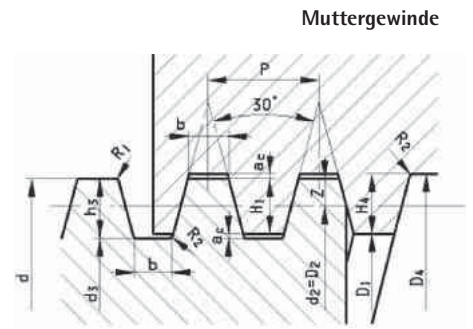


Technologie der Trapezgewindetribe

Metrisches ISO-Trapezgewinde nach DIN 103

Nenn-Ø	d
Steigung bei eingängigen Gewinden und Teilung bei mehrgängigen Gewinden	P
Steigung bei mehrgängigen Gewinden	P_h
Gangzahl	$n = P_h : P$
Kern-Ø des Bolzensgewindes	$d_3 = d - (P + 2 \times a_c)$
Außen-Ø des Muttergewindes	$D_4 = d + 2 \times a_c$
Kern-Ø des Muttergewindes	$D_1 = d - P$
Flanken-Ø des Gewindes	$d_2 = D_2 = d - 0,5 \times P$
Gewindetiefe des Bolzen u. Muttergewindes	$h_3 = H_4 = 0,5 \times P + a_c$
Flankenüberdeckung	$H_1 = 0,5 \times P$
Zahnkopfhöhe	$z = 0,25 \times P$
Spitzenspiel	a_c
Rundungen	R_1 und R_2
Drehmeißelbreite	$b = 0,366 \times P - 0,54 \times a_c$
Flankenwinkel	$\alpha = 30^\circ$



Maß	für Steigungen P in mm			
	1	2...5	6...12	14...44
a_c	0,15	0,25	0,5	1
R_1	0,075	0,125	0,25	0,5
R_2	0,15	0,25	0,5	1

Gewinde (Maße in mm)

	Gewindebezeichnung $d \times P$	Flanken-Ø $d_2 = D_2$	Kern-Ø Bolzen d_3	Kern-Ø Mutter D_1	Außen-Ø D_4	Gewindeteile $h_3 = H_4$	Drehmeißelbreite b
Tr	10x2	9	7,5	8	10,5	1,25	0,597
Tr	12x3	10,5	8,5	9	12,5	1,75	0,963
Tr	14x3	12,5	10,5	11	14,5	1,75	0,963
Tr	16x4	14	11,5	12	16,5	2,25	1,329
Tr	18x4	16	13,5	14	18,5	2,25	1,329
Tr	20x4	18	15,5	16	20,5	2,25	1,329
Tr	22x5	19,5	16,5	17	22,5	2,75	1,695
Tr	24x5	21,5	18,5	19	24,5	2,75	1,695
Tr	28x5	25,5	22,5	23	28,5	2,75	1,695
Tr	30x6	27	23	24	31	3,5	1,926
Tr	32x6	29	25	26	33	3,5	1,926
Tr	36x6	33	29	30	37	3,5	1,926
Tr	40x7	36,5	32	33	41	4	2,292
Tr	44x7	40,5	36	37	45	4	2,292
Tr	48x8	44	39	40	49	4,5	2,658
Tr	52x8	48	43	44	53	4,5	2,658
Tr	60x9	55,5	50	51	61	5	3,024
Tr	70x10	65	59	60	71	5,5	3,39
Tr	80x10	75	69	70	81	5,5	3,39
Tr	90x12	84	77	78	91	6,5	4,122
Tr	100x12	94	87	88	101	6,5	4,122
Tr	120x14	113	104	106	122	8	4,584

Tab. 14

Berechnungsgrundlagen von Trapezgewindetrieben

Erforderliches Antriebsdrehmoment eines Gewindetriebes

Das erforderliche Antriebsdrehmoment an der Spindel ergibt sich aus der Axiallast, der Steigung der Spindel und dem Wirkungsgrad von Gewindetrieb und Lagerung. Bei kurzen Anlaufzeiten und hohen Geschwindigkeiten ist zusätzlich das Beschleunigungsmoment, bei Gleitführungen das Losbrechmoment zu berücksichtigen.

Rechengang:

- 1) Bestimmung des Steigungswinkels α aus Tabellenbuch/DIN-Blatt oder durch Berechnung.
- 2) Bestimmung des Reibwertes μ aus Tabelle.
- 3) Errechnen des effektiven Reibungswinkels ρ' .
- 4) Errechnen des Wirkungsgrades η .
- 5) Errechnen des Drehmoments M_d .

