

AUSWAHL- UND BELASTUNGSTABELLE

TABLEAUX DE SÉLECTION ET DES CARACTÉRISTIQUES SELECTION AND LOAD TABLES FOR RACK AND PINION DRIVES

Geradeverzahnt, metrische Teilung Denture droite, à pas métrique Straight tooth, metric pitch

p (mm)	Teilung, pas, pitch	2.0	5.0	7.5	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0	
m (mm)	Module	0.637	1.592	2.387	3.183	3.979	5.093	6.366	7.958	
L ₂ Zahnbreite, largeur de denture, face width										
		gehärtet und geschliffen trempée et rectifiée hardened and ground		gehärtet und geschliffen trempée et rectifiée hardened and ground		feinstverzahnt und gehärtet taillage de précision et trempée precision cut and hardened		feinstverzahnt taillage de précision precision cut		
	p	Modul	z	L ₂	F _N [N]	T _N [Nm]	F _N [N]	T _N [Nm]	F _N [N]	T _N [Nm]
	2.0	0.637	25	9.5	314	2,5			209	1,7
	2.0		30	9.5	314	3			209	2
	5.0	1.592	20	11.5	1440	23			630	11
	5.0		20	14.5	1 822	29			942	15
	7.5	2.387	20	19.5	4 775	114			1 927	46
	10.0	3.183	20	29.5	10 430	332	6 660	212	4 398	140
	12.5	3.979	14	40.0			8 761	244	5 027	140
	12.5		20	40.0			12 340	491	5 202	207
	16.0	5.093	20	50.0			22 639	1 153		
	20.0	6.366	20	60.0			37 966	2 417		
25.0	7.958	20	80.0			72.900	5 800			
Seite / Page		03.08–03.09			03.04		03.05		03.06	

Geradeverzahnt, Modulteilung Denture droite, à module Straight tooth, modular pitch

p (mm)	Teilung, pas, pitch	3.14	4.71	6.28	7.85	9.42	12.56	15.71	18.84	25.12
m (mm)	Module	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
	p	Modul	z	L ₂	F _N [N]	T _N [Nm]	F _N [N]	T _N [Nm]	F _N [N]	T _N [Nm]
	3.142	1.0	25	9.5	635	8				
	3.142	1.0	20	15					400	4
	4.712	1.5	16	20	2 250	27	1 417	17	583	7
	4.712	1.5	20	20	2 267	34	1 533	23	733	11
	6.283	2.0	16	20	3 688	59	2 000	32	938	15
	6.283	2.0	20	20	4 100	82	2 300	46	1 150	23
	7.854	2.5	20	25	6 680	167	4 040	101	1 840	46
	9.425	3.0	16	30	9 083	218	5 667	136	2 158	52
	9.425	3.0	20	30	10 867	326	6 400	192	2 700	81
	12.566	4.0	20	40	20 150	806	12 588	503	5 350	214
15.708	5.0	20	50	32 140	1 607	24 080	1 204	8 680	434	
18.850	6.0	20	60	47 300	2 838	37 067	2 224	13 150	789	
25.133	8.0	20	80	86 850	6 950			27 325	2 186	
Seite / Page		03.13		03.11–03.12			03.16		03.14–03.15	

Schrägverzahnt, Modulteilung Denture oblique, à module Helical tooth, modular pitch

p _s (mm)	Stirnteilung, pas apparent, traverse pitch	5.00	6.66	8.33	10.00	13.33	16.66	20.00	26.66	
m (mm)	Module	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	
	P _s	Modul	z	L ₂	F _N [N]	T _N [Nm]				
	5.00	1.5	16	20.0	3 138	40				
	5.00	1.5	20	20.0	4 524	72				
	6.66	2.0	16	20.0	5 301	90				
	6.66	2.0	20	20.0	6 974	148				
	8.33	2.5	20	25.0	11 574	307				
	10.00	3.0	16	30.0	13 430	342				
	10.00	3.0	20	30.0	16 965	540				
	13.33	4.0	20	40.0	32 044	1 360				
	16.66	5.0	20	50.0	50 856	2 698				
	20.00	6.0	20	60.0	63 000	4 010				
26.66	8.0	20	80.0	105 500	8 950					
Seite / Page		03.27		03.25–03.26			Seite / Page 07.04–07.15			

