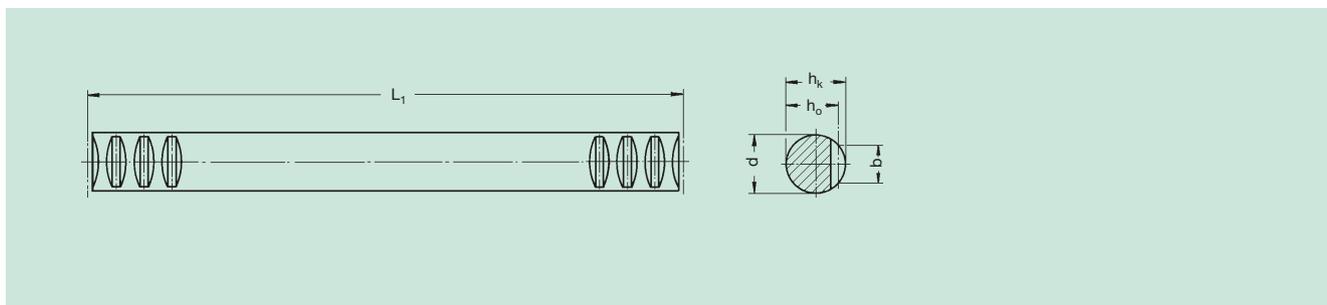




	Reihe	Modul	Wärmebehandlung der Verzahnung	Verzahnungs-Toleranz	Seite
	Series	Module	Heat treatment of teeth	Grade of teeth	Page
Rundzahnstangen Round racks 	35	1; 1,5; 2; 3; 4	vergütet quenched and tempered	7 h	H-2
	35	1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5	weich soft	9	H-3
	36	1; 1,5; 2; 3	rostfrei stainless steel	8	H-4
Führungsbuchen Guide bushes 					H-5
Zahnstangen Racks 	37	Teilung 5 + 10 Pitch 5 + 10	weich soft	9	H-6
Kunststoffzahnstangen Plastic racks 	26	1; 1,5; 2; 2,5; 3	Kunststoff Plastic	10	H-7
Zahnräder Gear wheels 	24	Teilung 5 + 10 Pitch 5 + 10	einsatzgehärtet case-hardened	7	H-10
	07	Teilung 5 + 10 Pitch 5 + 10	weich soft	8	H-10
Kunststoffzahnräder Plastic gear wheels 	22	1; 1,5; 2; 2,5; 3	Kunststoff Plastic	9	H-11
	Schrumpfscheiben-Spannsätze Shrink-disc clamping sets				H-16
	Auswahl und Belastungstabellen Selection and load tables				H-17
	Elektronisch gesteuerte Schmierbüchsen – Gleitpinsel und Schlauchverbindungs-Set Electronically controlled lubricators, sliding-type lubricating brushes and hose-connection sets				P-1
	Filz-Zahnrad und Befestigungsachse Felt gear and mounting shaft				P-5

**Qualität 7****Quality 7**

Bestell-Nr. Order code	L_1	Zähnezahl N° of teeth z	\emptyset d_{h6}	b	h_k	h_o	
Modul / Module 1							
35 11 050	499,5	159	10	6,0	10	9,0	0,66
35 11 100	999,0	318	10	6,0	10	9,0	1,35
Modul / Module 1,5							
35 16 050	499,5	106	15	10,0	15	13,5	0,84
35 16 100	999,0	212	15	10,0	15	13,5	1,70
Modul / Module 2							
35 21 050	502,7	80	20	12,0	20	18,0	1,10
35 21 100	999,0	159	20	12,0	20	18,0	2,20
35 21 200	1998,05	318	20	12,0	20	18,0	4,40
Modul / Module 3							
35 31 050	499,5	53	30	18,0	30	27,0	2,50
35 31 100	999,0	106	30	18,0	30	27,0	5,10
35 31 200	1998,05	212	30	18,0	30	27,0	10,20
Modul / Module 4							
35 41 050	502,6	40	40	24,0	40	36,0	4,50
35 41 100	1005,3	80	40	24,0	40	36,0	9,10
35 41 200	2010,6	160	40	24,0	40	36,0	18,20

Gesamtteilungsfehler / Total pitch error $GT_f/1000 \leq 0,16 \text{ mm.}$

- Verzahnung gefräst
- Werkstoff E TG 88 DIN 17210
- Vergütet 800-950 N/mm²
- Profil geschliffen h6

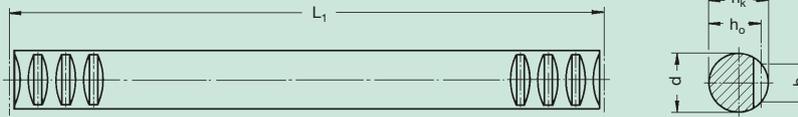
- Teeth milled
- material E TG 88 DIN 17210
- quenched and tempered 800-950 N/mm²
- profile ground h6

Für die Schmierung von Zahnstangen und Ritzeln empfehlen wir den Einsatz unserer elektronisch gesteuerten Schmierbüchsen, siehe Seite P-2.

For lubrication of rack & pinions we recommend our automatic lubrication systems, see page P-2.

Für die Berechnung und Auswahl der Zahnstangentriebe siehe Rechenbeispiel auf der Seite H-28.

For the calculation and selection of the rack & pinion drive, see page H-28.

**Qualität 9****Quality 9**

Bestell-Nr. Order code	L_1	Zähnezahl N° of teeth z	\varnothing d_{h11}	b	h_k	h_o	
Modul / Module 1							
35 10 025	251,3	80	15	7,5	15	14,0	0,34
35 10 050	499,5	159	15	7,5	15	14,0	0,66
35 10 100	999,0	318	15	7,5	15	14,0	1,35
Modul / Module 1,5							
35 15 025	249,8	53	17	9,6	17	15,5	0,42
35 15 050	499,5	106	17	9,6	17	15,5	0,84
35 15 100	999,0	212	17	9,6	17	15,5	1,70
Modul / Module 2							
35 20 025	251,3	40	20	12,0	20	18,0	0,55
35 20 050	502,7	80	20	12,0	20	18,0	1,10
35 20 100	999,0	159	20	12,0	20	18,0	2,20
Modul / Module 2,5							
35 25 025	251,3	32	25	15,0	25	22,5	0,90
35 25 050	502,7	64	25	15,0	25	22,5	1,80
35 25 100	997,5	127	25	15,0	25	22,5	3,60
Modul / Module 3							
35 30 025	254,5	27	30	18,0	30	27,0	1,30
35 30 050	499,5	53	30	18,0	30	27,0	2,50
35 30 100	999,0	106	30	18,0	30	27,0	5,10
Modul / Module 4							
35 40 025	251,3	20	40	24,0	40	36,0	2,30
35 40 050	502,6	40	40	24,0	40	36,0	4,50
35 40 100	1005,3	80	40	24,0	40	36,0	9,10
Modul / Module 5							
35 50 025	251,3	16	50	30,0	50	45,0	3,80
35 50 050	502,6	32	50	30,0	50	45,0	7,10
35 50 100	1005,3	64	50	30,0	50	45,0	14,30

**Gesamtteilungsfehler / Total pitch error** $GT_f/1000 \leq 0,23 \text{ mm.}$

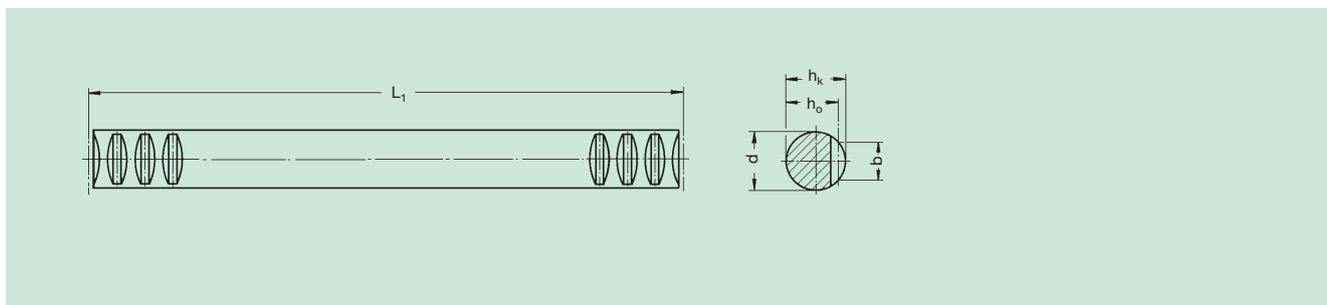
- Verzahnung gefräst
- Werkstoff C45
- Blankstahl
- Profil gezogen h11
- Teeth milled
- material C45
- bright steel
- profile drawn h11

Für die Schmierung von Zahnstangen und Ritzeln empfehlen wir den Einsatz unserer elektronisch gesteuerten Schmierbüchsen, siehe Seite P-2.

For lubrication of rack & pinions we recommend our automatic lubrication systems, see page P-2.

Für die Berechnung und Auswahl der Zahnstangentriebe siehe Rechenbeispiel auf der Seite H-28.

For the calculation and selection of the rack & pinion drive, see page H-28.

**Qualität 8****Quality 8**

Bestell-Nr. Order code	L_1	Zähnezahl N° of teeth z	\emptyset d_{h9}	b	h_k	h_o	
Modul / Module 1							
36 90 050	499,5	159	10	6,0	9,9	8,9	0,66
36 90 100	999,0	318	10	6,0	9,9	8,9	1,35
Modul / Module 1,5							
36 91 050	499,5	106	15	9,0	14,9	13,4	0,84
36 91 100	999,0	212	15	9,0	14,9	13,4	1,70
Modul / Module 2							
36 92 050	502,6	80	20	12,0	19,8	17,8	1,10
36 92 100	999,0	159	20	12,0	19,8	17,8	2,20
Modul / Module 3							
36 94 050	499,5	53	30	18,0	29,8	26,8	2,50
36 94 100	999,0	106	30	18,0	29,8	26,8	5,10

Gesamteilungsfehler / Total pitch error $GT_f/1000 \leq 0,15 \text{ mm.}$

- Verzahnung gefräst
- Werkstoff X8 Cr Ni 18-9
- Rostfrei
- Profil gezogen h9

- Teeth milled
- material X8 Cr Ni 18-9
- stainless steel
- profile drawn h9

Für die Schmierung von Zahnstangen und Ritzeln empfehlen wir den Einsatz unserer elektronisch gesteuerten Schmierbüchsen, siehe Seite P-2.

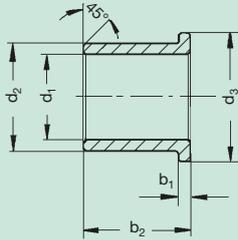
For lubrication of rack & pinions we recommend our automatic lubrication systems, see page P-2.

Für die Berechnung und Auswahl der Zahnstangentriebe siehe Rechenbeispiel auf der Seite H-28.

For the calculation and selection of the rack & pinion drive, see page H-28.



Führungsbuchsen, einbaufertig, aus Sinterbronze mit eingelagertem Festschmierstoff MoS₂ und damit weitgehend wartungsfrei.
Guide bushes, ready for mounting, of sintered bronze, filled with solid lubricant MoS₂ and therefore practically maintenance-free.



Technische Daten:

- maximale Flächenpressung bis 45 N/mm²
- Reibungskoeffizient 0,04 bis 0,12
- max. Gleitgeschwindigkeit 1,0 m/s
- Temperaturbereich -20 °C bis +100 °C

Technical data:

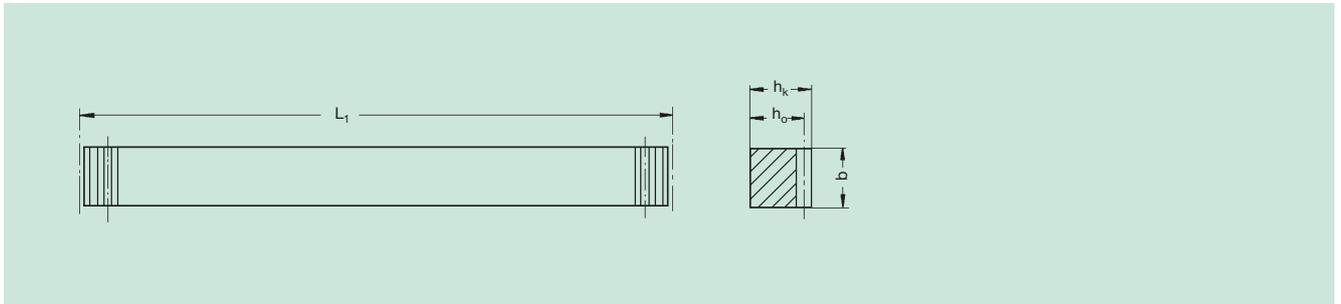
- Maximum surface pressure: up to 45 N/mm²
- Friction coefficient: 0.04 to 0.12
- Max. Sliding speed: 1.0 m/s
- Temperature Range: -20 °C to +100 °C

Bestell-Nr. Order code	d ₁ ^{G7}	d ₂ r6	d ₃	b ₁	b ₂	kg
80 35 010	10	16	22	3	16	0,017
80 35 015	15	21	26	3	16	0,025
80 35 020	20	26	32	3	25	0,042
80 35 030	30	38	46	4	30	0,115
80 35 040	40	50	60	5	50	0,270
80 35 050	50	60	70	5	63	0,580

Die Toleranzen der Gleitlager im Anlieferungszustand sind so gewählt, dass der Innendurchmesser des Lagers nach dem Einpressen mit einem Einpressdorn m5 in ein starres Lagergehäuse mit Aufnahmebohrung H7 ebenfalls in der Toleranzlage H8 liegt.

The tolerances of the bearings are selected in delivered condition, so that you get a inner diameter of the bearing H8 after pressing the bearing whit a thorn m5 in a rigid bearing housings with tolerance H7.



**Qualität 9****Quality 9**

Bestell-Nr. Order code	Modul module m	L ₁	Zähnezahl no. of teeth z	b	h _k	h ₀	a	l	h	d ₁	d ₂	kg
Teilung / Pitch 5 mm												
37 06 025	1,591	250	50	15	14,8	13,2	–	–	–	–	–	0,39
37 06 050	1,591	500	100	15	14,8	13,2	–	–	–	–	–	0,78
37 06 100	1,591	1000	200	15	14,8	13,2	–	–	–	–	–	1,55
Teilung / Pitch 10 mm												
37 08 025	3,183	250	25	30	29,7	26,5	–	–	–	–	–	1,55
37 08 050	3,183	500	50	30	29,7	26,5	–	–	–	–	–	3,10
37 08 100	3,183	1000	100	30	29,7	26,5	–	–	–	–	–	6,20
37 08 200	3,183	2000	200	30	29,7	26,5	–	–	–	–	–	12,40

Gesamteilungsfehler / Total pitch error

GT_f/1000 ≤ 0,220 mm,
GT_f/2000 ≤ 0,440 mm.

- Verzahnung gefräst
- Werkstoff C45
- Blankstahl

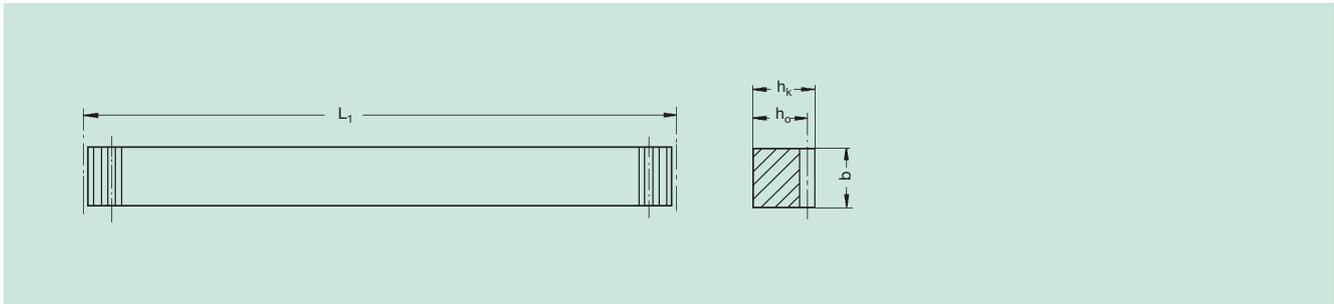
- Teeth milled
- material C45
- bright steel

Für die Schmierung von Zahnstangen und Ritzeln empfehlen wir den Einsatz unserer elektronisch gesteuerten Schmierbüchsen, siehe Seite P-2.

For lubrication of rack & pinions we recommend our automatic lubrication systems, see page P-2.

Für die Berechnung und Auswahl der Zahnstangentriebe siehe Rechenbeispiel auf der Seite H-28.

For the calculation and selection of the rack & pinion drive, see page H-28.

**Qualität Kunststoff****Quality plastic**

Bestell-Nr. Order code	L ₁	Zähnezahl no. of teeth z	b	h _k	h _o	a	l	h	d ₁	d ₂	kg
Modul / Module 1											
26 10 025	251,3	80	15	15	14,0	–	–	–	–	–	0,08
26 10 050	499,5	159	15	15	14,0	–	–	–	–	–	0,15
26 10 100	999,0	318	15	15	14,0	–	–	–	–	–	0,30
Modul / Module 1,5											
26 15 025	249,8	53	17	17	15,5	–	–	–	–	–	0,09
26 15 050	499,5	106	17	17	15,5	–	–	–	–	–	0,18
26 15 100	999,0	212	17	17	15,5	–	–	–	–	–	0,36
Modul / Module 2											
26 20 025	251,3	40	20	20	18,0	–	–	–	–	–	0,13
26 20 050	502,7	80	20	20	18,0	–	–	–	–	–	0,25
26 20 100	999,0	159	20	20	18,0	–	–	–	–	–	0,50
Modul / Module 2,5											
26 25 025	251,3	32	25	25	22,5	–	–	–	–	–	0,15
26 25 050	502,7	64	25	25	22,5	–	–	–	–	–	0,30
26 25 100	997,5	127	25	25	22,5	–	–	–	–	–	0,60
Modul / Module 3											
26 30 025	254,5	27	30	30	27,0	–	–	–	–	–	0,20
26 30 050	499,5	53	30	30	27,0	–	–	–	–	–	0,40
26 30 100	999,0	106	30	30	27,0	–	–	–	–	–	0,80

Gesamtteilungsfehler / Total pitch error $GT_f/1000 \leq 0,300 \text{ mm.}$

- Verzahnung gefräst
- Werkstoff POM

- Teeth milled
- material C45

Für die Schmierung von Zahnstangen und Ritzeln empfehlen wir den Einsatz unserer elektronisch gesteuerten Schmierbüchsen, siehe Seite P-2.

For lubrication of rack & pinions we recommend our automatic lubrication systems, see page P-2.

Für die Berechnung und Auswahl der Zahnstangentriebe siehe Rechenbeispiel auf der Seite H-28.

For the calculation and selection of the rack & pinion drive, see page H-28.



Maximal zulässige Drehmomente¹⁾ in Nm

für Flanken- und Zahnbruchbeanspruchung bei guter Fettschmierung (d.h. Einsatz elektronischer Schmierbuchsen lt. Seite P-2/3 bzw. mindestens 1 x täglich ausreichender Handschmierung) und $v = 1,5$ m/s, $S_B = 1,0$ sowie einseitiger stabiler Lagerung der Zahnrad Ritzelwelle.

1) Bei Passfederverbindung muss diese ggf. separat nachgerechnet, bzw. nach Tabelle Seite Q-4 überprüft werden. Übertragbare Drehmomente mit Schrumpfscheibe siehe Seite H-16.

Modul/Module 1

Zahnstange Rack Verzahnung Tooth system		weich soft gerade straight		vergütet quenched + tempered gerade straight	Kunststoff Plastic gerade straight
Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		○ 35 10... / 36 90... ²⁾		○ 35 11... ²⁾	□ 26 10...
Ritzel Pinion Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		weich soft 21 10... 06 10...	gehärtet hardened 21 10...*	gehärtet hardened 21 10...*	Kunststoff Plastic 22 10...
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. schräg helical	gerade straight			
15	15	0,45	1,8	2,7	0,10
17	17	0,65	2,5	4,0	0,15
18	18	0,90	2,8	4,6	0,18
20	20	1,30	3,7	6,0	0,20
22	22	1,90	5,3	8,3	0,30
25	25	3,30	6,7	11,0	0,50
28	28	5,00	7,6	14,0	0,80
32	32	8,00	13,0	20,0	1,30
36	36	11,00	15,0	25,0	1,70
40	40	16,00	22,0	32,0	2,50

²⁾ Drehmoment nur zu 80 % übertragbar / Torque only to 80% transferable

Modul/Module 2

Zahnstange Rack Verzahnung Tooth system		weich soft gerade straight		vergütet quenched + tempered gerade straight	Kunststoff Plastic gerade straight
Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		○ 35 20... / 36 92... ²⁾		○ 35 21... ²⁾	□ 26 20...
Ritzel Pinion Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		weich soft 21 20... 06 20...	gehärtet hardened 21 20...* 24 2. 2... 2028/88...	gehärtet hardened 21 20...* 24 2. 2... 2028/88...	Kunststoff Plastic 22 25...
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. schräg helical	gerade straight			
15	30	4,5	14	22	0,6
17	34	7,8	20	29	0,9
18	36	10,0	23	33	1,1
20	42,44	14,0	28	43	1,2
22	44	19,0	33	52	1,8
25	53,05	27,0	48	68	3,0
27	57,29				
28	59,41	33,0	64	82	5,0
30	63,66	44,0	74	100	
32	67,90	55,0	83	116	
36	76,39	75,0	119	140	
40	80	98,0	135	187	

²⁾ Drehmoment nur zu 80 % übertragbar / Torque only to 80% transferable

* Zahnräder unserer Normreihe 21 induktiv gehärtet (als Weiterbearbeitung)
Gears of our standard 21 series induction-hardened (as finish treatment)

Maximum permissible torques¹⁾ in Nm

für Flank- und Zahnbruchbeanspruchung bei guter Fettschmierung (i.e. use of the electronic lubricator described on page P-2/3 or manual lubrication at least once a day) and $v=1.5$ m/s, $S_B=1.0$ as well as a firm support of the pinion shaft on one side.

1) For keyway transmission make a separate calculation or use our table on page Q4. Max. torque with shrink disc see on page H-16.

Modul/Module 1,5

Zahnstange Rack Verzahnung Tooth system		weich soft gerade straight		vergütet quenched + tempered gerade straight	Kunststoff Plastic gerade straight
Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		○ 3515.../3691		○ 35 16... ²⁾	□ 26 15...
Ritzel Pinion Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		weich soft 21 15... 06 15...	gehärtet hardened 21 15...*	gehärtet hardened 21 15...*	Kunststoff Plastic 22 15...
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. schräg helical	gerade straight			
15	15	22,5	1,1	2,3	3,2
17	17	25,5	1,6	3,2	4,5
18	18	27,0	2,2	4,5	6,5
20	20	30,0	3,2	6,5	9,1
22	22	33,0	5,0	10,0	15,0
25	25	37,5	10,0	20,0	30,0
28	28	42,0	13,0	25,0	39,0
32	32	48,0	20,0	38,0	53,0
36	36	54,0	28,0	45,0	63,0
40	40	60,0	40,0	68,0	95,0

Modul/Module 2,5

Zahnstange Rack Verzahnung Tooth system		weich soft gerade straight		Kunststoff Plastic gerade straight
Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		○ 35 25... ²⁾		
Ritzel Pinion Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		weich soft 21 25...	gehärtet hardened 21 25...*	Kunststoff Plastic 22 25...
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. schräg helical	gerade straight		
15	37,5	8,6	15,5	1,2
17	42,5	14,0	25,0	1,8
18	45,0	18,0	32,0	2,2
20	50,0	25,0	45,0	2,4
22	55,0	35,0	60,0	3,6
25	62,5	53,0	95,0	6,0
28	70,0	60,0	115,0	10,0
32	80,0	100,0	133,0	
36	90,0	135,0	215,0	
40	100,0	175,0	245,0	



Maximal zulässige Drehmomente¹⁾ in Nm

für Flanken- und Zahnbruchbeanspruchung bei guter Fettschmierung (d.h. Einsatz elektronischer Schmierbuchsen lt. Seite P-2/3 bzw. mindestens 1 x täglich ausreichender Handschmierung) und $v = 1,5 \text{ m/s}$, $S_B = 1,0$ sowie einseitiger stabiler Lagerung der Zahnrad Ritzelwelle.

1) Bei Passfederverbindung muss diese ggf. separat nachgerechnet, bzw. nach Tabelle Seite Q-4 überprüft werden. Übertragbare Drehmomente mit Schrumpfscheibe siehe Seite H-16.

Maximum permissible torques¹⁾ in Nm

for flank and tooth breaking loads with good grease lubrication (i.e. use of the electronic lubricator described on page P-2/3 or manual lubrication at least once a day) and $v = 1.5 \text{ m/s}$, $S_B = 1.0$ as well as a firm support of the pinion shaft on one side.

1) For keyway transmission make a separate calculation or use our table on page Q4. Max. torque with shrink disc see on page H-16.

Modul/Module 3

Zahnstange Rack Verzahnung Tooth system		weich soft gerade straight		vergütet quenched + tempered gerade straight	Kunststoff Plastic gerade straight
Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		○ 3530.../3694... ²⁾		○ 35 31... ²⁾	
Ritzel Pinion Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		weich soft 21 30... 06 30...	gehärtet hardened 21 30...* 24 3. 2.. 2028/88...	gehärtet hardened 21 30...* 24 3. 5.. 2029/89...	Kunststoff Plastic 22 30...
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. schräg gerade helical straight				
15	45	13	41	63	1,8
17	51	21	70	100	2,6
18	54	35	81	121	4,5
20	63,66	60	92	138	6,2
22	70,03	66	115	170	11,0
25	79,57	75	168	235	15,0
28	84	130	205	285	
30	95,49				
32	96	196	290	400	
36	108	272	368	512	
40	120	340	450	620	

²⁾ Drehmoment nur zu 80 % übertragbar / Torque only to 80% transferable

Modul/Module 4

Zahnstange Rack Verzahnung Tooth system		weich soft gerade straight		vergütet quenched + tempered gerade straight
Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		○ 35 40... ²⁾		○ 35 41... ²⁾
Ritzel Pinion Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		weich soft 21 40... 06 40...	gehärtet hardened 21 40...* 24 4. 2.. 2028/88...	gehärtet hardened 21 40...* 24 4. 2.. 2028/88...
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. schräg gerade helical straight			
15	63,66	60	130	190
17	68	60	175	250
18	72	85	200	290
20	84,88	80	250	355
22	93,37	88	300	430
25	106,10	100	415	575
28	112	350	505	720
30	127,32			
32	128	490	700	962
36	144	680	900	1200
40	160	850	1100	1550

Modul/Module 5

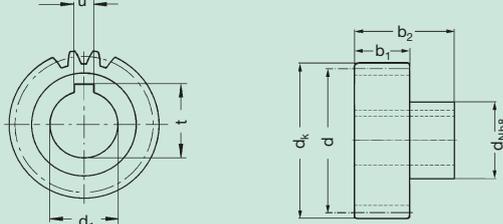
Zahnstange Rack Verzahnung Tooth system		weich soft gerade straight	
Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		○ 35 50 ... ²⁾	
Ritzel Pinion Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		weich soft 21 50 ...	gehärtet hardened 21 50 ...*
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. schräg gerade helical straight		
12	63,66	60	150
13	65	60	180
15	79,58	75	260
17	85	120	350
18	95,49	160	400
19	95	190	450
20	100	230	500
21	105	280	560
22	110	330	610
24	127,32	430	740
25	125	490	800
30	150	800	1200
36	190,98		

²⁾ Drehmoment nur zu 80 % übertragbar / Torque only to 80% transferable

* Zahnräder unserer Normreihe 21 induktiv gehärtet (als Weiterbearbeitung)
Gears of our standard 21 series induction-hardened (as finish treatment)



gerade verzahnt, Verzahnung geschliffen, 20° Eingriffswinkel
Straight tooth system, ground teeth, 20° transverse pressure angle



16MnCr5, 1.7131

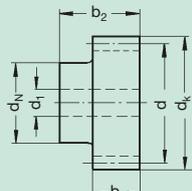
einsatzgehärtet
case-hardened

Verz.-Qual.
Gearing grade

7 e 25

Bestell-Nr. Order code	Modul Module	Zähnezahl N° of teeth	d	dk	d ₁ ^{H6}	d _N	b ₁	b ₂	u	t		Spannsatz lt. Seite H-16 shrink-disc on page H-16
Teilung / Pitch 5 mm												
24 06 425	1,591	25	39,79	42,9	16	30	25	51	5	18,3	0,31	80 83 030
24 00 430	1,591	30	47,75	50,9	22	36	25	54	6	24,8	0,43	80 84 036
24 03 440	1,591	40	63,66	66,8	25	44	25	56	8	28,3	0,78	80 80 044
Teilung / Pitch 10 mm												
24 70 420	3,183	20	63,66	70,0	22	36	31	60	6	24,8	0,83	80 84 036
24 71 425	3,183	25	79,58	85,9	25	44	31	62	8	28,3	1,40	80 80 044
24 73 425	3,183	25	79,58	85,9	32	55	31	68	10	35,3	1,50	80 80 055

gerade verzahnt, Verzahnung gefräst, 20° Eingriffswinkel
Straight tooth system, milled teeth, 20° transverse pressure angle



weich / soft

Ck45
1.0503

Verz.-Qual.
Gearing grade

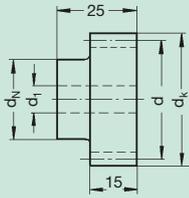
8 e 25

Bestell-Nr. Order code	Modul Module	Zähnezahl N° of teeth	d	dk	d ₁	d _N	b ₁	b ₂	
Teilung / Pitch 5 mm									
07 06 012	1,591	12	19,1	22,3	6	14	12	25	0,03
07 06 015	1,591	15	23,9	27,0	6	18	12	25	0,06
07 06 018	1,591	18	28,6	31,8	8	20	12	25	0,07
07 06 020	1,591	20	31,8	35,0	8	20	12	25	0,10
07 06 025	1,591	25	39,8	43,0	8	25	12	25	0,14
07 06 030	1,591	30	47,7	50,9	10	30	12	25	0,20
07 06 040	1,591	40	63,6	66,8	10	40	12	25	0,36
07 06 050	1,591	50	79,6	82,7	12	50	12	25	0,56
07 06 060	1,591	60	95,5	98,6	12	60	12	25	0,82
Teilung / Pitch 10 mm									
07 08 012	3,183	12	38,2	44,6	10	25	25	40	0,22
07 08 015	3,183	15	47,7	54,1	12	30	25	40	0,38
07 08 018	3,183	18	57,3	63,7	15	40	25	40	0,50
07 08 020	3,183	20	63,7	70,0	15	40	25	40	0,60
07 08 025	3,183	25	79,6	85,9	15	50	25	40	0,96
07 08 030	3,183	30	95,5	101,9	20	60	25	40	1,46
07 08 040	3,183	40	127,3	133,7	20	80	25	40	2,68

Eine Weiterbearbeitung (Bohrung ausdrehen, nuten, Gewinde anbringen etc.) ist kurzfristig möglich.
Further finishing (turning bores, keywaying, threading, etc.) is possible within short time.



gerade verzahnt, Verzahnung gefräst, 20° Eingriffswinkel
Straight tooth system, milled teeth, 20° transverse pressure angle



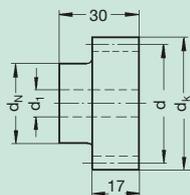
weich / soft
Kunststoff POM Plastic POM
Verz.-Qual. Gearing grade
9 bc 26

Bestell-Nummer Order code	Zähnezahl N° of teeth z	d	dk	d ₁	d _N	
22 10 012	12	12,0	14,0	6	9	2,0
22 10 013	13	13,0	15,0	6	9	2,5
22 10 014	14	14,0	16,0	6	11	3,0
22 10 015	15	15,0	17,0	6	12	4,0
22 10 016	16	16,0	18,0	6	12	4,5
22 10 017	17	17,0	19,0	6	14	5,0
22 10 018	18	18,0	20,0	6	15	6,0
22 10 019	19	19,0	21,0	6	15	8,0
22 10 020	20	20,0	22,0	6	16	10,0
22 10 021	21	21,0	23,0	6	16	12,0
22 10 022	22	22,0	24,0	6	18	14,0
22 10 023	23	23,0	25,0	6	18	15,0
22 10 024	24	24,0	26,0	9	20	17,0
22 10 025	25	25,0	27,0	9	20	20,0
22 10 030	30	30,0	32,0	9	20	25,0
22 10 035	35	35,0	37,0	9	25	28,0
22 10 038	38	38,0	40,0	9	25	32,0
22 10 040	40	40,0	42,0	9	25	35,0
22 10 045	45	45,0	47,0	9	30	45,0
22 10 048	48	48,0	50,0	9	30	48,0
22 10 050	50	50,0	52,0	9	30	50,0
22 10 057	57	57,0	59,0	9	40	68,0
22 10 060	60	60,0	62,0	9	40	75,0

Eine Weiterbearbeitung (Bohrung ausdrehen, nuten, Gewinde anbringen etc.) ist kurzfristig möglich.
Further finishing (turning bores, keywaying, threading, etc.) is possible within short time.



gerade verzahnt, Verzahnung gefräst, 20° Eingriffswinkel
Straight tooth system, milled teeth, 20° transverse pressure angle



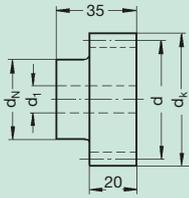
weich / soft
Kunststoff POM Plastic POM
Verz.-Qual. Gearing grade
9 bc 26

Bestell-Nummer Order code	Zähnezahl N° of teeth z	d	d _k	d ₁	d _N	 9
22 15 012	12	18,0	21,0	6	14	5,5
22 15 013	13	19,5	22,5	6	14	5,5
22 15 014	14	21,0	24,0	6	16	7,0
22 15 015	15	22,5	25,5	6	18	9,0
22 15 016	16	24,0	27,0	6	18	12,5
22 15 017	17	25,5	28,5	9	20	14,5
22 15 018	18	27,0	30,0	9	20	16,0
22 15 019	19	28,5	31,5	9	20	18,0
22 15 020	20	30,0	33,0	9	25	23,5
22 15 021	21	31,5	34,5	9	25	25,5
22 15 022	22	33,0	36,0	9	25	27,0
22 15 023	23	34,5	37,5	9	25	29,0
22 15 024	24	36,0	39,0	9	25	31,0
22 15 025	25	37,5	40,5	9	25	32,5
22 15 030	30	45,0	48,0	9	30	42,0
22 15 035	35	52,5	55,5	9	40	49,0
22 15 038	38	57,0	60,0	9	40	73,0
22 15 040	40	60,0	63,0	9	40	83,5
22 15 045	45	67,5	70,5	12	50	111,0
22 15 048	48	72,0	75,0	12	50	127,0
22 15 050	50	75,0	78,0	12	50	136,0
22 15 057	57	85,5	88,5	12	60	182,0
22 15 060	60	90,0	93,0	12	60	211,0

Eine Weiterbearbeitung (Bohrung ausdrehen, nuten, Gewinde anbringen etc.) ist kurzfristig möglich.
Further finishing (turning bores, keywaying, threading, etc.) is possible within short time.



gerade verzahnt, Verzahnung gefräst, 20° Eingriffswinkel
Straight tooth system, milled teeth, 20° transverse pressure angle



weich / soft
Kunststoff POM Plastic POM
Verz.-Qual. Gearing grade
9 bc 26

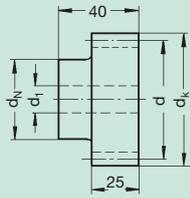
Bestell-Nummer Order code	Zähnezahl N° of teeth z	d	dk	d1	dN	 9
22 20 012	12	24,0	28,0	9	18,0	15
22 20 013	13	26,0	30,0	9	19,0	18
22 20 014	14	28,0	32,0	9	19,0	20
22 20 015	15	30,0	34,0	9	24,5	21
22 20 016	16	32,0	36,0	9	25,0	23
22 20 017	17	34,0	38,0	9	25,0	32
22 20 018	18	36,0	40,0	9	25,0	36
22 20 019	19	38,0	42,0	9	25,0	39
22 20 020	20	40,0	44,0	9	30,0	47
22 20 021	21	42,0	46,0	9	30,0	51
22 20 022	22	44,0	48,0	9	30,0	55
22 20 023	23	46,0	50,0	9	30,0	59
22 20 024	24	48,0	52,0	12	35,0	65
22 20 025	25	50,0	54,0	12	35,0	70
22 20 030	30	60,0	64,0	12	40,0	105

Eine Weiterbearbeitung (Bohrung ausdrehen, nuten, Gewinde anbringen etc.) ist kurzfristig möglich.
Further finishing (turning bores, keywaying, threading, etc.) is possible within short time.





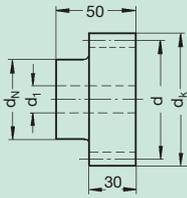
gerade verzahnt, Verzahnung gefräst, 20° Eingriffswinkel
Straight tooth system, milled teeth, 20° transverse pressure angle



weich / soft
Kunststoff POM Plastic POM
Verz.-Qual. Gearing grade
9 bc 26

Bestell-Nummer Order code	Zähnezahl N° of teeth z	d	d _k	d ₁	d _N	
22 25 012	12	30,0	35,0	9	20,0	29
22 25 013	13	32,5	37,5	9	20,0	32
22 25 014	14	35,0	40,0	9	25,0	40
22 25 015	15	37,5	42,5	9	25,0	45
22 25 016	16	40,0	45,0	9	30,0	56
22 25 017	17	42,5	47,5	9	30,0	63
22 25 018	18	45,0	50,0	9	35,0	74
22 25 019	19	47,5	52,5	12	35,0	78
22 25 020	20	50,0	55,0	12	35,0	85
22 25 021	21	52,5	57,5	12	35,0	90
22 25 022	22	55,0	60,0	12	40,0	96
22 25 023	23	57,5	62,5	12	40,0	112
22 25 024	24	60,0	65,0	12	40,0	120
22 25 025	25	62,5	67,5	12	45,0	136
22 25 030	30	75,0	80,0	12	50,0	176

Eine Weiterbearbeitung (Bohrung ausdrehen, nuten, Gewinde anbringen etc.) ist kurzfristig möglich.
Further finishing (turning bores, keywaying, threading, etc.) is possible within short time.

**gerade verzahnt**, Verzahnung gefräst, 20° Eingriffswinkel
Straight tooth system, milled teeth, 20° transverse pressure angle

weich / soft
Kunststoff POM Plastic POM
Verz.-Qual. Gearing grade
9 bc 26

Bestell-Nummer Order code	Zähnezahl N° of teeth z	d	d _k	d _i	d _N	 9
22 30 012	12	36	42	14	25	45
22 30 013	13	39	45	14	25	54
22 30 014	14	42	48	14	25	61
22 30 015	15	45	51	14	35	74
22 30 016	16	48	54	14	35	92
22 30 017	17	51	57	14	42	121
22 30 018	18	54	60	14	45	127
22 30 019	19	57	63	14	45	136
22 30 020	20	60	66	14	45	149
22 30 021	21	63	69	14	45	161
22 30 022	22	66	72	14	50	190
22 30 023	23	69	75	14	50	200
22 30 024	24	72	78	14	50	218
22 30 025	25	75	81	14	60	245

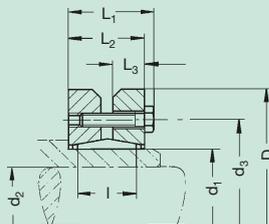
Eine Weiterbearbeitung (Bohrung ausdrehen, nuten, Gewinde anbringen etc.) ist kurzfristig möglich.
Further finishing (turning bores, keywaying, threading, etc.) is possible within short time.



Für Zahnräder mit geschliffener Verzahnung
For gearwheels with ground teeth

Lieferung erfolgt
als kompletter Satz

Supplied as
complete set



$$J_{\text{red}} = \frac{J}{i^2}$$

Bestell-Nr. Order code	$T_{2\text{max}}$	d_2	d_1	d_3	D	L_1	L_2	L_3	l	G	Anzugs- moment Torque	J 10^{-4} kg m^2	kg
80 83 030	400 200 130	25 19 16	30	44	60,2	25,0	21,5	9,00	18,0	7 x M5	4	1,756	0,3
80 84 036	540 270	28 22	36	52	72,2	27,5	23,5	10,00	22,0	5 x M6	12	4,029	0,4
80 80 044	870 810 490	33 32 25	44	61	80,2	29,5	25,5	11,00	22,0	7 x M6	12	6,524	0,6
80 85 050	1350 1180 870 730	38 36 32 30	50	72	90,2	31,5	27,5	12,00	22,0	9 x M6	12	11,322	0,8
80 80 055	1480 810 630	44 35 32	55	75	100,2	34,5	30,5	13,00	23,0	8 x M6	12	18,729	1,1
80 86 062	2300 1420	48 40	62	89	110,2	34,5	30,5	13,00	22,0	10 x M6	12	27,137	1,3
80 80 068	1940 1490	50 45	68	86	115,2	34,5	30,5	13,00	22,0	10 x M6	12	31,648	1,4
80 87 080	3240 2580	60 55	80	100	145,3	38,0	32,5	14,00	22,0	7 x M8	30	88,870	1,9
80 80 110	7710	75	110	145	185,2	57,0	50,0	22,00	39,0	9 x M10	59	351,503	5,9
80 80 125	11080	85	125	160	215,3	61,0	54,6	23,00	42,0	12 x M10	59	664,000	8,3
80 81 024	270	20	24	36	50,2	23,0	19,5	7,60	14,0	5 x M5	5	0,780	0,2
80 83 130	280	25	30	44	60,2	21,5	18,0	7,25	14,0	7 x M6	12	1,756	0,3
80 84 136	430	28	36	52	72,2	25,5	21,5	9,10	17,5	5 x M6	12	4,029	0,4
80 85 150	950	36	50	70	90,2	28,0	24,0	10,25	22,0	9 x M6	12	11,322	0,8

Beschreibung

Stirnräder der Reihe 24 können sowohl mit Passfederverbindung als auch mit Schrumpfscheiben auf Wellen (Toleranz h7) befestigt werden. Bei Schrumpfscheibenverbindung empfehlen wir nachfolgende Vorgehensweise.

Montage

Schrumpfscheibe auf Stirnradnabe aufschieben (Schrauben bitte nicht vorher anziehen!). Stirnrad auf die Welle bis auf Anschlag oder auf gewünschte Position aufschieben. Herstellen der Querpressverbindung durch gleichmäßiges Anziehen der Spannschrauben. Schrauben der Reihe nach in mehreren Umläufen auf das Drehmoment laut Tabelle anziehen (nicht überkreuz anziehen). Überprüfen mit anzeigendem Drehmomentschlüssel.

Description

The series 24 cylindrical gears can be fitted on shafts (tolerance h7) either with key or with shrink plate fitting proceed as follows:

Mounting

Slide shrink plate onto cylindrical gear hub (do not tighten the screws before). Push the cylindrical gear on the shaft up to a stop or the desired position. Now make the transverse pressure connection by uniformly tightening the clamping bolts. Tighten the bolts on after the other in several passes to the correct torque specified in the table (do not tighten crosswise). Check the torque with an indicating torque wrench.



(die gezeichneten Linien sind die max. zulässigen Belastungswerte, bei Übersetzung 1:1)
(the lines drawn are the max. permissible load values for gear ratio 1:1)

Ausführung gefräst – ungehärtet
Milled design - unhardened

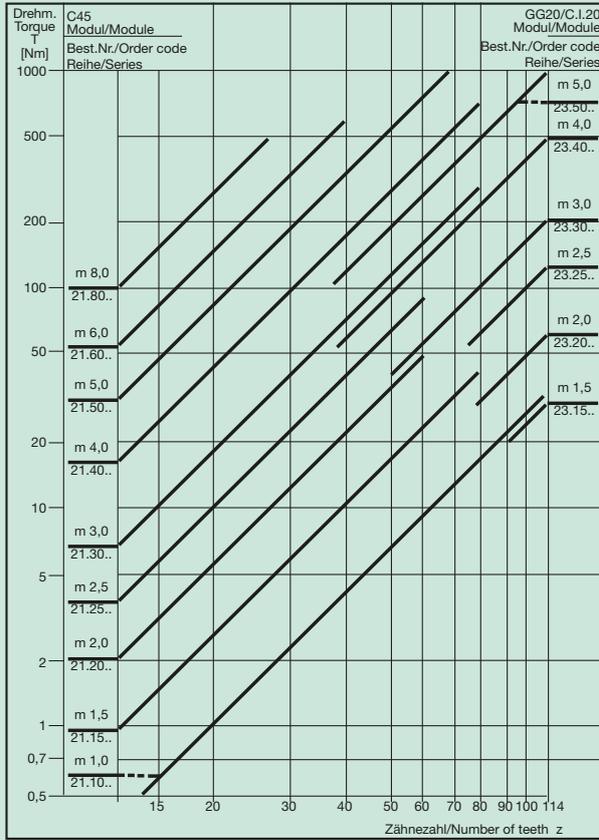


Bild / Fig. 1

Ausführung gefräst – induktiv gehärtet (ca. 50 HRC)
Milled design - induction-hardened (approx. 50 HRC)

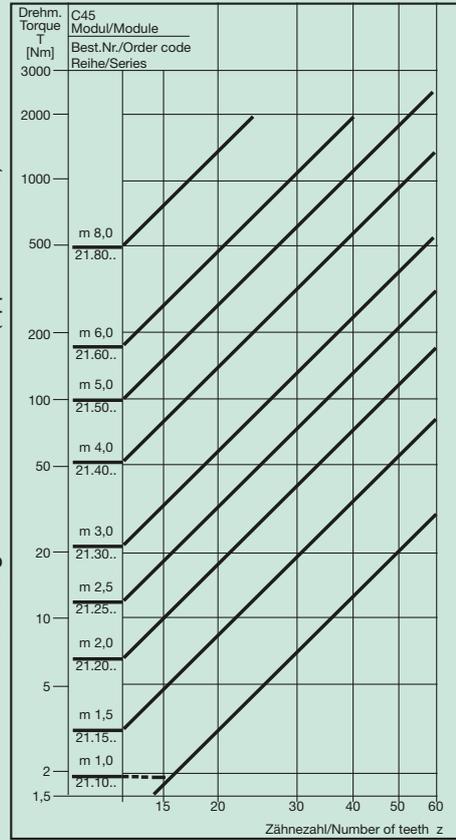


Bild / Fig. 2

Zahnräder – einsatzgehärtet und geschliffen
Gearwheels - case-hardened and ground

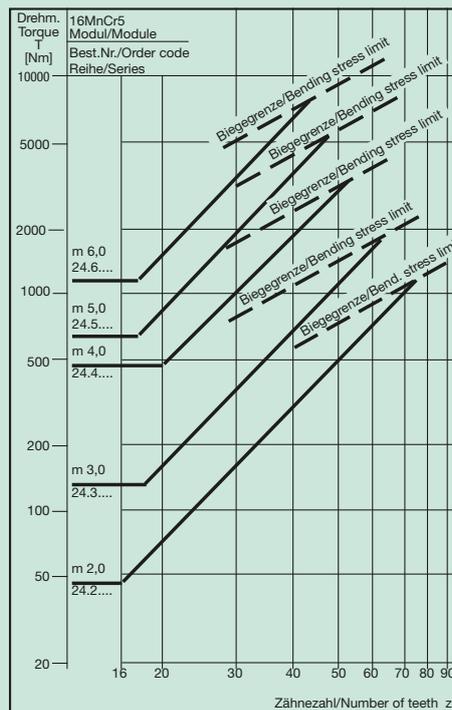


Bild / Fig. 3



Allgemeines

Die Errechnung der Diagrammwerte erfolgte in Zusammenarbeit mit der FH Heilbronn (H. Prof. Klaus v. Jan) nach DIN 3990. Die Werte basieren auf der Wälzfestigkeit bzw. der Zahnfuß-Biegebeanspruchung unserer Stirnräder

wobei für die Walzenpressung und die

bei C 45 $\rho = 590 \text{ N/mm}^2$
 bei GG 20 $\rho = 270 \text{ N/mm}^2$
 bei 16 MnCr5 $\rho = 1630 \text{ N/mm}^2$

eingesetzt wurde.

Biegebeanspruchung

$\sigma_{bW} = 200 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{bW} = 50 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{bW} = 460 \text{ N/mm}^2$

General

The values of the diagram were calculated in collaboration with the Technical College Heilbronn (Prof. Klaus v. Jan) in accordance with DIN 3990. The values are based on the rolling strength and/or root flexural strength of our spur gears.

The following values were assumed

for **rolling load** and for **bending load**
 of C 45 $\rho = 590 \text{ N/mm}^2$
 of C.I.20 $\rho = 270 \text{ N/mm}^2$
 of 16 MnCr5 $\rho = 1630 \text{ N/mm}^2$

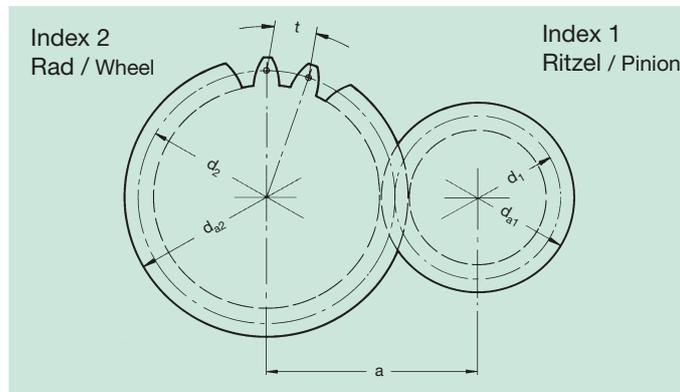
eingesetzt wurde.

Formeln

und Bezeichnung für Geradzahnstirnräder mit Normalverzahnung

Formulas

and nomenclature for spur gears with standard gearing



Benennung	Zeichen Formel	Dimension	Description	Symbol Formula	Dimension
Zähnezahl	$z = \frac{d}{m}$		Number of teeth	$z = \frac{d}{m}$	
Modul	$m = \frac{t}{\pi} = \frac{d}{z}$	mm	Module	$m = \frac{t}{\pi} = \frac{d}{z}$	mm
Teilkreis-Ø	$d = z \cdot m$	mm	Pitch dia.	$d = z \cdot m$	mm
Zahnbreite	b		Face width	b	
Kopfkreis-Ø	$d_k = (z+2) \cdot m$	mm	Addendum dia.	$d_k = (z+2) \cdot m$	mm
Eingriffswinkel	α	Grad	Pressure angle	α	Degree
Übersetzungsverhältnis	$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2}$		Gear ratio	$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2}$	
Achsabstand	$a_o = \frac{d_1 + d_2}{2}$ $= \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2}$	mm mm	Centre distance	$a_o = \frac{d_1 + d_2}{2}$ $= \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2}$	mm mm
Drehmoment	$T = 9950 \frac{P}{n}$	Nm	Torque	$T = 9950 \frac{P}{n}$	Nm
Drehzahl	n	min ⁻¹	Speed	n	min ⁻¹
Umfangsgeschwindigkeit	$v = \frac{z_1 \cdot m \cdot n_1}{19100}$	m/sec	Peripheral speed	$v = \frac{z_1 \cdot m \cdot n_1}{19100}$	m/sec
Zahnformfaktor	q_k		Tooth shape factor	q_k	
E-modul	$2,1 \cdot 10^5$	N/mm ²	E-module	$2,1 \cdot 10^5$	N/mm ²



Allgemeines

Die verschiedenen Faktoren und unsere Tabellen- bzw. Diagrammwerte bitten wir als Richtwerte zu betrachten. In Grenzfällen stehen wir Ihnen gerne mit speziellen Berechnungen Ihrer Antriebe zur Verfügung. Die Werte für Zahnräder aus Kunststoff bitten wir unseren Ausführungen auf Seite H-21 – H-23 dieses Katalogs zu entnehmen.

Faktoren

Da die Anwendungsfälle in der Praxis sehr verschieden sind, ist es erforderlich, die jeweiligen Verhältnisse durch entsprechende Faktoren zu berücksichtigen.

Belastungsfaktor K_A

für äußere, dynamische Zusatzkräfte

Antrieb	Belastungsart der anzutreibenden Maschinen		
	gleichförmig	mittlere Stöße	starke Stöße
gleichförmig	1,00	1,25	1,75
leichte Stöße	1,25	1,50	2,00
mittlere Stöße	1,50	1,75	2,25

Übersetzungsfaktor K_U

	bei Übersetzung							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
K_U	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0

Geschwindigkeitsfaktor f_n und Schmierung

$$v = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{60\,000} = [\text{m/sec}]$$

Wir empfehlen SAE-Getriebeöle mit mittleren Extreme-Pressure-Eigenschaften und Visk.-Werten nach DIN 5152

Umfangsgeschw. der Verzahnung $v \leq \text{m/sec}$	Faktor f_n		Art Medium	Schmierempfehlung nach DIN 51512	
	geschliffen	gefräst		Viskositätsklasse	Kin.Visk. bei 50 °C
0,5	0,85	0,70	Fett	SAE 250	750
2,0	0,95	0,90	Tropf-Öl	SAE 250	500
4,0	1,00	1,00	Tauch-Öl	SAE 140	320
8,0	1,25	1,50	Tauch-Öl	SAE 90	135
12,0	1,40	1,80	Spritz-Öl	SAE 80	80
18,0	1,50	–	Spritz-Öl	SAE 80	60
25,0	1,60	–	Spritz-Öl	SAE 80	60

Sicherheitsbeiwert S

Der Sicherheitsbeiwert ist nach Erfahrung zu berücksichtigen. Bei unserer Rechnung nach DIN 3990 kann er im allgemeinen Maschinenbau mit etwa 1,5 gewählt werden.

General

The different factors and values listed in our tables or diagrams are to be understood as reference values only. For borderline cases we will be glad to provide you with special calculations considering your individual requirements. Values pertaining to gears made of plastic are contained in our information given on pages H-21 – H-23 of this catalogue.

Factors

Since, in practice, the applications are very diverse, it is important to consider the given conditions by using appropriate factors.

Load factor K_A

for additional external dynamic loads

Drive	Type of load from the machines to be driven		
	uniform	medium shocks	heavy shocks
uniform	1,00	1,25	1,75
light shocks	1,25	1,50	2,00
medium shocks	1,50	1,75	2,25

Gear ratio factor K_U

	for gear ratio							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
K_U	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0

Speed factor f_n and lubrication

$$v = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{60\,000} = [\text{m/sec}]$$

We recommend the use of SAE gear oils having medium extreme-pressure properties and viscosity values in accordance with DIN 51512.

Peripheral speed of toothing $v \leq \text{m/sec}$	Factor f_n		Lubrication recommendation acc. to DIN 51512		
	ground	milled	Type Lubricant	Viscosity	Kin.visc. at 50 °C
0,5	0,85	0,70	grease	SAE 250	750
2,0	0,95	0,90	drip - oil	SAE 250	500
4,0	1,00	1,00	dip-feed - oil	SAE 140	320
8,0	1,25	1,50	dip-feed - oil	SAE 90	135
12,0	1,40	1,80	splash - oil	SAE 80	80
18,0	1,50	–	splash - oil	SAE 80	60
25,0	1,60	–	splash - oil	SAE 80	60

Safety coefficient S

The safety coefficient should be allowed for according to experience. In our calculation in accordance with DIN 3990 it can be assumed with approx. 1.5 for the mechanical engineering sector.



Rechengang Norm-Zahnräder

Erforderliche Daten

Drehmoment des Ritzels T Drehzahl des Ritzels n_1
 Übersetzungsverhältnis u gewünschte Ritzelzähnez. z_1
 Betriebsfaktoren (siehe vorn)

Errechnung

Das für den Anwendungsfall erforderliche Drehmoment wird mit den betriebsbedingten bzw. anwendungsspezifischen Faktoren, wie sie auf Seite H-19 verzeichnet sind, hochgerechnet.

Das sich ergebende Produkt in Nm (erhöht!) ist die Basis für die Auswahl eines geeigneten Ritzels bzw. Rades aus den Diagrammen der Seite H-17.

$$T_{\text{Diagr.}} = \frac{T_{\text{erf.}} \cdot K_A \cdot f_n \cdot S}{K_U}$$

In den gleichen Diagrammen können Sie auch – ausgehend vom Drehmoment und dem gewünschten Modul – die erforderliche Zähnezahl ablesen. Ein nachträgliches Induktiv-Härten der Verzahnung unserer C45-Stirnräder der Bestellreihe 21..... auf ca. 50 HRC ist möglich. Die wesentlich höheren Belastungswerte entnehmen Sie bitte Bild 2 der Seite H-17.

Auswahl Norm-Zahnräder

Drehzahl-bedingt

Durch den Faktor f_n wird die Umfangsgeschwindigkeit rechnerisch berücksichtigt. Bei der Auswahl sollten jedoch folgende ca.-Werte als obere Grenze beachtet werden:

C45 gefräst, weich	bis 12 m/sec
C45 gefräst, ind.-gehärtet	bis 8 m/sec
(bedingt durch Härteverzug!)	
GG 20 gefräst	bis 12 m/sec
Geschliffene Räder	bis 25 m/sec

Geräusch-bedingt

Bei den heutigen Anforderungen in bezug auf Lärmbelastung ist die beste Lösung in der Regel der Einsatz unserer zahnflanken-geschliffenen Normzahnäder, insbesondere wenn die Umfangsgeschwindigkeit über 5 m/sec liegt. Normzahnäder sind einsatzgehärtet und fertig bearbeitet, einschließlich Bohrung und Passfedernut. In vielen Fällen erreichen Sie jedoch auch mit unseren preiswerten gefrästen Zahnädern optimale Lösungen.

Schmieretechnisch bedingt

Die Schmierung geht bedingt durch den Faktor f_n in die Rechnung ein. Die konstruktive Lösung des Einzelfalls zwingt jedoch u. U. zu anderen Varianten (z. B. größerem Modul und kleineren Drehzahlen).

Beispiel Norm-Zahnäder

Zu einer Siebmaschine ist ein Stirnradantrieb zu bestimmen.

Antrieb: $T = 22 \text{ Nm}$ $n_1 = 750 \text{ min}^{-1}$
 Antrieb: $K_A = 1,25$ $n_2 = 375 \text{ min}^{-1}$
 $S = 1,0$ $K_U = 1,4$

$$T_{\text{Diagr.}} = \frac{22 \cdot 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1}{1,4} = 17,7 \text{ Nm}$$

aus Diagramm $m = 3, z_1 = 20 (z_2 = 40)$

Nachprüfung ob $f_n = 0,9$ richtig:

aus $V = 60 \cdot \pi \cdot 750/60000 = 2,36 \text{ m/s}$

$f_n = 0,9$, da $v \sim 2 \text{ m/s}$

Calculation of standard gears

Required data

Torque of pinion T Speed of pinion n_1
 Gear ratio u Desired number of teeth z_1
 Service factors (see above)

Calculation process

The torque required for the individual application is to be extrapolated using the operation-dependent or application-specific factors as shown on page H-19. The resulting product in Nm (rounded off!) is the basis for the selection of a suitable pinion or gear from the diagrams on page H-17.

$$T_{\text{diagr.}} = \frac{T_{\text{req.}} \cdot K_A \cdot f_n \cdot S}{K_U}$$

The same diagrams also show the required number of teeth - the selection being based on the torque and the module desired. Subsequent induction hardening of the C45 spur gear teeth of our series 21..... to approx. 50HRC is possible. The considerably higher load values are shown in Figure 2 on page H-17.

Selection of standard gearwheels

Speed-dependent

The factor f_n represents the peripheral speed. The following approximate values, however, should be taken as upper limit for the selection:

C45 milled, soft	up to 12 m/sec
C45 milled, induction-hardened	up to 8 m/sec
(due to hardening distortion!)	
C.I.20 milled	up to 12 m/sec
Ground gears	up to 25 m/sec

Noise-dependent

The best solution in view of today's noise prevention requirements is generally the employment of our standard gears with ground tooth flanks especially where the peripheral speed exceeds 5 m/sec.

Standard gears are case-hardened and completely finished including bore and keyway.

In many cases, however, optimal solutions can be obtained by using our low-priced milled gears.

Lubrication-dependent

Lubrication is indirectly allowed for in the calculation by the factor f_n . For constructional reasons, however, it may be necessary to choose other variants (e.g. larger module and lower speeds).

Example: Standard gearwheels

A spur gear drive is to be determined for a screening machine:

Drive: $T = 22 \text{ Nm}$ $n_1 = 750 \text{ min}^{-1}$
 Drive: $K_A = 1,25$ $n_2 = 375 \text{ min}^{-1}$
 $S = 1,0$ $K_U = 1,4$

$$T_{\text{diagr.}} = \frac{22 \cdot 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1}{1,4} = 17,7 \text{ Nm}$$

from the diagram $m = 3, z_1 = 20 (z_2 = 40)$

Re-calculation if $f_n = 0,9$ is correct:

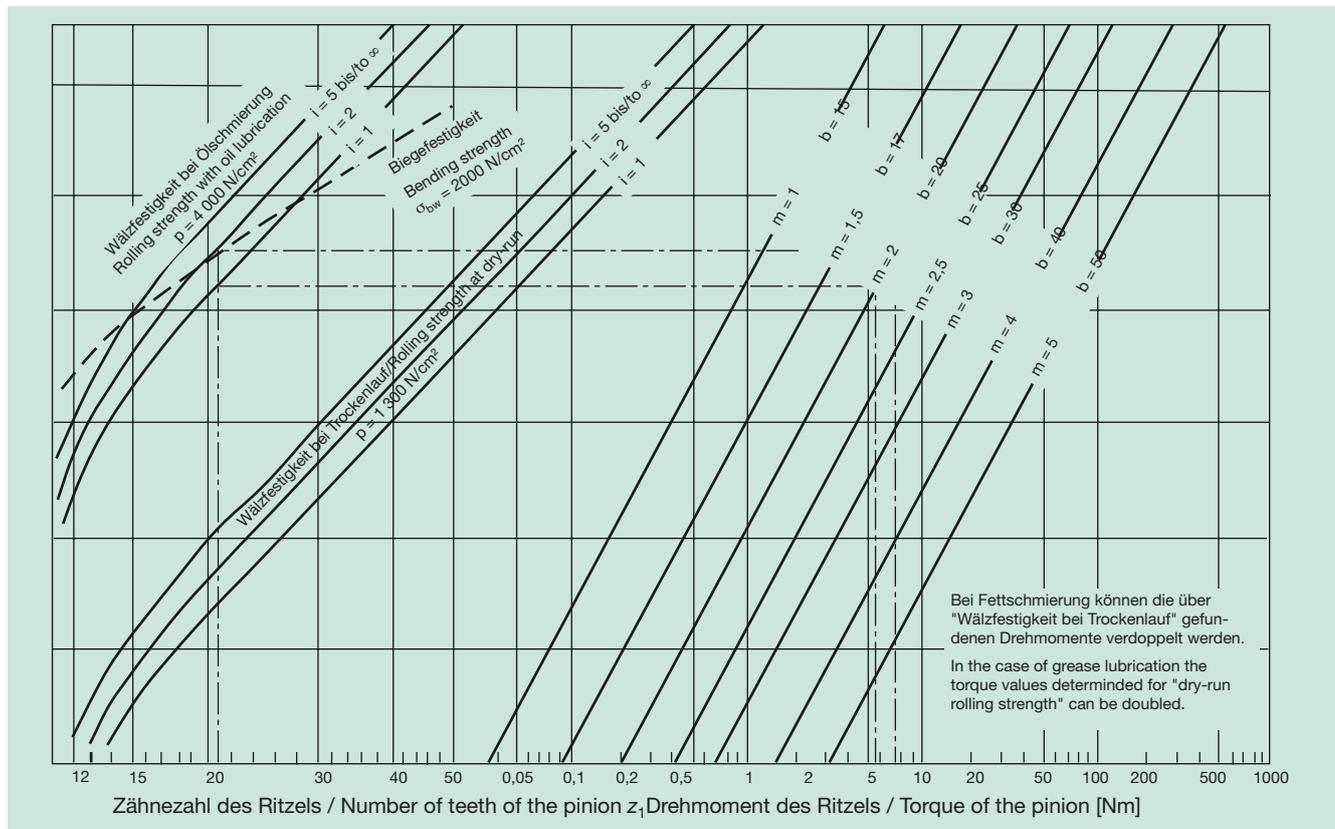
$V = 60 \cdot \pi \cdot 750/60000 = 2,36 \text{ m/s}$

$f_n = 0,9$, da $v \sim 2 \text{ m/s}$



Stirnräder aus Kunststoff

Spur gears of plastic



Bei Fettschmierung können die über "Wälzfestigkeit bei Trockenlauf" gefundenen Drehmomente verdoppelt werden.
 In the case of grease lubrication the torque values determined for "dry-run rolling strength" can be doubled.

Allgemeines

Die Belastungstabellen wurden für Kunststoffzahnräder unseres Lagernormprogramms erstellt, die aus Delrin bzw. Hostaform gefertigt werden. Zur Berechnung der Radabmessungen, Achsabstand und dgl. können die Formeln der entsprechenden Zahnräder aus Stahl verwendet werden.

Erforderliche Daten

Drehmoment des Ritzels T_1 [Nm]
 Drehzahl des Ritzels n_1 [min⁻¹]
 Übersetzungsverhältnis i
 Umgebungstemperatur δ_u [°C]

Schmierung: Öl, Fett, trocken
 gewünschte Lebensdauer in Stunden [h]
 (1 Jahr bei 8 h pro Tag = 2000 h)

Paarung: Kunststoff/Kunststoff oder Kunststoff/Metall

Oberflächenrauigkeit R_t des Metallzahnes
 Belastungsfaktor K_A
 Sicherheitsfaktor S

Wälzfestigkeit $T_{1zul.} = \frac{T_{1Diagramm} \cdot f_{nw}}{S}$ [Nm]

Biegefestigkeit $T_{1zul.} = \frac{T_{1Diagramm} \cdot f_t \cdot f_{nb}}{S \cdot K_A}$ [Nm]

Maßgebend ist das kleinere Ergebnis.

Der Sicherheitsbeiwert S ist nach Erfahrung zu berücksichtigen.

General

The load tables were compiled for the plastic gearwheels of our standard ex-stock programme made from Delrin or Hostaform. For calculating the gear dimensions, centre distance etc. the formulas of the corresponding steel gearwheels may be used.

Required data

Pinion torque T_1 [Nm]
 Pinion speed n_1 [min⁻¹]
 Gear ratio i
 Ambient temperature δ_u [°C]

Lubrication: Oil, grease, dry
 Desired service life in hours [h]
 (1 year at 8 h per day = 2000 h)

Combination: Plastic/plastic or plastic/metal

Surface roughness R_t of the metal tooth
 Load factor K_A
 Safety factor S

Rolling strength $T_{1perm.} = \frac{T_{1diagramm} \cdot f_{nw}}{S}$ [Nm]

Bending strength $T_{1perm.} = \frac{T_{1diagramm} \cdot f_t \cdot f_{nb}}{S \cdot K_A}$ [Nm]

The result showing the smaller value is decisive.

The safety coefficient S is to be chosen according to experience.



Beispiel

Erforderliche Daten

$T_{1\text{erf.}}$	= 2,56 Nm	Umgebungstemp.	40 °C
n_1	= 2800 min ⁻¹	Lebensdauer	500 h
i	= 1	Schmierung	Öl

Paarung: Kunststoff/Kunststoff

Mit $T_{1\text{Diagramm}}$
für Wälzfestigkeit bei Ölschm. 5,5 Nm
für Biegefestigkeit 7,0 Nm

Zahnflankentemperatur

$$\delta_F = 40 + \frac{2,56 \cdot 0,05 \cdot 10}{20} \cdot 500 = 75 \text{ °C}$$

Zahnfußtemperatur

$$\delta_z = 40 + 0,16 \frac{2,56 \cdot 0,05 \cdot 10}{20} \cdot 500 = 46 \text{ °C}$$

Temperaturfaktor $f_t = 1,4$

ergeben sich die zulässigen Drehmomente für

Wälzfestigkeit $T_{1\text{zul.}} = \frac{5,5 \cdot 0,6}{1,2} = 2,75 \text{ [Nm]}$

Biegefestigkeit $T_{1\text{zul.}} = \frac{7,0 \cdot 1,4 \cdot 0,8}{1,2 \cdot 1,3} = 5,02 \text{ [Nm]}$

Maßgebend ist das kleinere Ergebnis.

Example

Required data:

$T_{1\text{req.}}$	= 2,56 Nm	Ambient temperature	40 °C
n_1	= 2800 min ⁻¹	Service life	500 h
i	= 1	Lubrication	oil

Combination: Plastic/plastic

Based on the values $T_{1\text{diagramm}}$
for rolling strength with oil lubrication
for bending strength

Tooth flank temperature

$$\delta_F = 40 + \frac{2,56 \cdot 0,05 \cdot 10}{20} \cdot 500 = 75 \text{ °C}$$

Tooth root temperature

$$\delta_z = 40 + 0,16 \frac{2,56 \cdot 0,05 \cdot 10}{20} \cdot 500 = 46 \text{ °C}$$

Temperature factor $f_t = 1,4$

the permissible torques are as follows for:

Rolling strength $T_{1\text{perm.}} = \frac{5,5 \cdot 0,6}{1,2} = 2,75 \text{ [Nm]}$

Bending strength $T_{1\text{perm.}} = \frac{7,0 \cdot 1,4 \cdot 0,8}{1,2 \cdot 1,3} = 5,02 \text{ [Nm]}$

The result showing the smaller value is decisive

Temperaturfaktor f_t

a) Wärmehzahl

Temperature factor f_t

a) Thermal value



b) Zahnflankentemperatur

$$\delta_F = \delta_{\text{Umgebung}} + \frac{T_{1\text{erf.}} \cdot \mu \cdot k}{b} \cdot \text{Wärmehzahl} \quad [^\circ\text{C}]$$

δ_F darf 120 °C nicht überschreiten.

Eingesetzt wird

δ_{Umgebung} in °C

T_1 erforderlich in Nm

b (Zahnbreite) in mm

μ 0,05 für Ölschmierung
0,10 für Fettschmierung
0,20 für Trockenlauf

k 10 für Kunststoff/Kunststoff
5 für Metall/Kunststoff

b) Tooth flank temperature

$$\delta_F = \delta_{\text{ambient}} + \frac{T_{1\text{req.}} \cdot \mu \cdot k}{b} \cdot \text{thermal value} \quad [^\circ\text{C}]$$

δ_F must not exceed 120°C.

Enter as follows:

δ_{ambient} in °C

T_1 required in Nm

b (tooth width) in mm

μ 0,05 for oil lubrication
0,10 for grease lubrication
0,20 for dry operation

k 10 for plastic/plastic
5 for metal/plastic



c) Zahnfußtemperatur

$$\delta_z = \delta_{Umgebung} + 0,16 \frac{T_{1ref} \cdot \mu \cdot k}{b} \cdot \text{Wärmezahl } [^{\circ}\text{C}]$$

c) Tooth root temperature

$$\delta_z = \delta_{ambient} + 0,16 \frac{T_{1req} \cdot \mu \cdot k}{b} \cdot \text{thermal value } [^{\circ}\text{C}]$$

Zahnfußtemperatur Tooth root temperature	δ_z	-20	0	20	40	60	80	100	120
Temperaturfaktor Temperature factor	f_t	1,8	1,7	1,6	1,4	1,2	1	0,7	0,3

Lebensdauerfaktor f_{nw}

unter Berücksichtigung der Dauerwälzfestigkeit und der Oberflächenrauigkeit des Metallzahnes (bei Paarung Kunststoff mit Metall). Ist das Ritzel aus Metall, ist die Drehzahl des Rades maßgebend.

Lifetime factor f_{nw}

taking into account the fatigue rolling strength and the surface roughness of the metal tooth (for plastic/metal combinations). If the pinion is of metal, the speed of the gearwheel is decisive.

Betriebsdauer in Std. Operating time in hours	500				1000				2000				4000			
	Kunststoff Plastic		Metall Metal		Kunststoff Plastic		Metall Metal		Kunststoff Plastic		Metall Metal		Kunststoff Plastic		Metall Metal	
	5	10	20		5	10	20		5	10	20		5	10	20	
Rauhtiefe Rt [μ] Surface roughness Rt																
Drehzahl 50 des Ritzels Speed of pinion [min ⁻¹]	2,0	1,00	0,90	0,70	1,6	0,80	0,70	0,50	1,3	0,70	0,60	0,40	1,0	0,50	0,40	0,20
500	1,0	0,50	0,40	0,30	0,8	0,40	0,35	0,20	0,6	0,30	0,25	0,15	0,5	0,25	0,20	0,10
1400	0,8	0,40	0,30	0,20	0,6	0,30	0,25	0,15	0,5	0,25	0,15	0,10	0,4	0,20	0,10	0,07
2800	0,6	0,30	0,20	0,15	0,5	0,25	0,15	0,10	0,4	0,20	0,10	0,07	0,3	0,15	0,07	0,05
5000	0,5	0,25	0,15	0,10	0,4	0,20	0,10	0,07	0,3	0,15	0,07	0,05	0,2	0,10	0,05	0,03

Lebensdauerfaktor f_{nb}

berücksichtigt die Biegewechselfestigkeit

Ist das Ritzel aus Metall, ist die Drehzahl des Rades maßgebend

Drehzahl d. Ritzels Speed of pinion n_1	Betriebsdauer in Stunden Operating time in hours				
	400	1000	2000	4000	8000
50	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8
500	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
1400	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2800	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
5000	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3

Lifetime factor f_{nb}

considers the fatigue strength under reversed bending stresses

If the pinion is of metal, the speed of the gearwheel is decisive.

Belastungsfaktor K_A

Treffen mehrere Belastungsfälle für einen Antrieb zu, so müssen die entsprechenden Faktoren in der Rechnung berücksichtigt werden.

Belastungsfall	Belastungsfaktor K_A
Häufiger Anlauf unter Last Große Schwungmomente Reversierbetrieb	1,1 bis 1,4
Bewitterung im Freien Ultraviolette Bestrahlung	1,1 bis 1,4
Drehmoment bleibt im Stillstand teilweise (max. 1/2 Md) bestehen	Ölschmierung 1,2 bis 1,8 Fettschm. 1,1 bis 1,4 Trockenlauf 1,0 bis 1,2

Load factor K_A

If several load types apply to one drive, the respective factors are to be considered in the calculation.

Load type	Load factor K_A
Frequent start-ups under load High moments of inertia Reversing operating	1,1 to 1,4
Outdoor weather exposure Ultraviolet radiation	1,1 to 1,4
Torque remains partly existent at standstill (max. 1/2 T ₁)	Oil lubrication 1,2 to 1,8 Grease lubricat. 1,1 to 1,4 Dry run 1,0 to 1,2



Die folgende Berechnung der Lagerkräfte erfolgt ohne Berücksichtigung der Lager- und Wellendichtungsreibung, der Planschwirkung der Räder im Ölbad und sonstiger Reibungsverluste, sowie ohne dynamische Zusatzbelastung.

The following calculation of bearing loads is effected irrespective of the bearing and shaft seal friction, the splash effect of the gears in the oil bath and any other friction losses as well as without any additional dynamic load.

Ermitteln der Umfangskraft

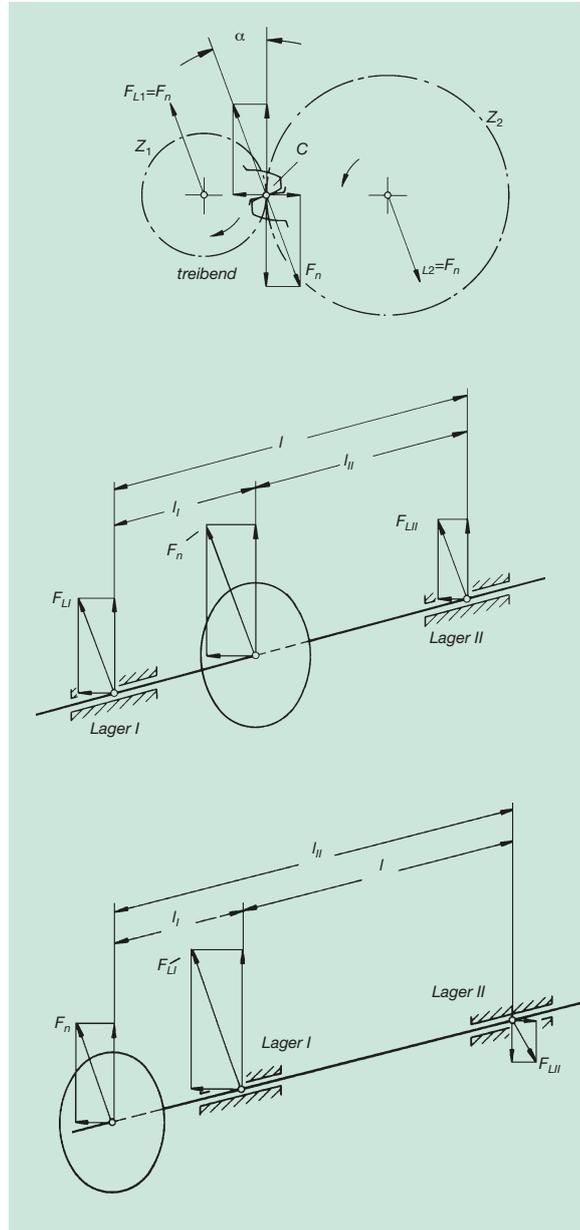
$$\text{Stirnräder } F_n = \frac{T \cdot 2000}{d_o \cdot \cos \alpha_o} \quad [\text{N}]$$

wobei T in Nm
 d_o in mm
 $\cos 20^\circ = 0,9397$
eingesetzt wird.

Determination of the peripheral force

$$\text{Spur gears } F_n = \frac{T \cdot 2000}{d_o \cdot \cos \alpha_o} \quad [\text{N}]$$

using the following values:
 T in Nm
 d_o in mm
 $\cos 20^\circ = 0,9397$



Lagerkräfte bei beiderseitiger Lagerung

$$F_{LI} = \frac{F_n \cdot l_{II}}{l} \quad [\text{N}]$$

$$F_{LII} = \frac{F_n \cdot l_I}{l} \quad [\text{N}]$$

Bearing forces acting when supported on both sides

$$F_{LI} = \frac{F_n \cdot l_{II}}{l} \quad [\text{N}]$$

$$F_{LII} = \frac{F_n \cdot l_I}{l} \quad [\text{N}]$$

Lagerkräfte bei einseitiger Lagerung

$$F_{LI} = \frac{F_n \cdot l_{II}}{l} \quad [\text{N}]$$

$$F_{LII} = \frac{F_n \cdot l_I}{l} \quad [\text{N}]$$

Bearing forces acting when supported on one side

$$F_{LI} = \frac{F_n \cdot l_{II}}{l} \quad [\text{N}]$$

$$F_{LII} = \frac{F_n \cdot l_I}{l} \quad [\text{N}]$$



Geradverzahnte Stirnräder

Auswahl der Stirnräder

a) hochwertige Stirnradtriebe

Stirnradtriebe, die in bezug auf Geräuscharmheit hohe Anforderungen stellen, müssen einen hohen Überdeckungsgrad aufweisen, d. h. das Ritzel sollte mindestens 25 Zähne haben. Für besonders hohe Anforderungen werden gehärtete und geschliffene, evtl. schrägverzahnte Stirnräder verwendet.

b) untergeordnete Stirnradtriebe

Für Stirnradtriebe wie Handantriebe und Triebe mit geringen Umfangsgeschwindigkeiten können Ritzel-Zähnezahlen von 12 und größer verwendet werden.

Anordnung der Stirnräder

Bevorzugt wird eine waagrechte Lage der Wellen, da bei dieser Anordnung günstige Voraussetzungen für Gehäusegestaltung, Schmierung und Abdichtung gegeben sind.

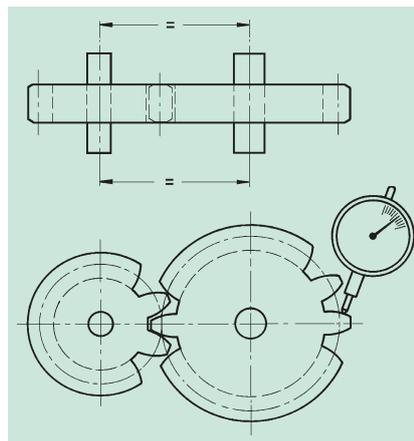
Wird eine hohe Übersetzung benötigt, ist zu überlegen, ob mittels einer zwei- oder mehrstufigen Ausführung nicht kleiner und billiger gebaut werden kann.

Montagehinweise

Die beiden Wellen müssen parallel sein, d. h. der Achsneigungsfehler und der Achsschränkungsfehler müssen entsprechend den Anforderungen des Triebes klein gehalten werden (siehe DIN 3960). Der Achsabstand im Gehäuse soll so genau wie möglich eingehalten werden. Für ATLANTA-Norm-Stirnradtriebe gilt als Richtwert $\pm 0,1$ mm für große Achsabstände, $\pm 0,02$ mm für kleine Achsabstände (zulässige Achsabstandsmaße siehe DIN 3964).

Das zulässige Flankenspiel lässt sich nach DIN 3960 genau ermitteln. Richtwerte für ATLANTA-Norm-Stirnradtriebe sind:

- Bei kleinen Rädern und Modul 1,0 bis 2,0 0,1 mm
- Bei mittleren Rädern und Modul 2 bis 4 0,2 mm
- Bei großen Rädern und Modul 4 bis 8 0,3 mm



Mounting notes

The two shafts must be parallel, i.e. the shaft inclination error and the shaft deviation error must be kept small in accordance with the requirements of the drive (see DIN 3960). The centre distance tolerance in the housing should be adhered to as close as possible. For ATLANTA standard spur gears a reference value of ± 0.1 mm applies to large centre distances and of ± 0.02 mm to small ones (for max. permissible centre distance dimensions see DIN 3964).

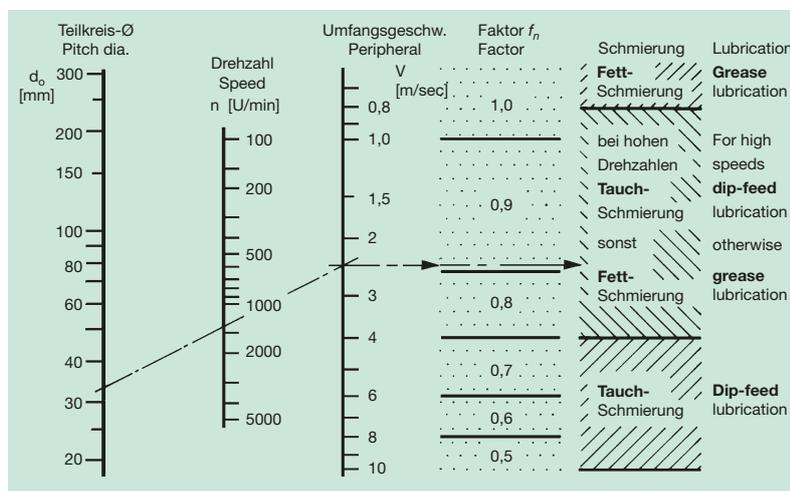
The permissible amount of backlash can be accurately determined on the basis of DIN 3960. Reference values for ATLANTA standard spur gears are as follows:

- For small gears and modules 1.0 to 2.0 0.1 mm
- For medium sized gears and modules 2 to 4 0.2 mm
- For large gears and modules 3 to 5 0.3 mm

Ermittlung der Schmierart

Determination of the type of lubrication

Bei Fettschmierung empfehlen wir unsere Schmier-systeme Seite P-2.



For grease lubrication we recommend our lubricating systems described on page P-2.



Grundsätzliches

Damit die einwandfreie Funktion von Stirnrädern gewährleistet ist, muss neben der Verzahnungsgenauigkeit die Rundlaufgenauigkeit zur Aufnahmebohrung beachtet werden. Dies wird bei der Wahl des Fertigungsverfahrens von ATLANTA-Lagernormteilen berücksichtigt.

Vorbohrung ausdrehen und Außenkonturen weiterbearbeiten

Bei der Weiterbearbeitung soll die Genauigkeit der Räder erhalten bleiben. Wir geben deshalb eine kleine Anleitung, wie Lagernormteile nachträglich weiterbearbeitet werden können.

Maschinelle Einrichtung: Meist genügt eine gute Drehbank mit weichen Blockbacken, die genau laufend ausgedreht werden sollten.

Die Bearbeitung von Kunststoff-Rädern soll zweckmäßigerweise mit Schnellstahlwerkzeugen und einer sehr hohen Schnittgeschwindigkeit (bis 200 m/min) erfolgen. Auf ein vorsichtiges Spannen der Werkstücke bei der Weiterbearbeitung ist wegen einer möglichen Verformung besonders zu achten.

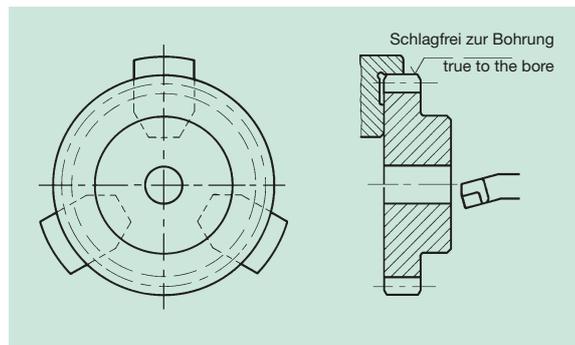
Als **gute Lösung** einer Wellenverbindung empfehlen wir unsere **Spannbuchsen**, siehe Kapitel N. Diese Spannbuchsen ermöglichen es, Wellentoleranzen von $h 8$ bis $k 6$ zu überbrücken. Arbeitsgänge wie Stoßen oder Fräsen von Nuten, Gewindeschneiden, Querbohrungen etc. sind nicht mehr erforderlich.

Beim Einsatz dieser Spannbuchsen sind die nachstehenden Ausführungen zu beachten.

ATLANTA-Stirnräder mit und ohne Nabe

Der Außendurchmesser von Stirnrädern wird schlagfrei zur Aufnahmebohrung gefertigt.

Sinngemäß gilt dasselbe für Zahnriemenräder und Rutschnaben.



ATLANTA spur gears with or without hub

The outside diameter of spur gears is cut true to the mounting bore.

The same applies to timing-belt pulleys and slip hubs.

Warmbehandlung

Alle ATLANTA-Stirnräder mit einseitiger Nabe sowie ein Teil der Stirnradscheiben (Werkstoff ist aus Maßblättern ersichtlich) werden aus normalgeglühtem Vergütungsstahl C 45 (Werkst.-Nr. 1.0503) gefertigt.

Wird eine höhere Festigkeit verlangt, können diese Antriebs-elemente aus C 45 vergütet, oder wahlweise auch die Zähne flamm- bzw. induktionsgehärtet werden (ca. 50 HRC).

General information

A precondition for the proper functioning of spur gears is the accuracy of the tooth system and the concentricity relative to the location hole. This is ensured by the manufacturing procedure selected for ATLANTA off-the-shelf standard parts.

Rough boring and finishing of outside contours

The accuracy of the gears must be retained during finishing. We therefore furnish some guidelines for the subsequent finishing of our off-the-shelf standard parts.

Machinery: Usually a good lathe with soft jaws which should be bored to run true is sufficient.

It is recommended to machine plastic gears with high-speed steel tools at a very high cutting speed (up to 200 m/min). Special care must be exercised when clamping the workpieces for finishing to avoid possible deformation.