Wichtig:

Auf das Ergebnis sollte noch ca. 10% für Verluste durch die Lagerung aufgeschlagen werden. Zusätzliche Reibung durch eventuelle Linearführungen und eventuelle Rotationskräfte sind mit einem entsprechenden Zuschlag zu berücksichtigen. Dies kann auch bei der Berechnung der Antriebsleistung erfolgen.

Berechnung:

- 1) Steigungswinkel α errechnen aus:

$$\tan \alpha = \frac{P}{d_2 \cdot \pi}$$

- 2) Reibwert μ aus Tabelle auswählen.

- 3) Effektiven Reibungswinkel ρ' errechnen aus:

$$\tan \rho' \approx \mu \cdot 1,07$$

- 4) Wirkungsgrad η errechnen:

$$\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan (\alpha + \rho')}$$

- 5) Drehmoment M_d in Nm errechnen:

$$M_d = \frac{F \cdot P}{2000 \cdot \pi \cdot \eta}$$

Drehmoment infolge einer Axiallast

Viele Trapezgewindetriebe sind aufgrund ihres Wirkungsgrades nicht selbsthemmend, d. h. eine aufliegende Axiallast bewirkt ein Spindeldrehmoment. Der Wirkungsgrad ist in diesem Fall geringer als bei der Umwandlung der Drehbewegung in eine Längsbewegung.

Rechengang: wie bei Umwandlung von Drehbewegung in Längsbewegung, jedoch mit M_d' und η' .

Wirkungsgrad η' errechnen:

$$\eta' = \frac{\tan (\alpha - \rho')}{\tan \alpha}$$

Drehmoment M_d' in Nm errechnen:

$$M_d' = \frac{F \cdot P \cdot \eta'}{2000 \cdot \pi}$$

Legende

α (alpha) ist der Steigungswinkel des Gewindes.
 η (eta) ist der Wirkungsgrad für die Umwandlung einer Drehbewegung in eine Längsbewegung.
 η' ist der Wirkungsgrad für die Umwandlung einer Längsbewegung in eine Drehbewegung.
 μ (mü) ist der Reibwert.
 π (pi) ist $\sim 3,14$.

d_2 ist der mittlere Flankendurchmesser.
 F ist die gesamte Axiallast in N.
 M_d ist das Antriebsdrehmoment am Spindelende in Nm.
 M_d' ist das von der Axialkraft erzeugte Drehmoment in Nm.
 n ist die Drehzahl in min^{-1} .
 P ist die Spindelsteigung in mm.
 ρ' ist der effektive Reibungswinkel.

Erforderliche Antriebsleistung eines Gewindetriebes:

Die Leistung (in kW) lässt sich aus dem Antriebsdrehmoment M_d und der Spindeldrehzahl n (in min^{-1}) errechnen:

$$\text{Antriebsleistung} = \frac{M_d \times n}{9550}$$

Wichtig:

Zur Berücksichtigung der Verluste durch die Lagerung und sonstiger Reibungsverluste sowie der erforderlichen Leistung für die rotatorische Beschleunigung sollte die ausgewählte Leistung des Antriebs um 60 bis 100 % über dem errechneten Wert liegen.

Selbsthemmung von Trapezgewindetrieben

Die Selbsthemmung hängt ab vom Reibwert (bestimmt durch Materialpaarung Spindel/Mutter, Oberflächengüte, Schmierung) und vom Steigungswinkel. Wenn der Steigungswinkel kleiner als der Reibungswinkel ist, ist der Spindeltrieb selbsthemmend.

Unterschieden wird zwischen statischer und dynamischer Selbsthemmung. Bei statischer Selbsthemmung bleibt eine ruhende Mutter bewegungslos, solange sie nicht durch sonstige Einflüsse in Bewegung gesetzt wird.

Bei dynamischer Selbsthemmung kommt eine sich bewegende Mutter zum Stillstand, wenn sie nicht mehr angetrieben wird.

Statisch selbsthemmend sind theoretisch alle aufgeführten eingängigen Spindeltriebe, da der Steigungswinkel kleiner als der Reibungswinkel ist, mit Ausnahme der Kunststoffmutter. Dabei kann jedoch eine minimale Vibration ausreichen, um die Mutter in Bewegung zu setzen.

Dynamisch selbsthemmend ist nur Größe 70x10, da nur hier der Steigungswinkel klein genug ist (Reibwert $0,05 = 2,86^\circ$).

Bitte Vorsicht:

Die Aussagen gelten unter der Annahme, dass die Reibwerte gemäß Katalog auch tatsächlich zutreffend sind. In der Praxis sind Abweichungen durch Oberflächenzustand und Art der Schmierung und des Schmierstoffs möglich. Zur Sicherheit ist daher eine Feststellvorrichtung (Klemmvorrichtung) vorzusehen. In Verbindung mit Kunststoffmutter sind alle aufgeführten Spindeltriebe nicht selbsthemmend.

Zweigängige Spindeltriebe sind aufgrund der großen Steigung generell nicht selbsthemmend.

Wirkungsgrad der Trapezgewindetriebe

eingängig

d	P	Gusseisen trocken	Gusseisen geschmiert	CuSn, CuZn trocken	CuSn, CuZn geschmiert	Kunststoff trocken	Kunststoff geschmiert
10	2	.227	.375	.262	.375	.375	.592
12	3	.268	.427	.307	.427	.427	.643
14	3	.239	.391	.276	.391	.391	.608
16	4	.268	.427	.307	.427	.427	.643
18	4	.246	.399	.283	.399	.399	.616
20	4	.227	.375	.262	.375	.375	.592
22	5	.25	.405	.287	.405	.405	.622
24	5	.234	.384	.27	.384	.384	.601
26	5	.221	.366	.255	.366	.366	.582
28	5	.208	.349	.241	.349	.349	.564
30	6	.227	.375	.262	.375	.375	.592
32	6	.216	.36	.25	.36	.36	.576
36	6	.197	.334	.229	.334	.334	.547
40	7	.205	.344	.238	.344	.344	.559
44	7	.19	.323	.221	.323	.323	.536
50	8	.191	.325	.222	.325	.325	.537
55	9	.195	.33	.226	.33	.33	.543
60	9	.182	.311	.211	.311	.311	.521
70	10	.175	.301	.203	.301	.301	.509
80	10	.156	.273	.183	.273	.273	.476
90	12	.165	.286	.193	.286	.286	.492
95	12	.158	.276	.184	.276	.276	.479
100	12	.151	.265	.177	.265	.265	.466
120	14	.148	.26	.173	.26	.26	.459

Tab. 15

zweigängig

d	P	Gusseisen trocken	Gusseisen geschmiert	CuSn, CuZn trocken	CuSn, CuZn geschmiert	Kunststoff trocken	Kunststoff geschmiert
10	4	.364	.54	.41	.54	.54	.741
12	6	.414	.592	.461	.592	.592	.779
14	6	.38	.557	.426	.557	.557	.753
16	8	.414	.592	.461	.592	.592	.779
18	8	.388	.565	.434	.565	.565	.759
20	8	.364	.54	.41	.54	.54	.741
22	10	.393	.57	.439	.57	.57	.763
24	10	.373	.55	.419	.55	.55	.748
26	10	.356	.531	.401	.531	.531	.733
28	10	.34	.513	.384	.513	.513	.719
30	12	.364	.54	.41	.54	.54	.741
32	12	.35	.525	.395	.525	.525	.728
36	12	.325	.497	.369	.497	.497	.705
40	14	.336	.509	.38	.509	.509	.715
44	14	.316	.486	.358	.486	.486	.696
50	16	.317	.487	.36	.487	.487	.697
55	18	.322	.492	.365	.492	.492	.701
60	18	.304	.471	.345	.471	.471	.683
70	20	.294	.459	.335	.459	.459	.673
80	20	.268	.427	.307	.427	.427	.643
90	24	.28	.443	.32	.443	.443	.658
95	24	.27	.43	.309	.43	.43	.646
100	24	.26	.418	.298	.418	.418	.634
120	28	.255	.411	.292	.411	.411	.628

Tab. 16

Wirkungsgrad der Trapezgewindetriebe

Der Wirkungsgrad von Trapezspindeln ist wegen der Gleitreibung gegenüber von Kugelgewindespindeln wesentlich geringer.

Gewinde selbsthemmend.....Steigungswinkel < Reibungswinkel
 Gewinde nicht selbsthemmend.....Steigungswinkel > Reibungswinkel

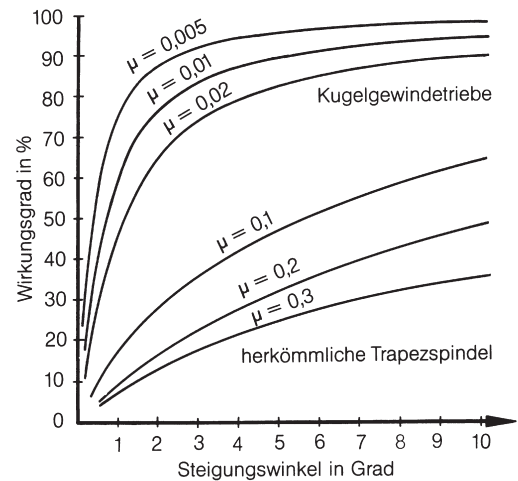
Tabelle μ_G :

Muttermaterial	μ_G	
	trocken	geschmiert
Gusseisen GG	0,18	0,1
Stahl	0,15	0,1
Bronze CuSn	0,1	0,05 P

$$\text{Steigungswinkel } \alpha = \frac{P}{d/2 \times \pi}$$

$$\text{Reibungswinkel } \tan Pq = \mu_G \text{ (lt. Tabelle)}$$

Grenzwerte können sich durch Schmierung, Oberfläche, Belastungsfall, Einbaulage etc. verschieben.



Max. Belastung der Trapezgewindetribe bezogen auf die Mutternlänge

Tr	D2 in mm	P in mm	Mutternlänge	F in N
10x2	9	2	5	706
	9	2	10	1413
	9	2	15	2120
	9	2	20	2827
	9	2	25	3534
12x3	9	2	30	4241
	10,5	3	6	989
	10,5	3	12	1979
	10,5	3	18	2968
	10,5	3	24	3958
14x3	10,5	3	30	4948
	10,5	3	36	5937
	12,5	3	7	1374
	12,5	3	14	2748
	12,5	3	21	4123
16x4	12,5	3	28	5497
	12,5	3	35	6872
	12,5	3	42	8246
	14	4	8	1759
	14	4	16	3518
18x4	14	4	24	5277
	14	4	32	7037
	14	4	40	8796
	14	4	48	10555
	16	4	9	2261
20x4	16	4	18	4523
	16	4	27	6785
	16	4	36	9047
	16	4	45	11309
	16	4	54	13571
24x5	18	4	10	2827
	18	4	20	5654
	18	4	30	8482
	18	4	40	11309
	18	4	50	14137
30x6	18	4	60	16964
	21,5	5	12	4052
	21,5	5	24	8105
	21,5	5	36	12157
	21,5	5	48	16210
32x6	21,5	5	60	20263
	21,5	5	72	24315
	27	6	15	6361
	27	6	30	12723
	27	6	45	19085
36x6	27	6	60	25446
	27	6	75	31808
	27	6	90	38170
	29	6	16	7288
	29	6	32	14576
36x6	29	6	48	21865
	29	6	64	29153
	29	6	80	36442
	29	6	96	43730

Tr	D2 in mm	P in mm	Mutternlänge	F in N
36x6	33	6	18	9330
	33	6	36	18661
	33	6	54	27991
	33	6	72	37322
	33	6	90	46652
40x7	33	6	108	55983
	36,5	7	20	11466
	36,5	7	40	22933
	36,5	7	60	34400
	36,5	7	80	45867
44x7	36,5	7	100	57334
	36,5	7	120	68800
	40,5	7	22	13995
	40,5	7	44	27991
	40,5	7	66	41987
48x8	40,5	7	88	55983
	40,5	7	110	69978
	40,5	7	132	83974
	44	8	24	16587
	44	8	48	33175
60x9	44	8	72	49762
	44	8	96	66350
	44	8	120	82937
	44	8	144	99525
	55,5	9	30	26153
70x10	55,5	9	60	52307
	55,5	9	90	78461
	55,5	9	120	104614
	55,5	9	150	130768
	55,5	9	180	156922
80x10	65	10	35	35735
	65	10	70	71471
	65	10	105	107206
	65	10	140	142942
	65	10	175	178677
100x12	65	10	210	214413
	75	10	40	47123
	75	10	80	94247
	75	10	120	141371
	75	10	160	188495
120x14	75	10	200	235619
	75	10	240	282748
	94	12	50	73827
	94	12	100	147654
	94	12	150	221482
32x6	94	12	200	295309
	94	12	250	369136
	94	12	300	442964
	113	14	60	106499
	113	14	120	212999
36x6	113	14	180	319499
	113	14	240	425999
	113	14	300	532499
	113	14	360	638999

Tab.17

» Diese Werte beinhalten keine Sicherheit!
Weiters ist die Knickung zu berücksichtigen.
Zugrundegelegte Flächenpressung 10N/mm². »