AUSWAHL- UND BELASTUNGSTABELLE

TABLEAUX DE SÉLECTION ET DES CARACTÉRISTIQUES SELECTION AND LOAD TABLES FOR RACK AND PINION DRIVES

Geradeverzahnt, Modulteilung		Denture droite, à module					Straight tooth, modular pitch			
p (mm)	Teilung, pas, pitch	3.14	4.71	6.28	7.85	9.42	12.56	15.71	18.84	25.12
m (mm)	Module	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0

Belastungstabellen Tableaux des caractéristiques Load tables

Die Verzahnungen sind in weicher sowie gehärteter und geschliffener Ausführung lieferbar. Die angegebenen Werte haben Gültigkeit bei guter Schmierung, stossfreiem Betrieb und stabiler Lagerung.

Ein Sicherheitsfaktor für Zahnfußbeanspruchung $S_F \geq 1.4$ und ein Sicherheitsfaktor für Zahnflankenbeanspruchung $S_H \geq 1.0$ ist einberechnet.

Ein Sicherheitsfaktor $S_B \approx 1.0 \dots 4.0$ ist nach Erfahrung zu berücksichtigen.

Die Längskraft FN ist in Abhängigkeit von der Zähnezahl z des Ritzels angegeben.

Les dentures peuvent être livrées aussi bien en version non-trempée qu'en version trempée et rectifiée. Les valeurs indiquées sont des valeurs obtenues en fonctionnement sans chocs, avec lubrification et montage rigide du pignon. Un coefficient de sécurité pour la contrainte de flexion $S_F \geq 1.4$ et un coefficient de sécurité pour la pression superficielle $S_H \geq 1.0$ sont respectés.

Un coefficient de sécurité $S_B \approx 1.0 \dots 4.0$ doit être intégré en fonction de l'application.

La force de traction FN est indiquée en fonction du nombre de dents z du pignon.

The rack can be supplied precision cut or hardened and ground.

The values given are values for shock-free operation, good lubrication and stiff arrangement of the pinion.

A safety factor for tooth root stress $S_F \geq 1.4$ and a safety factor for Hertzian stress $S_H \geq 1.0$ is taken in account.

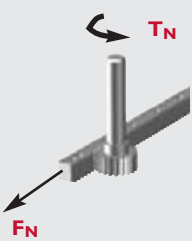
Depending on your experiences and the application a safety factor $S_B \approx 1.0 \dots 4.0$ has to be considered. The traction force FN is related to the number of teeth z of the pinion.

gehärtet und geschliffen
trempée et réctifiée
hardened and ground

gehärtet und geschliffen
trempée et réctifiée
hardened and ground

feinstverzahnt und gehärtet
taillage de précision et trempée
precision cut and hardened

feinstverzahnt
taillage de précision
precision cut



p	Modul	z	L ₂	F _N (N)	T _N (Nm)	F _N (N)	T _N (Nm)	F _N (N)]	T _N (Nm)
3.142	1.0	20	15.0					400	4
3.142	1.0	25	9.5	635	8				
4.712	1.5	16	20.0	2 250	27	1 417	17	583	7
4.712	1.5	20	20.0	2 267	34	1 533	23	733	11
6.283	2.0	16	20.0	3 688	59	2 000	32	938	15
6.283	2.0	20	20.0	4 100	82	2 300	46	1 150	23
7.854	2.5	20	25.0	6 680	167	4 040	101	1 840	46
9.425	3.0	16	30.0	9 083	218	5 667	136	2 158	52
9.425	3.0	20	30.0	10 867	326	6 400	192	2 700	81
12.566	4.0	20	40.0	20 150	806	12 588	503	5 350	214
15.708	5.0	20	50.0	32 140	1 607	24 080	1 204	8 680	434
18.850	6.0	20	60.0	47 300	2 838	37 067	2 224	13 150	789
25.133	8.0	20	80.0	86 850	6 950			27 325	2 186
L ₂	Zahnbreite, largeur de denture, face width								