As a **good solution** for a shaft connection we recommend our **clamping bushes** (see chapter N). These clamping bushes enable compensation for shaft tolerances of $h 8$ to $k 6$. Operations such as slotting or milling of keyways, thread cutting, cross drilling etc. are no longer necessary.

The following instructions should be observed when using these clamping bushes:

Heat treatment

All ATLANTA spur gears with one-sided hub as well as some of the spur gear plates (material to be derived from dimensional sheets) are made of normalized heat-treatable steel C45 (material no. 1.0503).

If higher strength is required, these drive elements made of C45 can be quenched and tempered or else the teeth can be flame or induction-hardened (approx. 50 RC).



Kurzbeschreibung unserer Stirnräder

Gefräste Ausführung

Zur Geräuschminderung und Laufruhe der Zahnräder ist die Verzahnung modifiziert. Die Verzahnungsqualität 8 bei Stahl und Grauguss bzw. 9 bei Kunststoff deckt viele Forderungen des Konstrukteurs und des Praktikers im allgemeinen Maschinenbau ab.

Diese Stirnräder sind aus Vergütungsstahl C 45 bzw. aus GG 20 hergestellt und in Modul 1 bis 10 vorrätig. Darüber hinaus stehen in Modul 1 bis 3 auch Zähnezahltreihen in Acetatharz (Delrin) ab Lager zur Verfügung.

Geschliffene Ausführung

= **Schnell** und **Leise** laufende Zahnräder werden unter Verwendung hochwertiger Einsatzstähle hergestellt und ganz einsatzgehärtet. Ihre Evolventen-Verzahnung ist nach DIN 3962/63 in Qualität 7 geschliffen. Die Zahnform ist zur Geräuschminderung und Laufruhe durch Kopf- und Fuß-Rücknahme, Kopfkantenbruch, durch längsballiges Zahntragen etc. modifiziert. Bei der Passfedernut nach DIN 6885 ist die Stellung Nut/Verzahnung innerhalb enger Toleranzen gewährleistet. Die Plananschlag- und Planparallelität mit 0,01 mm, die Bohrungspassungen in H6-Toleranzen und die Einführungsfasen an beiden Stirnkanten der Nut gewährleisten einen problemlosen Einbau mit kleinsten Rund- und Planschlagfehlern. Unter Beachtung des unserer Fertigung zugrunde gelegten Flankenspiels e_{25} nach DIN 3967 sollte die Achsabstands-Toleranz nach Reihe ≤ 7 aus DIN 3964 gewählt werden.

Die Abmessungen und Zähnezahltreihen sind an DIN 69 001 angelehnt und an Kundenwünschen orientiert.

Short description of our spur gears

Milled design

For the purpose of noise reduction and quietness of operation, the teeth have been modified. Grade 8 teeth for steel and grey cast iron or grade 9 for plastic fulfill many requirements of designers and technicians in the mechanical engineering sector.

These spur gears are made of heat-treatable steel C45 or C.I.20 and available in modules 1 to 10. In addition, modules 1 to 3 are also available with various numbers of teeth made of acetal resin (Delrin).

Ground design

Fast and quiet running gears are manufactured of high-quality case-hardening steel and are completely case-hardened. Their straight involute teeth are ground to grade 7 in accordance with DIN 3962/63. For the purpose of noise reduction and quietness of operation the shape of the teeth has been corrected by tooth tip and root relief, tip breakage, crowning etc.

The keyway is according to DIN 6885 and the position keyway/teeth is guaranteed within close tolerances. Axial play and plane parallelism tolerances of 0.01 mm, bored hole fits made to H6 tolerances and the chamfers provided at both edges of the keyway ensure trouble-free mounting involving a minimum of radial and axial play. Taking into account the backlash e_{25} in accordance with DIN 3967 which underlies our manufacture, the centre distance tolerance should be selected in accordance with series ≤ 7 as laid down in DIN 3964.

The dimensions and numbers of teeth correspond to DIN 69001 and consider customers' requirements.





Für die Werte der Belastungstabelle wurde ein gleichmäßiger, stoßfreier Betrieb und gesicherte Fettschmierung zugrunde gelegt. Da die Anwendungsfälle in der Praxis sehr verschieden sind, ist es erforderlich, die jeweiligen Verhältnisse durch entsprechende Faktoren S_B , K_A und f_n zu berücksichtigen (siehe untenstehend).

Formeln zur Drehmomentermittlung



$$a = \frac{v}{t_b} \quad [\text{m/s}^2]$$

$$F_u = m \cdot g + m \cdot a \quad (\text{für Hubachse}) \quad [\text{N}]$$

$$F_u = m \cdot g \cdot \mu + m \cdot a \quad (\text{für Fahrachse}) \quad [\text{N}]$$

$$T_{2\text{erf.}} = \frac{F_u \cdot d}{2000} \quad [\text{Nm}]$$

$$T_{2\text{zul.}} = \frac{T_{2\text{Tabelle}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n} \quad [\text{Nm}]$$

Bedingung $T_{2\text{zul.}} > T_{2\text{erf.}}$ muss erfüllt sein.

Belastungsfaktor K_A

Antrieb	Belastungsart der anzutreibenden Maschinen		
	gleichförmig	mittlere Stöße	starke Stöße
gleichförmig	1,00	1,25	1,75
leichte Stöße	1,25	1,50	2,00
mittlere Stöße	1,50	1,75	2,25

Sicherheitsbeiwert S_B

Der Sicherheitsbeiwert ist nach Erfahrung zu berücksichtigen ($S_B \approx 1,1 + 1,4$).

Lebensdauerfaktor f_n

für den Einfluss der Umfangsgeschwindigkeit des Ritzels, der Schmierung und der Steifigkeit der Ritzellagerung.

Lagerabstand*	1 x Zahnbreite			2 x Zahnbreite		
	kontin.	tägl.	monatl.	kontin.	tägl.	monatl.
Schmierung						
Umfangsgeschw. der Verzahnung						
	m/sec	m/min				
0,5	30	0,85	0,95	von	1,05	1,15
1,0	60	0,95	1,10	von	1,15	1,30
1,5	90	1,00	1,20	3	1,20	1,45
2,0	120	1,05	1,30	bis	1,25	1,60
3,0	180	1,10	1,50	10	1,40	1,90
5,0	300	1,25	1,90		1,55	2,30

* Berücksichtigt wird der Abstand von der Mitte des Ritzels bis zur Mitte des benachbarten Lagers.

Schmierung: Unsere Angaben beruhen auf der bei Servo-Antrieben üblichen, durch Pausenzeiten unterbrochenen Einsatzdauer und einer kontinuierlichen Schmierung. (Die Werte für tägliche und monatliche Schmierung sind rechnerisch nicht fassbar und lediglich Empfehlungen, die auf die Bedeutung einer guten Schmierung hinweisen sollen.) Eine erprobte Lösung für die kontinuierliche Schmierung erhalten Sie mit automatischen Schmierbüchsen. Nähere Angaben finden Sie in unseren Schmierempfehlungen.

The values given in the load table are based upon uniform, smooth operation and reliable grease lubrication. Since, in practice, the applications are very diverse, it is important to consider the given conditions by using appropriate factors S_B , K_A and f_n (see below).

Formulas for determining the torque



$$a = \frac{v}{t_b} \quad [\text{m/s}^2]$$

$$F_u = m \cdot g + m \cdot a \quad (\text{for lifting axle}) \quad [\text{N}]$$

$$F_u = m \cdot g \cdot \mu + m \cdot a \quad (\text{for driving axle}) \quad [\text{N}]$$

$$T_{2\text{req.}} = \frac{F_u \cdot d}{2000} \quad [\text{Nm}]$$

$$T_{2\text{perm.}} = \frac{T_{2\text{table}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n} \quad [\text{Nm}]$$

The condition $T_{2\text{perm.}} > T_{2\text{req.}}$ must be fulfilled.

Load factor K_A

Drive	Type of load from the machines to be driven		
	uniform	medium shocks	heavy shocks
uniform	1,00	1,25	1,75
light shocks	1,25	1,50	2,00
medium shocks	1,50	1,75	2,25

Safety coefficient S_B

The safety coefficient should be allowed for according to experience ($S_B = 1.1 + 1.4$).

Life-time factor f_n

considering of the peripheral speed of the pinion, the lubrication and the stiffness of the pinion support.

Bearing distance*	1 x tooth width			2 x tooth width		
	contin.	daily	monthly	contin.	daily	monthly
Peripheral speed of gearing						
	m/sec	m/min				
0,5	30	0,85	0,95	von	1,05	1,15
1,0	60	0,95	1,10	von	1,15	1,30
1,5	90	1,00	1,20	3	1,20	1,45
2,0	120	1,05	1,30	bis	1,25	1,60
3,0	180	1,10	1,50	10	1,40	1,90
5,0	300	1,25	1,90		1,55	2,30

* Distance from centre of pinion to centre of adjacent bearing.

Lubrication: Our values are based upon the operating times interrupted by intervals, which are normal for servo-assisted drives, and continuous lubrication.

(The values for daily and monthly lubrication cannot be determined by calculation and are only recommendations which underline the importance of a good lubrication.) A proven solution for continuous lubrication are automatic lubricators. For details, please see our lubricating recommendations.



Rechenbeispiel Calculation example

Vorgabewerte Values given

- ⊗ Hubantrieb
lifting operation
- bewegte Masse
mass to be moved $m = 300 \text{ kg}$
- Geschwindigkeit
speed $v = 1,08 \text{ m/s}$
- Beschleunigungszeit
acceleration time $t_b = 0,27 \text{ s}$
- Erdbeschleunigung
acceleration due to gravity $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- Ritzel Teilkreis-Ø
pitch-circle dia. of pinion $d = 67,90 \text{ mm}$
- Belastungsfaktor
load factor $K_A = 1,2$
- Lebensdauerfaktor
life-time factor $f_n = 1,1$ (tägl. Schmierung)
- Sicherheitsbeiwert
safety coefficient $S_B = 1,2$

Rechengang Calculation process

$$a = \frac{v}{t_b} \quad a = \frac{1,08}{0,27} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$F_u = m \cdot g + m \cdot a \quad F_u = 300 \cdot 9,81 + 300 \cdot 4 = 4143 \text{ N}$$

$$T_{2\text{erf.}} = \frac{F_u \cdot d}{2000} \quad T_{2\text{erf.}} = \frac{4143 \cdot 67,9}{2000} = 140 \text{ Nm}$$

zulässiges Drehmoment $T_{2\text{Tabelle}}$ s. Seite F-19
permissible gear torque $T_{2\text{table}}$ see page F-19
gewählt 29.20.100 und Ritzel 24 23 532 mit $T_{2\text{Tab}} = 290 \text{ Nm}$
assumed and pinion with

$$T_{2\text{zul.}} = \frac{T_{2\text{Tabelle}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n}; T_{2\text{zul.}} = \frac{290}{1,25 \cdot 1,2 \cdot 1,1} = 176 \text{ Nm}$$

Bedingung Condition

$$T_{2\text{zul.}} > T_{2\text{erf.}} = 176 \text{ Nm} > 140 \text{ Nm} = \text{erfüllt}$$

fulfilled

Ergebnis: Result	Zahnstange Rack	29 20 100	Seite F-4 Page F-4
	Ritzel Pinion	24 23 532	Seite F-12 Page F-12

Ihre Rechnung Your calculation

Vorgabewerte Values given

- ⊗ Hubantrieb
lifting operation
- bewegte Masse
mass to be moved $m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$
- Geschwindigkeit
speed $v = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$
- Beschleunigungszeit
acceleration time $t_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$
- Erdbeschleunigung
acceleration due to gravity $g = \underline{9,81} \text{ m/s}^2$
- Ritzel Teilkreis-Ø
pitch-circle dia. of pinion $d = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$
- Belastungsfaktor
load factor $K_A = \underline{\hspace{2cm}}$
- Lebensdauerfaktor
life-time factor $f_n = \underline{\hspace{2cm}}$
- Sicherheitsbeiwert
safety coefficient $S_B = \underline{\hspace{2cm}}$

Rechengang Calculation process

$$a = \frac{v}{t_b} \quad a = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$$

$$F_u = m \cdot g + m \cdot a \quad F_u = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$$

$$T_{2\text{erf.}} = \frac{F_u \cdot d}{2000} \quad T_{2\text{erf.}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Nm}$$

zulässiges Drehmoment $T_{2\text{Tabelle}}$
permissible gear torque $T_{2\text{table}}$

$$T_{2\text{zul.}} = \frac{T_{2\text{Tabelle}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n}; T_{2\text{zul.}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Nm}$$

Bedingung Condition

$$T_{2\text{zul.}} > T_{2\text{erf.}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Nm} > \underline{\hspace{2cm}} \text{ Nm} = \text{erfüllt}$$

fulfilled

