





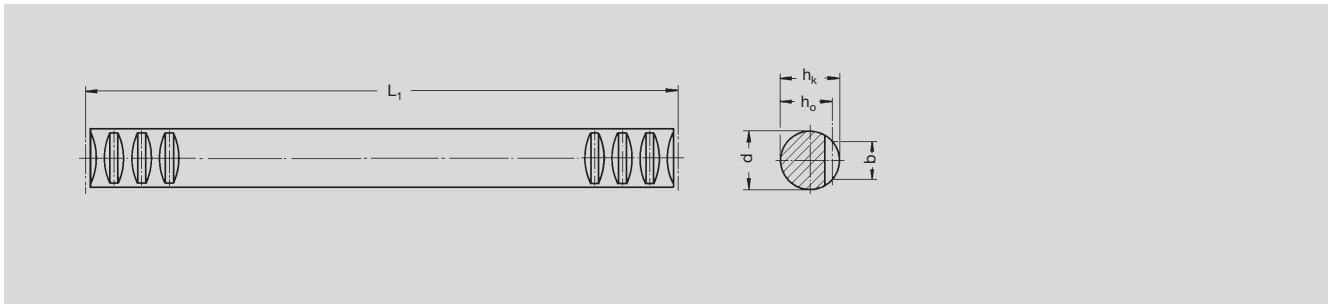





	Reihe Series	Modul Module	Wärmebehandlung der Verzahnung Heat treatment of teeth	Verzahnungs- Toleranz Grade of teeth	Seite Page
Rundzahn- stangen Round racks 	35	1; 1,5; 2; 3; 4	vergütet quenched and tempered	7 h	G-2
	35	1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5	weich soft	9	G-3
	36	1; 1,5; 2; 3	rostfrei stainless steel	 8	G-4
Führungsbuchen Guide bushes 					G-5
Zahnstangen Racks 	37	Teilung 5 + 10 Pitch 5 + 10	weich soft	9	G-6
Zahnräder Gear wheels 	24	Teilung 5 + 10 Pitch 5 + 10	einsatzgehärtet case-hardened	7	G-10
	07	Teilung 5 + 10 Pitch 5 + 10	weich soft	8	G-10
		Schrumpfscheiben-Spannsätze Shrink-disc clamping sets			G-10
		Auswahl und Belastungstabellen Selection and load tables			G-11
		Elektronisch gesteuerte Schmierbüchsen – Gleitpinsel und Schlauchverbindungs-Set Electronically controlled lubricators, sliding-type lubricating brushes and hose-connection sets			M-1
		Filz-Zahnrad und Befestigungsachse Felt gear and mounting shaft			M-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	2000,0	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	2000,0	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	2000,0	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 100 DIN 17210
- Vergütet 960–1000 N/mm²
- Profil geschliffen h6

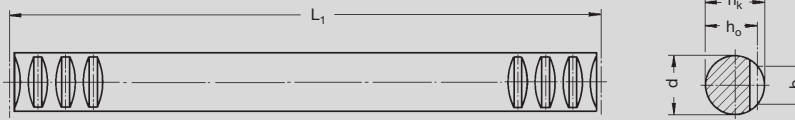
- Teeth milled
- material E TG 100 DIN 17210
- quenched and tempered 960–1000 N/mm²
- profile ground h6


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

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

Für die Berechnung und Auswahl der Zahnstangentriebe siehe Rechenbeispiel auf der Seite G-19.

For the calculation and selection of the rack & pinion drive, see page G-19.

**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 M-2.

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

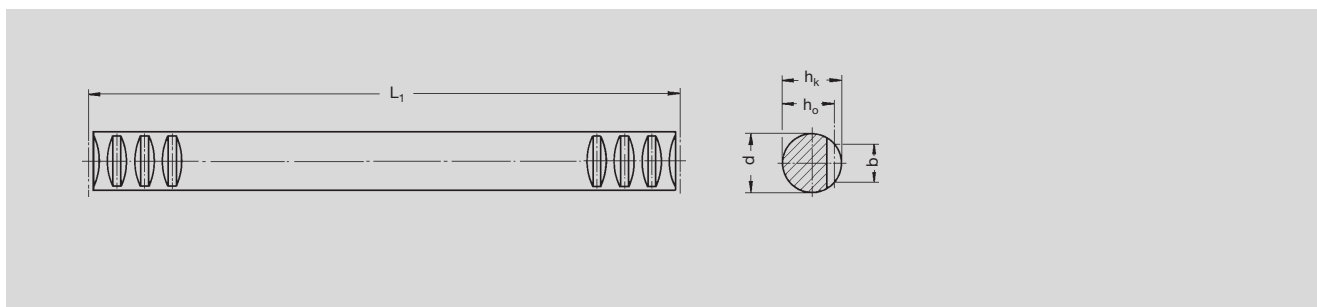
Für die Berechnung und Auswahl der Zahnstangentriebe siehe Rechenbeispiel auf der Seite G-19.