AUSWAHL- UND BELASTUNGSTABELLE

TABLEAUX DE SÉLECTION ET DES CARACTÉRISTIQUES SELECTION AND LOAD TABLES FOR RACK AND PINION DRIVES

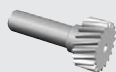
Schrägverzahnt, Modulteilung		Denture oblique, à module				Helical tooth, modular pitch			
p_s (mm)	Stirnteilung, pas apparent, traverse pitch	5.00	6.66	8.33	10.00	13.33	16.66	20.0	26.66
m (mm)	Module	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0

Belastungstabellen	Tableaux des caractéristiques	Load tables
--------------------	-------------------------------	-------------

Die Verzahnungen sind in weicher sowie gehärteter und geschliffener Ausführung lieferbar. Die angegebenen Werte haben Gültigkeit bei guter Schmierung, stossfreiem Betrieb und stabiler Lagerung.
Ein Sicherheitsfaktor für Zahnfußbeanspruchung $S_F \geq 1.4$ und ein Sicherheitsfaktor für Zahnflankenbeanspruchung $S_H \geq 1.0$ ist einberechnet. Ein Sicherheitsfaktor $S_B \approx 1.0 \dots 4.0$ ist nach Erfahrung zu berücksichtigen.
Die Längskraft F_N ist in Abhängigkeit von der Zähnezahl z des Ritzels angegeben.

Les dentures peuvent être livrées aussi bien en version non-trempée qu'en version trempée et rectifiée. Les valeurs indiquées sont des valeurs obtenues en fonctionnement sans chocs, avec lubrification et montage rigide du pignon.
Un coefficient de sécurité pour la contrainte de flexion $S_F \geq 1.4$ et un coefficient de sécurité pour la pression superficielle $S_H \geq 1.0$ sont respectés.
Un coefficient de sécurité $S_B \approx 1.0 \dots 4.0$ doit être intégré en fonction de l'application.
La force de traction F_N est indiquée en fonction du nombre de dents z du pignon.

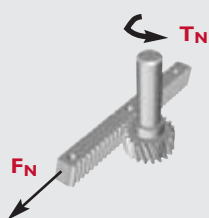
The rack can be supplied precision cut or hardened and ground.
The values given are values for shock-free operation, good lubrication and stiff arrangement of the pinion. A safety factor for tooth root stress $S_F \geq 1.4$ and a safety factor for Hertzian stress $S_H \geq 1.0$ is taken in account.
Depending on your experiences and the application a safety factor $S_B \approx 1.0 \dots 4.0$ has to be considered.
The traction force F_N is related to the number of teeth z of the pinion.



gehärtet und geschliffen
trempée et rectifiée
hardened and ground

	P_s	Modul	z	L_2	F_N (N)	T_N (Nm)
Schräg verzahnt	5.00	1.5	16	20.0	3 138	40
Denture oblique	5.00	1.5	20	20.0	4 524	72
Helical tooth	6.66	2.0	16	20.0	5 301	90
	6.66	2.0	20	20.0	6 974	148
	8.33	2.5	20	25.0	11 574	307
	10.00	3.0	16	30.0	13 430	342
	10.00	3.0	20	30.0	16 965	540
	13.33	4.0	20	40.0	32 044	1 360
	16.66	5.0	20	50.0	50 856	2 698
	20.00	6.0	20	60.0	63 000	4 010
	26.66	8.0	20	80.0	105 500	8 950

L_2 Zahnbreite, largeur de denture, face width



BERECHNUNGSBEISPIEL

EXEMPLE DE CALCUL CALCULATION EXAMPLE

1. Gegebene Grössen

Axiallast

m	=	500 kg	
v	=	1,25 m/s	
t _a	=	0.31 s	
g	=	9.81 m/s ²	
μ	=	0.10	
n ₁	=	3000 1/min	
f _B	=	1.2	p. 07.04
f _A	=	1.1	p. 07.04
f _t	=	1.0	p. 07.04
f _{ed}	=	1.2	p. 07.04
S _B	=	1.0	p. 07.04

F_p (1000 mm) = 0.05 (Teilungs-Gesamtabweichung/Erreur totale de pas/Cumulative pitch error)

2. Gesucht

Dimension von Zahnstangen, Zahnritzel und Getriebe.

