise

Schrauben, Muttern

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

Die Werte der Spannkräfte 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 ($F_{sp} \geq F_M$).

Die Spannmomente M_{sp} sind aus den Spannkräften F_{sp} unter Annahme von $\mu_G = \mu_K = m_{ges}$ errechnet (siehe nächste Seite). Die Bestimmung des Spannmomentes M_{sp} zur 90%igen Streckgrenzausnutzung für eine in Abmessung und Qualität vorgegebene Schraube, erfolgt nach der rechten Tabelle in Abhängigkeit von der auftretenden Unterkopfreibung (μ_K), ohne Beachtung einer hier von abweichenden Gewindereibung.

Um das verwendbare Nenndrehmoment 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

Regel-gewin-de	μ_{ges}^* = μ_G = μ_K	Schaftschrauben					
		Spannkraft F_{sp} in kN bei Festigkeitsklasse		Spannmoment M_{sp} in Nm			
		8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M4	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
M5	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
M6	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
M8	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

Regel-gewin-de	μ_{ges}^* = μ_G = μ_K	Schaftschrauben					
		Spannkraft F_{sp} in kN bei Festigkeitsklasse		Spannmoment M_{sp} in Nm			
		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

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 ²	500	600	800	1000	1200
Mindeststreckgrenze R_e N/mm ²	400	480	640	900	1080
0,2-Dehngrenze $R_{p,0,2}$ N/mm ²	—	—	640	900	1080
Prüfspannung S_p N/mm ²	364	440	582	792	950
Bruchdehnung A_c %	10	8	12	9	8
Kerbschlagzähigkeit (ISO-Probe) Nm/cm ²	—	—	60	40	30

Die einzelnen Festigkeitsklassen bedeuten (am Beispiel 8.8 aufgezeigt):

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

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

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

Kennzahlen der Festigkeitsklasse	5	6	8	10	12
Prüfspannung S_p N/mm ²	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 μ_g und μ_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 μ_g oder/und μ_k nicht bekannt sind, so setze man $\mu_g = 0,12$ bzw. $\mu_k = 0,12$.

Reibungszahl μ_g im Gewinde (nach Strelow bzw. VDI 2230)

μ_g	Gewinde			Außengewinde (Schraube)							
	Werkstoff			Stahl							
	Oberfläche	schwarzvergütet oder phosphatiert			galvanisch verzinkt (Zn6)		galvanisch cadmiert (Cd6)		Klebstoff		
Gewinde	Gewindefertigung	gewalzt			geschnitten	geschnitten oder gewalzt					
Werkstoff	Schmierung	trocken	geölt	MoS ₂ *	geölt	trocken	geölt	trocken	geölt	trocken	
Innengewinde (Mutter)											
AlMg	GJL/GJMB	Stahl	galvanisch verzinkt	blank							
blank	blank	blank	cadmiert	blank							
0,12	0,10*	0,08	0,10	0,08	0,10	–	0,10	–	0,08	0,16	
					–	0,12	0,10	–	–	0,14	
					–	–	–	0,12	0,12	–	
					0,10	–	0,10	–	0,08	–	
					–	–	–	–	–	–	

* Molybdändisulfid

Reibungszahl μ_k in der Kopf bzw. Mutterauflage (nach Strelow bzw. VDI 2230)

μ_k	Auflagefläche			Schraubenkopf							
	Werkstoff			Stahl							
	Oberfläche	schwarzvergütet oder phosphatiert			galvanisch verzinkt (Zn6)		galvanisch cadmiert (Cd6)		gespresst		
Auflagefläche	Fertigung	gespresst			gedreht	geschliffen	gespresst				
Werkstoff	Schmierung	trocken	geölt	MoS ₂ *	geölt	MoS ₂ *	geölt	trocken	geölt	trocken	geölt
Stahl											
galvanisch verzinkt											
blank											
spanend bearbeitet	geschliffen										
spanend bearbeitet	geschliffen										
0,12	0,10	0,08	0,10	0,10	0,16	–	0,16	0,10	–	0,08	–
					0,10	–	–	–	0,10	0,08	0,08
					–	–	0,10	0,16	0,10	–	–
					0,10	–	0,10	–	0,10	–	–
					–	–	–	–	–	–	–
–	0,10	0,08	0,10	0,10	0,08	–	–	–	–	0,12	0,12
					–	–	0,10	0,16	0,10	0,08	–
					0,10	–	0,10	–	0,10	–	–
					–	–	–	–	–	–	–
					–	–	–	–	–	–	–
–	0,14	0,08	0,10	0,10	0,14	–	0,14	0,10	0,10	0,08	–
					–	–	–	–	–	–	–
					–	–	–	–	–	–	–
					–	–	–	–	–	–	–
					–	–	–	–	–	–	–

* Molybdändisulfid

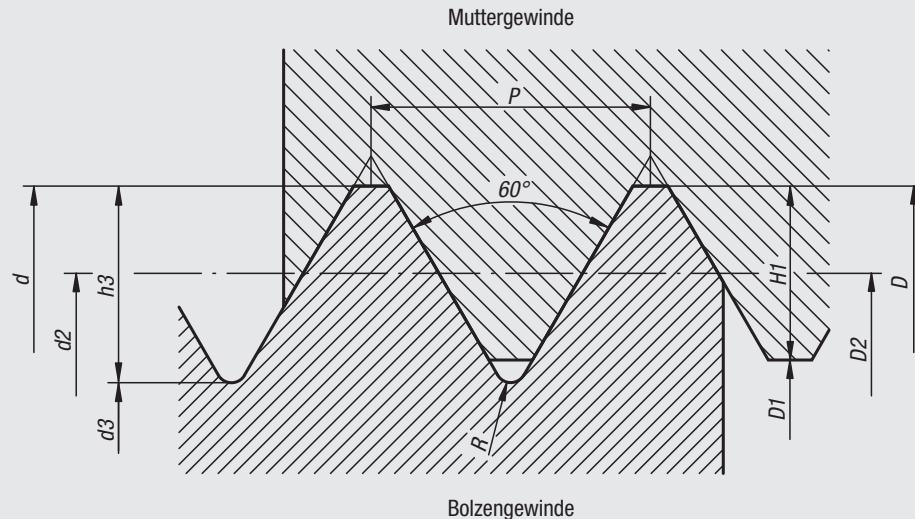
Metrisches ISO-Gewinde

Bei den aufgeführten Gewinden gilt die Toleranzklasse mittel, d.h. 6H für Muttergewinde und 6g für Bolzengewinde.

Die im Katalog angegebenen Gewinde (Metall) sind nach diesen Toleranzklassen hergestellt.

Hinweis über die Gewindeausführungen der Aluminium-Griffe:

Durch die abschließende Oberflächenveredelung und den hiermit verbundenen Materialabtrag bei der Vorbehandlung, können insbesondere Gewinde der Aluminium-Griffe nicht lehrhaltig sein. Zur Materialverfestigung wird daher der größte Teil dieser Gewinde geformt; die Ausrißfestigkeit aus Aluminium bei einem Gewinde von M5 x 10 beträgt hierdurch über 2000 N.



Regelgewinde Reihe 1

Gewindebezeichnung $d = D$	Steigung P	Flanken-Ø $d_2 = D_2$	Kern-Ø		Gewindetiefe		Rundung R	Kernlochbohrer \emptyset
			Bolzen d_3	Mutter D_1	Bolzen h_3	Mutter H_1		
M 3	0,50	2,68	2,39	2,46	0,31	0,27	0,07	2,5
M 4	0,70	3,55	3,14	3,24	0,43	0,38	0,10	3,3
M 5	0,80	4,48	4,02	4,13	0,49	0,43	0,12	4,2
M 6	1,00	5,35	4,77	4,92	0,61	0,54	0,14	5,0
M 8	1,25	7,19	6,47	6,65	0,77	0,68	0,18	6,8
M10	1,50	9,03	8,16	8,38	0,92	0,81	0,22	8,5
M12	1,75	10,86	9,85	10,11	1,07	0,95	0,25	10,2
M16	2,00	14,70	13,55	13,84	1,23	1,08	0,29	14,0
M20	2,50	18,38	16,93	17,29	1,53	1,35	0,36	17,5
M24	3,00	22,05	20,32	20,75	1,84	1,62	0,43	21,0
M30	3,50	27,73	25,71	26,21	2,15	1,89	0,51	26,5
M36	4,00	33,40	31,09	31,67	2,45	2,17	0,58	32,0

Gewindeausführungen:

Die Gewinde sind nach ISO DIN 13 Toleranzklasse „mittel“ hergestellt, d.h. 6H für Muttergewinde und 6g für Bolzengewinde. In der Regel sind die Außengewinde bis 60 mm durchgehend. Ab 70 mm Schraubenlänge werden die Gewinde 60 mm lang gefertigt.

Senkungen für Senkschrauben und Zylinderschrauben

Senkungen Form B:

– für Senkschrauben DIN 7991.

Senkungen Form J:

– für Zylinderschrauben DIN 6912.

Senkungen Form K:

– für Zylinderschrauben DIN 912.

Hinweis:

* Durchgangsloch mittel nach DIN ISO 273.

** Durchgangsloch fein nach DIN ISO 273.

*** 90° Senkung oder gerundet, unter 12 mm Gewindedurchmesser nur entgratet.

Form A
Ausführung mittel (m)

Form B
Ausführung fein (f)

Für Gewinde- \varnothing	Ausführung mittel (m)			Ausführung fein (f)			$T_2 \pm 0,1$
	$D_1 \text{ H}13^*$	$D_2 \text{ H}13$	$T_1 \approx$	$D_1 \text{ H}12^{**}$	$D_3 \text{ H}12$	$T_1 \approx$	
M3	3,4	6,6	1,6	3,2	6,3	1,7	0,2
M4	4,5	9,0	2,3	4,3	8,3	2,4	0,4
M5	5,5	11,0	2,8	5,3	10,4	2,9	0,5
M6	6,6	13,0	3,2	6,4	12,4	3,3	0,5
M8	9,0	17,2	4,1	8,4	16,5	4,4	0,5
M10	11,0	21,5	5,3	10,5	20,5	5,5	0,5
M12	13,5	25,5	6,0	13,0	25,0	6,5	0,5
M16	17,5	31,5	7,0	17,0	31,0	7,5	0,5
M20	22,0	38,0	8,0	21,0	37,0	8,5	0,5

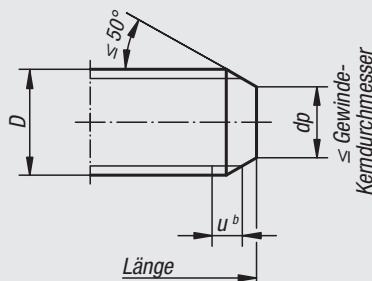
Form J, Form K

Für Gewinde- \varnothing	D_1		D_2	D_3^{***}	T	Form J	Form K	zul. Abweichung
	mittel (m) $H13^*$	fein (f) $H12^{**}$						
M3	3,4	3,2	6	–	–	3,4	3,4	+ 0,2 0
M4	4,5	4,3	8	–	3,4	4,6	4,6	+ 0,4 0
M5	5,5	5,3	10	–	4,2	5,7	5,7	+ 0,4 0
M6	6,6	6,4	11	–	4,8	6,8	6,8	+ 0,4 0
M8	9,0	8,4	15	–	6,0	9,0	9,0	+ 0,4 0
M10	11,0	10,5	18	–	7,5	11,0	11,0	+ 0,4 0
M12	13,5	13,0	20	16	8,5	13,0	13,0	+ 0,4 0
M16	17,5	17,0	26	20	11,5	17,5	17,5	+ 0,4 0
M20	22,0	21,0	33	24	13,5	21,5	21,5	+ 0,4 0

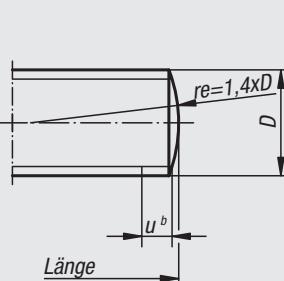
Gewindeenden DIN EN ISO 4753

Druckzapfen DIN 6332

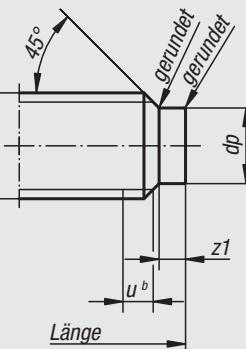
FL Kegelkuppe



RN Linsenkuppe



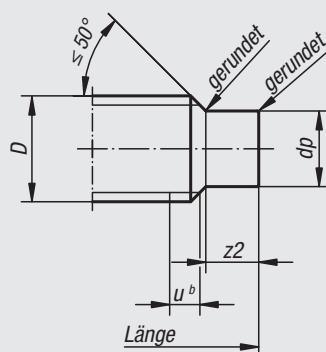
SD Kurzer Zapfen

**Normalausführung:**

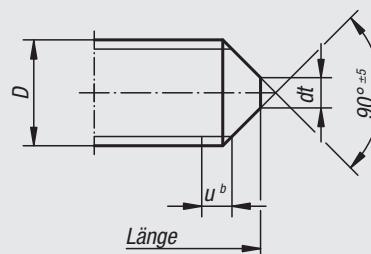
Kegelkuppe nach DIN EN ISO 4753.
Für alle übrigen Gewindeenden werden
je nach Stückzahl Zuschläge berechnet.

u^b = max. 2P unvollständiges Gewinde

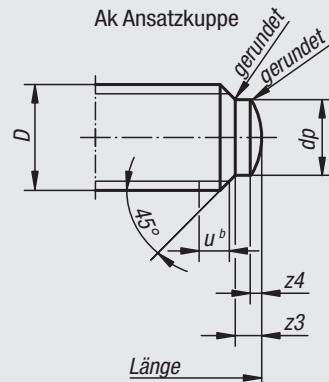
LD Langer Zapfen



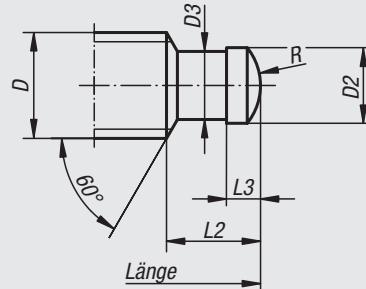
TC Spitze, abgeflacht



Ak Ansatzkuppe



Druckzapfen nach DIN 6332



Gewinde- \emptyset	Gewindeenden nach DIN EN ISO 4753						Gewindeende mit Druckzapfen nach DIN 6332					
	D	dp h13	dt h16*	z1 + IT14	z2 + IT14	z3 + IT14	z4 ≈	D2 h11	D3 -0,1	L2	L3	R
M4	2,5	—	—	1,00	2,0	1,00	0,50	—	—	—	—	—
M5	3,5	—	—	1,25	2,5	1,25	0,60	—	—	—	—	—
M6	4,0	1,5	—	1,50	3,0	1,50	0,70	4,5	4,0	6,0	2,5	3
M8	5,5	2,0	—	2,00	4,0	2,00	1,00	6,0	5,4	7,5	3,0	5
M10	7,0	2,5	—	2,50	5,0	2,50	1,00	8,0	7,2	9,0	4,5	6
M12	8,5	3,0	—	3,00	6,0	3,00	1,25	8,0	7,2	10,0	4,5	6
M14	10,0	4,0	—	3,50	7,0	3,50	1,50	—	—	—	—	—
M16	12,0	4,0	—	4,00	8,0	4,00	1,75	12,0	11,0	12,0	5,0	9
M18	13,0	5,0	—	4,50	9,0	4,50	2,00	—	—	—	—	—
M20	15,0	5,0	—	5,00	10,0	5,00	2,00	15,5	14,4	14,0	5,5	13
M22	17,0	6,0	—	5,50	11,0	5,50	2,50	—	—	—	—	—
M24	18,0	6,0	—	6,00	12,0	6,00	2,50	—	—	—	—	—
M27	21,0	8,0	—	6,70	13,5	6,70	3,00	—	—	—	—	—

* Spitz bis 5 mm Gewindedurchmesser leicht abgeflacht oder leicht gerundet