For the calculation and selection of the rack & pinion drive, see page G-19.



Qualität 8

Quality 8



Bestell-Nr. Order code	L_1	Zähnezahl N° of teeth z	\varnothing 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 M-2.

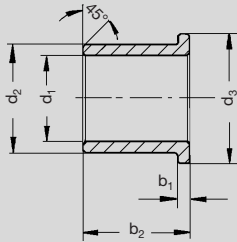
For lubrication of rack & pinions we recommend our automatic lubrication systems, see page M-2.

Für die Berechnung und Auswahl der Zahnstangentriebe siehe Rechenbeispiel auf der Seite G-19.

For the calculation and selection of the rack & pinion drive, see page G-19.



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:

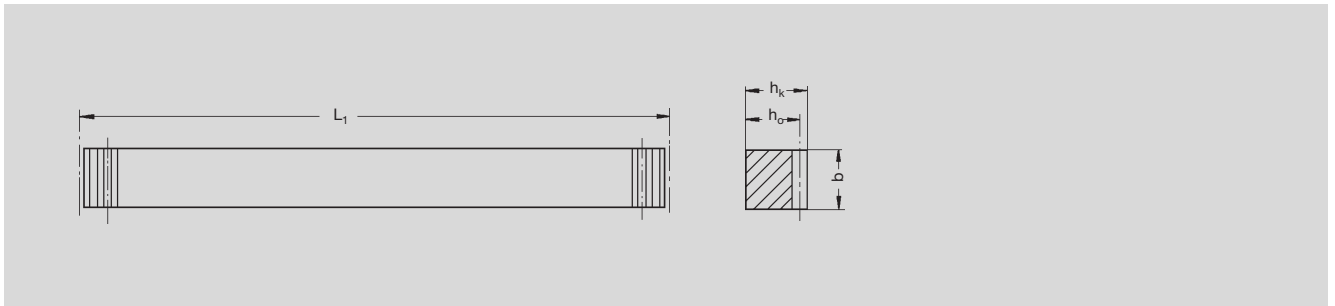
- Maximum surface pressure: up to 45 N/mm²
- Friction coefficient: 0.04 to 0.12
- Max. Sliding speed: 1.0 m/s
- Temperature Range: -20 °C to + 100 °C

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

Gesamtteilungsfehler / Total pitch error

$GT_f/1000 \leq 0,220 \text{ mm,}$
 $GT_f/2000 \leq 0,440 \text{ mm.}$

- 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 M-2.

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

Für die Berechnung und Auswahl der Zahnstangentriebe siehe Rechenbeispiel auf der Seite G-19.

For the calculation and selection of the rack & pinion drive, see page G-19.



Maximal zulässige Drehmomente¹⁾ in Nm

für Flanken- und Zahnbruchbeanspruchung bei guter Fettschmierung (d.h. Einsatz elektronischer Schmierbuchsen lt. Seite M-2 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 N-4 überprüft werden. Übertragbare Drehmomente mit Schrumpfscheibe siehe Seite G-10.

Modul/Module 1

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

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
Bestell-Nr. - Reihe Order code - series		○ 35 20... / 36 92... ²⁾		○ 35 21... ²⁾
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...
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. gerade straight			
15	30	4,5	14	22
17	34	7,8	20	29
18	36	10,0	23	33
20	40	14,0	28	43
22	44	19,0	33	52
25	50	27,0	48	68
27				
28	56	33,0	64	82
30	60	44,0	74	100
32	64	55,0	83	116
36	72	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 M-2 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 G-10.

Modul/Module 1,5

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

Modul/Module 2,5

Zahnstange Rack Verzahnung Tooth system		weich soft 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...*
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. gerade straight		
15	37,5	8,6	15,5
17	42,5	14,0	25,0
18	45,0	18,0	32,0
20	50,0	25,0	45,0
22	55,0	35,0	60,0
25	62,5	53,0	95,0
28	70,0	60,0	115,0
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 M-2 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 N-4 überprüft werden. Übertragbare Drehmomente mit Schrumpfscheibe siehe Seite G-10.

Modul/Module 3

Zahnstange Rack Verzahnung Tooth system		weich soft gerade straight		vergütet quenched + tempered 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...
Ritzelzähnezahl No. of pinion teeth	Teilkreis d pitch circle dia. gerade straight			
15	45	13	41	63
17	51	21	70	100
18	54	35	81	121
20	60	46	92	138
22	66	66	115	170
25	75	97	168	235
28	84	130	205	285
30				
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 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. gerade straight		
12	60	50	150
13	65	60	180
15	75	90	260
17	85	120	350
18	90	160	400
19	95	190	450
20	100	230	500
21	105	280	560
22	110	330	610
24	120	430	740
25	125	490	800
30	150	800	1200
36			

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

for flank and tooth breaking loads with good grease lubrication (i.e. use of the electronic lubricator described on page M-2 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 N-4. Max. torque with shrink disc see on page G-10.

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. gerade straight				
15	60	40	130	190	
17	68	60	175	250	
18	72	85	200	290	
20	80	115	250	355	
22	88	165	300	430	
25	100	240	415	575	
28	112	350	505	720	
30					
32	128	490	700	962	
36	144	680	900	1200	
40	160	850	1100	1550	



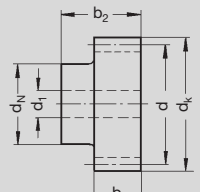
gerade verzahnt, Verzahnung geschliffen, 20° Eingriffswinkel Straight tooth system, ground teeth, 20° transverse pressure angle



16MnCr5, 1.7131
einsatzgehärtet case-hardened
Verz.-Qual. Gearing grade
7 e 25

Bestell-Nr. Order code	Modul Module	Zähnezahl N° of teeth	d	d _k	d ₁ ^{H6}	d _N	b ₁	b ₂	u	t	kg	Spannsatz lt. Seite G-10 shrink-disc on page G-10
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	d _k	d ₁	d _N	b ₁	b ₂	kg
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

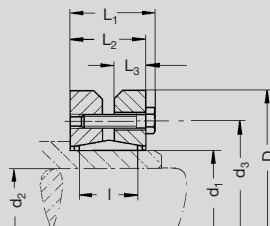
Eine Weiterbearbeitung (Bohrung ausdrehen, nuten, Gewinde anbringen etc.) ist kurzfristig möglich.
Further finishing (turning bores, keywaying, threading, etc.) is possible within short time.



Für Zahnräder mit geschliffener Verzahnung
For gearwheels with ground teeth

Lieferung erfolgt
als kompletter Satz

Supplied as
complete set



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

Bestell-Nr. Order code	T ₂ max	d ₂	d ₁	d ₃	D	L ₁	L ₂	L ₃	l	G	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	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	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	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	11,322	0,8
80 80 055	1480 810 630	44 35 32	44	55	100,2	34,5	30,5	13,00	23,0	8 x M6	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	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	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	88,870	1,9
80 80 110	7710	75	110	145	185,2	57,0	50,0	22,00	39,0	9 x M10	351,503	5,9
80 80 125	11080	85	125	160	215,3	61,0	54,6	23,00	42,0	12 x M10	664,000	8,3
80 81 024	270	20	24	36	50,2	23,0	19,5	7,60	14,0	5 x M5	0,780	0,2

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 Betriebs- und Wartungsanleitung anziehen (nicht überkreuz anziehen). Überprüfen mit anzeigendem Drehmomentschlüssel.

Description

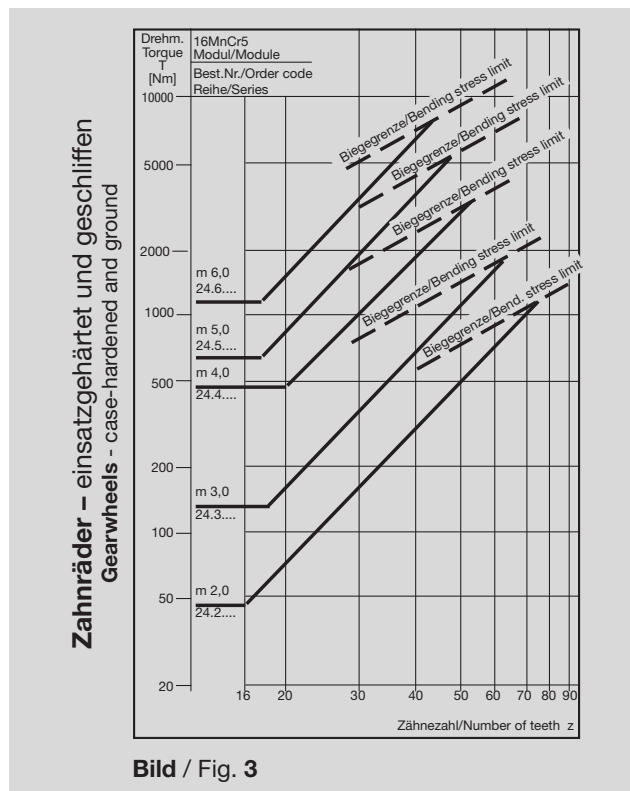
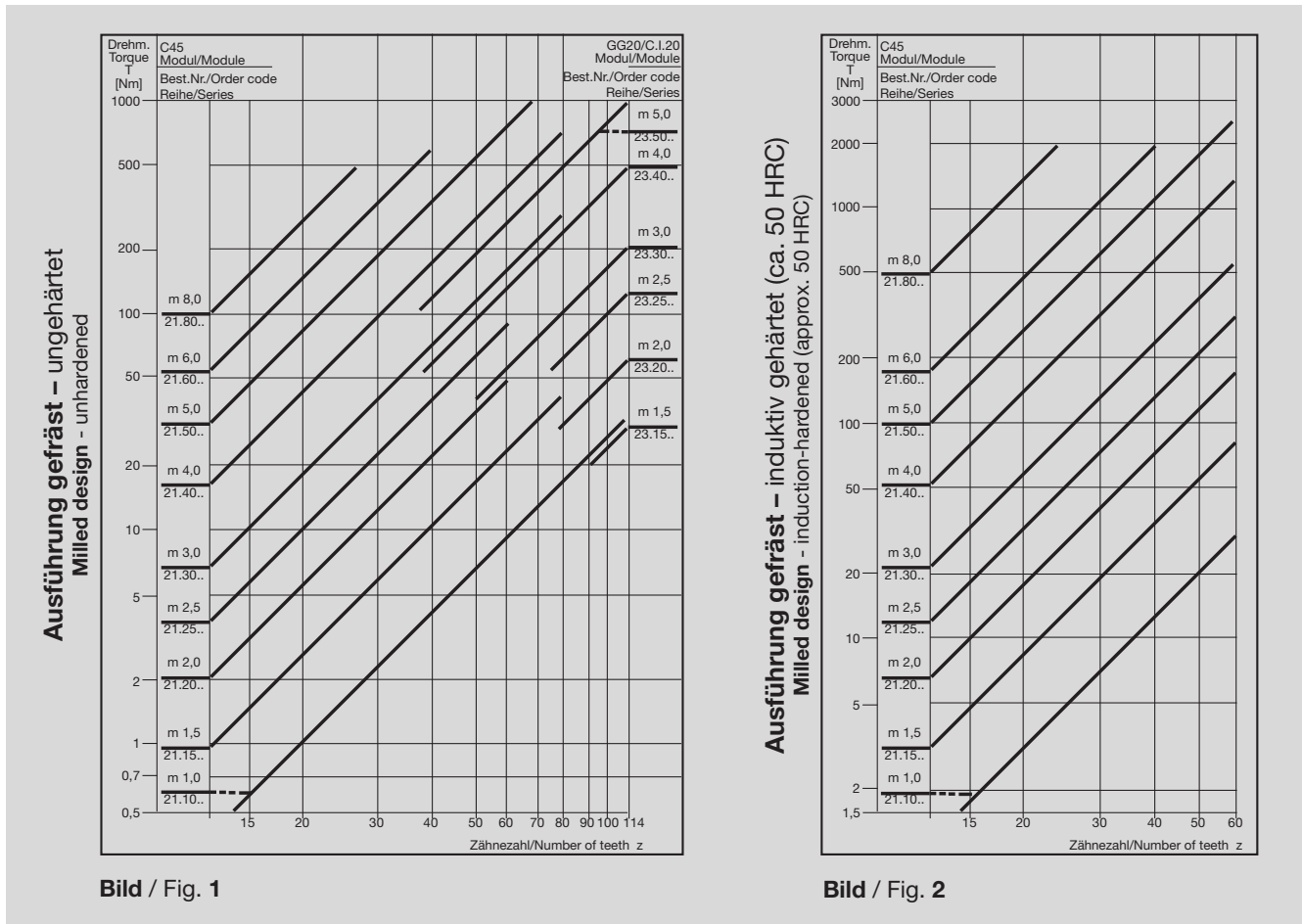
The series 24 cylindrical gears can be fitted on shafts (tolerance h7) either with key or with shrink plate fitting proceed as follows:

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 operation and maintenance instructions (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)





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

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.

for rolling load and for bending load

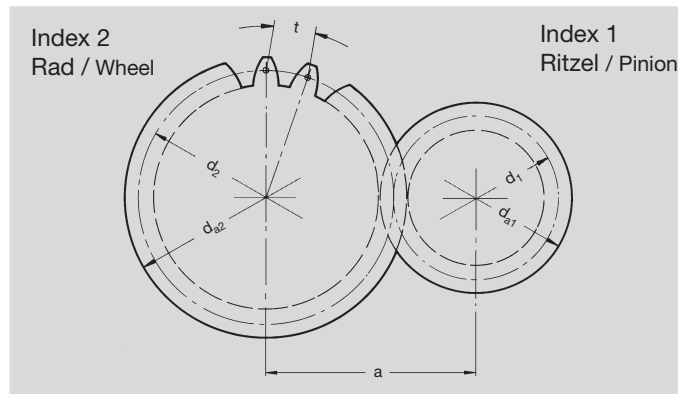
$\sigma_{bW} = 200 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{bW} = 50 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{bW} = 460 \text{ N/mm}^2$

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.

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	
	ge-schliffen	ge-fräst		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.

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 $v \leq \text{m/sec}$	Faktor f_n		Lubrication recommendation		
	ground	milled	Type Lubricant	acc. to DIN 51512 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 G-13 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 G-11.

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

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 G-11.

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 G-13. The resulting product in Nm (rounded off!) is the basis for the selection of a suitable pinion or gear from the diagrams on page G-11.

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

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 G-11.

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 $v \sim 2 \text{ m/s}$



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.

Lagerkräfte bei beidseitiger Lagerung

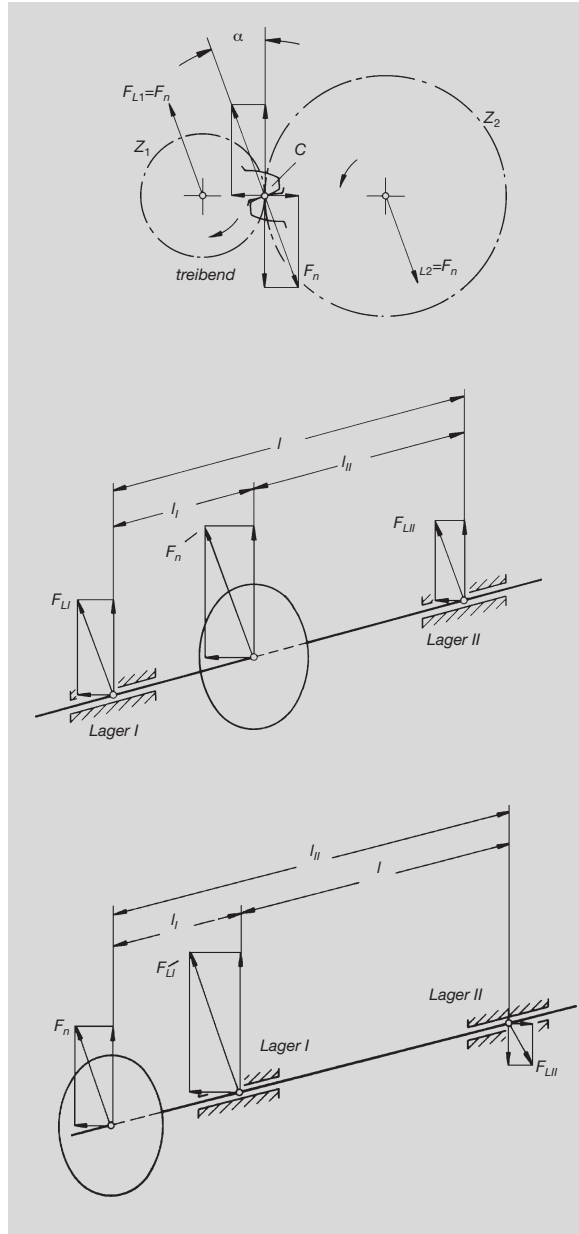
$$F_{LI} = \frac{F_n \cdot l_{II}}{l} \quad [\text{N}]$$

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

Lagerkräfte bei einseitiger Lagerung

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

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



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
 $\cos 20^\circ = 0,9397$

Bearing forces acting when supported on both sides

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

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

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.

Straight-tooth spur gears

Selection of the spur gears

a) High-grade spur gear drives

Spur gear drives which have to meet high demands as regards quietness of operation require a high contact ratio, i.e. the pinion should have at least 25 teeth. For extraordinarily high requirements, hardened and ground, or even helical, spur gears are used.

b) Secondary spur gear drives

For spur gear drives such as manual drives or drives with low peripheral speeds, pinions with 12 teeth and more can be used.

Arrangement of spur gears

Preferably the shafts should be arranged horizontally. This position is particularly favourable with regard to housing design, lubrication and sealing.

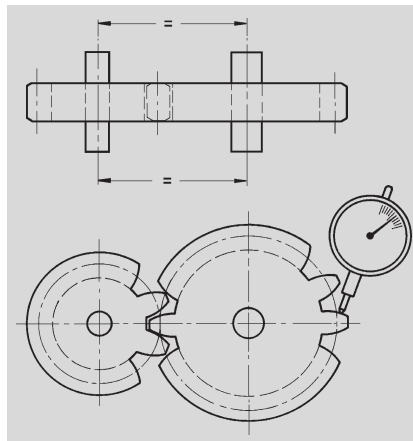
If a high gear ratio is required, a more compact and cheaper solution could be the employment of a double or multi-stage design.

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

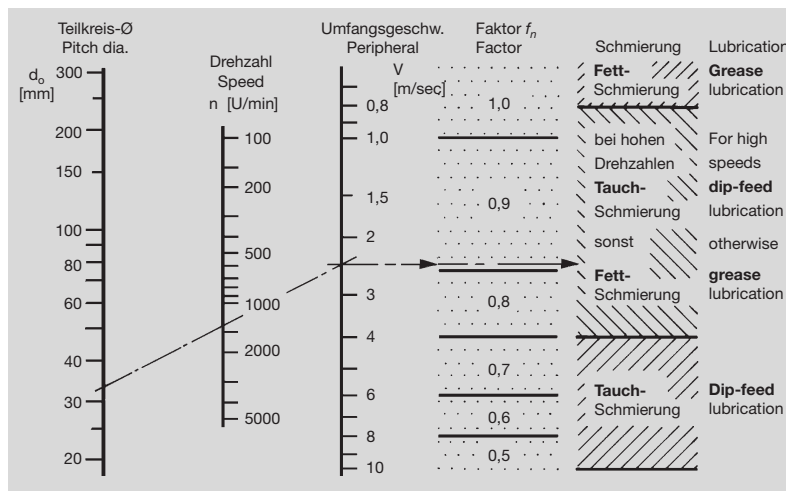
The two shafts must be parallel, i.e. the shaft inclination error and the shaft deviation error must be kept small in accordance with the requirements of the drive (see DIN 3960). The centre distance tolerance in the housing should be adhered to as close as possible. For ATLANTA standard spur gears a 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 M-2.

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

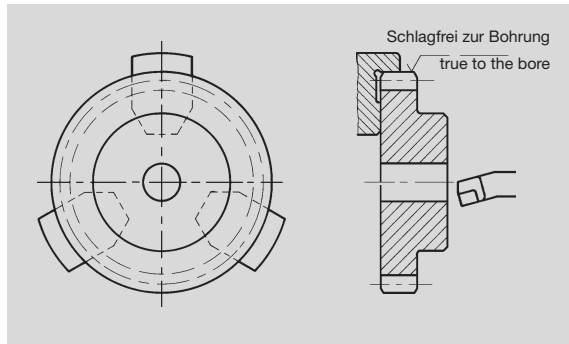
Als **gute Lösung** einer Wellenverbindung empfehlen wir unsere **Spannbuchsen**, siehe Kapitel N. Diese Spannbuchsen ermöglichen es, Wellentoleranzen von $h\ 8$ bis $k\ 6$ zu überbrücken. Arbeitsgänge wie Stoßen oder Fräsen von Nuten, Gewindeschneiden, Querbohrungen etc. sind nicht mehr erforderlich.

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 gear 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.

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:



Kurzbeschreibung unserer Stirnräder

Gefräste Ausführung

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

Diese Stirnräder sind aus Vergütungsstahl C 45 hergestellt und in Modul 1 bis 10 vorrätig.

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 Planschlag- 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 fulfill many requirements of designers and technicians in the mechanical engineering sector.

These spur gears are made of heat-treatable steel C45 and available in modules 1 to 10.

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, $K_{HB}=1,0$ 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 , L_{KHB} und f_n zu berücksichtigen (siehe untenstehend).

Formeln zur Ermittlung der Umfangskraft

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

$$F_u = \frac{m \cdot g + m \cdot a}{1000} \quad (\text{für Hubachse}) \quad [\text{kN}]$$

$$F_u = \frac{m \cdot g \cdot \mu + m \cdot a}{1000} \quad (\text{für Fahrachse}) \quad [\text{kN}]$$

$$F_{u \text{ zul.}} = \frac{F_{u \text{ Tab}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n \cdot L_{KHB}} \quad [\text{kN}]$$

Erklärung der Formelzeichen siehe Seite G-20

Bedingung $F_u < F_{u \text{ zul.}}$ 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 ($S_B = 1,25 \square 1,50$).

Dies gilt für Zahnstangengetriebe mit einem Antrieb / Zahnstangenstrecke. Für mehrere Antriebe auf einer Zahnstangenstrecke, als auch für verspannte Triebe, ist der Sicherheitsbeiwert entsprechend zu erhöhen. Im Zweifel kontaktieren Sie bitte unseren technischen Service.

Lebensdauerfaktor f_n

für den Einfluss der Umfangsgeschwindigkeit des Ritzels und der Schmierung.

Schmierung	kontin.	tägl.	monatl.	Umfangsgeschw. der Verzahnung	
				m/sec	m/min
0,5	0,85	0,95			
1,0	0,95	1,10	von		
1,5	1,00	1,20	3		
2,0	1,05	1,30	bis		
3,0	1,10	1,50	10		
5,0	1,25	1,90			

Linearer Breitenfaktor L_{KHB}

Der linearer Breitenfaktor berücksichtigt ungleichmäßige Lastenverteilung über die Zahnbreite auf die Flankenpressung ($L_{KHB} = \sqrt{K_{HB}}$).

- $L_{KHB} = 1,1$ bei Gegenlagerung z.B. Torque Supporter
- $= 1,2$ bei Vorgespannten Lagern der Abtriebswelle z.B. Atlanta HT-, HP- und E-Servo Schneckengetriebe, BG-Servo Kegelradgetriebe
- $= 1,5$ bei nicht vorgespannten Lagern der Abtriebswelle z.B. B-Servo Schneckengetriebe

The values given in the load table are based upon uniform, smooth operation, $K_{HB}=1,0$ 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 , L_{KHB} and f_n (see below).

Formulas for determining the tangential force

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

$$F_u = \frac{m \cdot g + m \cdot a}{1000} \quad (\text{for lifting axle}) \quad [\text{kN}]$$

$$F_u = \frac{m \cdot g \cdot \mu + m \cdot a}{1000} \quad (\text{for driving axle}) \quad [\text{kN}]$$

$$F_{u \text{ perm.}} = \frac{F_{u \text{ tab}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n \cdot L_{KHB}} \quad [\text{kN}]$$

Formula dimensions see page G20

The condition $F_u < F_{u \text{ perm.}}$ 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 ($S_B = 1.25 \square 1.50$).

This is valid for rack drives with one drive / rack line. For multiple drives on one rack line, as well as for preloaded drives, this safety coefficient have to be increased. In case of doubts please contact our technical services.

Life-time factor f_n

considering of the peripheral speed of the pinion and lubrication.

Lubrication	contin.	daily	monthly	Peripheral speed of gearing	
				m/sec	m/min
0,5	0,85	0,95			
1,0	0,95	1,10	from		
1,5	1,00	1,20	3		
2,0	1,05	1,30	to		
3,0	1,10	1,50	10		
5,0	1,25	1,90			

Linear load distribution factor L_{KHB}

The linear load distribution factor considers the contact stress, while it describes unintegrated load distribution over the tooth width ($L_{KHB} = \sqrt{K_{HB}}$).

- $L_{KHB} = 1,1$ for counter bearing, e.g. Torque Supporter
- $= 1,2$ for preloaded bearings on the output shaft e.g. Atlanta Ht-, HP- and E-servo worm gear unit, BG-bevel gear unit
- $= 1,5$ for unpreloaded bearings on the output shaft e.g. Atlanta B-servo worm gear unit



Rechenbeispiel Calculation example

Vorgabewerte Values given

- Fahrtrieb
travelling operation
- bewegte Masse $m = 820$ kg
mass to be moved
- Geschwindigkeit $v = 2$ m/s
speed
- Beschleunigungszeit $t_b = 1$ s
acceleration time
- Erdbeschleunigung $g = 9,81$ m/s²
acceleration due to gravity
- Reibwert $\mu = 0,1$
coefficient of friction
- Belastungsfaktor $K_A = 1,5$
load factor
- Lebensdauerfaktor $f_n = 1,05$ (kont. Schmierung)
life-time factor (cont. lubrication)
- Sicherheitsbeiwert $S_B = 1,4$
safety coefficient
- Linearer Breitenfaktor $L_{KH\Box} = 1,5$
linear load distribution factor

Rechengang Calculation process

$$a = \frac{v}{t_b} \quad a = \frac{2}{1} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$F_u = \frac{m \cdot g \cdot \mu + m \cdot a}{1000}$$

$$F_u = \frac{820 \cdot 9,81 \cdot 0,1 + 820 \cdot 2}{1000} = 2,44 \text{ kN}$$

zulässige Vorschubkraft $F_{u \text{ Tab}}$:
Zahnstange C45, ind. gehärtet, Q10,
gerade verzahnt, Modul 3, Ritzel 16MnCr5,
einsatzgehärtet, 20 Zähne,
Seite F-33 mit $F_{u \text{ Tab}} = 11,5$ kN
permissible feed force $F_{u \text{ Tab}}$:
rack C45, ind. hardened, Q10, straight tooth, module 3,
pinion 16MnCr5, case hardened, 20 teeth
page F-33 with $F_{u \text{ Tab}} = 11,5$ kN

$$F_{u \text{ zul./per.}} = \frac{F_{u \text{ Tab}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n \cdot L_{KH\Box}} ;$$

$$F_{u \text{ zul./per.}} = \frac{11,5 \text{ kN}}{1,5 \cdot 1,4 \cdot 1,05 \cdot 1,5} = 3,47 \text{ kN}$$

Bedingung Condition

$$F_{u \text{ zul./per.}} > F_u ; 3,47 \text{ kN} > 2,44 \text{ kN} \quad \Rightarrow \text{erfüllt}$$

fulfilled

Ergebnis: Result	Zahnstange Rack	27 30 101	Seite F-12 Page F-12
	Ritzel Pinion	24 35 220	Seite F-15 einsatzgehärtet Page F-15 case hardened

Ihre Rechnung Your calculation

Vorgabewerte Values given

- Fahrtrieb
travelling operation
- bewegte Masse $m =$ _____ kg
mass to be moved
- Geschwindigkeit $v =$ _____ m/s
speed
- Beschleunigungszeit $t_b =$ _____ s
acceleration time
- Erdbeschleunigung $g = 9,81$ m/s²
acceleration due to gravity
- Reibwert $\mu =$ _____
coefficient of friction
- Belastungsfaktor $K_A =$ _____
load factor
- Lebensdauerfaktor $f_n =$ _____
life-time factor
- Sicherheitsbeiwert $S_B =$ _____
safety coefficient
- Linearer Breitenfaktor $L_{KH\Box} =$ _____
linear load distribution factor

Rechengang Calculation process

$$a = \frac{v}{t_b} \quad a =$$
 _____ = _____ m/s²

$$F_u = \frac{m \cdot g \cdot \mu + m \cdot a}{1000} ; F_u =$$
 _____ = _____ kN

zulässige Vorschubkraft $F_{u \text{ Tab}}$
permissible feed force $F_{u \text{ Tab}}$

$$F_{u \text{ zul./per.}} = \frac{F_{u \text{ Tab}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n \cdot L_{KH\Box}} ;$$

$$F_{u \text{ zul./per.}} =$$
 _____ = _____ kN

Bedingung Condition

$$F_{u \text{ zul./per.}} > F_u ;$$
 _____ kN > _____ kN \Rightarrow erfüllt
fulfilled



Rechenbeispiel Calculation example

Vorgabewerte Values given

⊗ Hubantrieb
lifting operation

bewegte Masse $m = 300$ kg
mass to be moved

Geschwindigkeit $v = 1,08$ m/s
speed

Beschleunigungszeit $t_b = 0,27$ s
acceleration time

Erdbeschleunigung $g = 9,81$ m/s²
acceleration due to gravity

Belastungsfaktor $K_A = 1,2$
load factor

Lebensdauerfaktor $f_n = 1,1$ (tägl. Schmierung)
life-time factor (cont. lubrication)

Sicherheitsbeiwert $S_B = 1,4$
safety coefficient

Linearer Breitenfaktor $L_{KH\Box} = 1,2$
linear load distribution factor

Rechengang Calculation process

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

$$F_u = \frac{m \cdot g + m \cdot a}{1000} \quad F_u = \frac{300 \cdot 9,81 + 300 \cdot 4}{1000} = 4,1 \text{ kN}$$

zulässige Vorschubkraft $F_{u \text{ Tab}}$:
Zahnstange C45, ind. gehärtet, Q6,
schräg verzahnt, Modul 2, Ritzel 16MnCr5,
einsatzgehärtet, 20 Zähne,
Seite E19 mit $F_{u \text{ Tab}} = 11,5$ kN

permissible feed force $F_{u \text{ Tab}}$:
rack C45, ind. hardened, Q6, helical tooth, module 2,
pinion 16MnCr5, case hardened, 20 teeth
page E-19 with $F_{u \text{ Tab}} = 11,5$ kN

$$F_{u \text{ zul./per.}} = \frac{F_{u \text{ Tab}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n \cdot L_{KH\Box}} ; F_{u \text{ zul./per.}} = \frac{11,5 \text{ kN}}{1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,1 \cdot 1,2} = 5,18 \text{ kN}$$

Bedingung Condition

$$F_{u \text{ zul./per.}} > F_u ; 5,18 \text{ kN} > 4,1 \text{ kN} \quad \Rightarrow \text{erfüllt}$$

fulfilled

Ergebnis: Zahnstange 29 20 105 Seite E-5
Result Rack Page E-5
Ritzel 24 29 520 Seite E-12
Pinion Page E-12

Ihre Rechnung Your calculation

Vorgabewerte Values given

⊗ Hubantrieb
lifting operation

bewegte Masse $m =$ _____ kg
mass to be moved

Geschwindigkeit $v =$ _____ m/s
speed

Beschleunigungszeit $t_b =$ _____ s
acceleration time

Erdbeschleunigung $g = 9,81$ m/s²
acceleration due to gravity

Belastungsfaktor $K_A =$ _____
load factor

Lebensdauerfaktor $f_n =$ _____
life-time factor

Sicherheitsbeiwert $S_B =$ _____
safety coefficient

Linearer Breitenfaktor $L_{KH\Box} =$ _____
linear load distribution factor

Rechengang Calculation process

$$a = \frac{v}{t_b} \quad a =$$
 _____ = _____ m/s²

$$F_u = \frac{m \cdot g + m \cdot a}{1000} \quad F_{u \text{ erf./req.}} = \frac{\quad}{1000} =$$
 _____ kN

zulässige Vorschubkraft $F_{u \text{ Tabelle}}$
permissible feed force $F_{u \text{ tab}}$

$$F_{u \text{ zul./per.}} = \frac{F_{u \text{ Tab}}}{K_A \cdot S_B \cdot f_n \cdot L_{KH\Box}} ; F_{u \text{ zul./per.}} =$$
 _____ = _____ kN

Bedingung Condition

$$F_{u \text{ zul./per.}} > F_u ;$$
 _____ kN > _____ kN \Rightarrow erfüllt
fulfilled