3. Berechnung der Kräfte auf das Antriebssystem

3.1 Beschleunigung

$$a = \frac{v}{t_a} = \frac{1.25}{0.31} = 4 \text{ m/s}^2$$

3.2 Vorschubkräfte horizontal

$$F_u = m \cdot g \cdot \mu + m \cdot a = 500 \cdot (9.81 \cdot 0.1 + 4) = 2490.5 \text{ N}$$

3.3 Erforderliche Antriebskraft

$$F_{\text{erf}} = f_B \cdot F_u = 1.2 \cdot 2490.5 = 2989.0 \text{ N}$$

4. Wahl von Zahnstangen und Ritzel

4.1 F_N aus Tabelle page 03.03 mit S_B=1.0 Bedingung: F_{2N} ≥ F_{erf}

Ritzel/pignon/pinion

Zahnstange/crémaillères/rack

1. Données

Charge axiale

m	=	500 kg	
v	=	1,25 m/s	
t _a	=	0.31 s	
g	=	9.81 m/s ²	
μ	=	0.10	
n ₁	=	3000 1/min	
f _B	=	1.2	p. 07.04
f _A	=	1.1	p. 07.04
f _t	=	1.0	p. 07.04
f _{ed}	=	1.2	p. 07.04
S _B	=	1.0	p. 07.04

F_p (1000 mm) = 0.05 (Teilungs-Gesamtabweichung/Erreur totale de pas/Cumulative pitch error)

2. Demandés

Dimension du système d'entraînement et du réducteur.

3. Forces sur le système d'entraînement

3.1 Accélération

3.2 Forces de traction horizontale

3.3 Forces de traction exigée

4. Sélection crémaillère et pignon

4.1 F_N de la table page 03.03 avec S_B=1.0 Condition: F_{2N} ≥ F_{erf}

p = 12.5 z = 20 Part. No. 409 041

p = 12.5 Part. No. 152 125

5. Sélection du réducteur

5.1 Rapport

5.2 Couple de sortie

5.3 Couple nécessaire

T_{2N} du tableau de charge page 07.05
Condition: T_{2N} ≥ T_{2erf}

AE 090 i = 10:1

1. Determine knowns

Axial load

m	=	_____ kg	
v	=	_____ m/s	
t _a	=	_____ s	
g	=	9.81 m/s ²	
μ	=	_____	
n ₁	=	_____ 1/min	
f _B	=	_____	p. 07.04
f _A	=	_____	p. 07.04
f _t	=	_____	p. 07.04
f _{ed}	=	_____	p. 07.04
S _B	=	_____	p. 07.04

F_p (1000 mm) = _____

2. Determine unknowns

Dimension of rack, pinion and servo gear box.

3. Forces acting on the drive system

3.1 Acceleration

$$a = \frac{v}{t_a} = \frac{1.25}{0.31} = 4 \text{ m/s}^2$$

3.2 Horizontal traction forces

$$F_u = m \cdot g \cdot \mu + m \cdot a = 500 \cdot (9.81 \cdot 0.1 + 4) = 2490.5 \text{ N}$$

3.3 Required drive forces

$$F_{\text{erf}} = f_B \cdot F_u = 1.2 \cdot 2490.5 = 2989.0 \text{ N}$$

4. Selection of racks and pinions

4.1 F_N from table page 03.03 with S_B=1.0 Condition: F_{2N} ≥ F_{erf}

Part. No. _____

Part. No. _____

5. Selection of gear box

5.1 Ratio

$$n_2 = \frac{v}{D_0 \cdot \pi} \cdot 60000 = \frac{1.25}{79.577 \cdot \pi} \cdot 60000 = 300 \text{ 1/min}$$

$$i_{\text{Getr}} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{3000}{300} = 10:1$$

5.2 Output torque

$$T_2 = \frac{F_u \cdot D_0}{2000} = \frac{2491 \cdot 79.577}{2000} = 99.1 \text{ Nm}$$

5.3 Required torque

$$T_{2\text{erf}} = T_2 \cdot f_B \cdot f_A \cdot f_t \cdot f_{\text{ed}} = 99.1 \cdot 1.2 \cdot 1.1 \cdot 1.0 \cdot 1.2 = 157 \text{ Nm}$$

T_{2N} from load table page 07.05
Condition: T_{2N} ≥ T_{2erf}

AE _____

Getriebe/réducteur/gear box: