

Bitte beachten!

Diese Präsentationsvorlage soll dem Vertrieb als Hilfsmittel zur Vorbereitung von Kundenpräsentationen dienen. Für **Präsenzpräsentationen** kann sie auch vollumfänglich verwendet werden. Sie darf **nicht** an Dritte (z. B. Kunden usw.) weitergegeben werden. Bei **Onlineveranstaltungen** muss darauf hin gewiesen werden, dass Mitschnitte und Screenshots nicht erlaubt sind.

Einzelne Folien dürfen zu **eigenen Präsentationen** zusammengestellt und verteilt werden. Voraussetzung dafür ist, den Inhalt darauf zu überprüfen und zu überarbeiten, dass sie nur noch **freigegebene Informationen** enthalten, die auch im Katalog zu finden sind. **Verantwortlich** für den Inhalt der zusammengestellten Präsentation **ist der Verfasser**.

Exakt aufeinander abgestimmt:

Präzisionszahnstangen für STÖBER Antriebe

- ✓ Vielfältige Systeme für unterschiedlichste Anwendungen
- ✓ Höchste Flexibilität
- ✓ Höchste Geschwindigkeit
- ✓ Höchste Präzision
- ✓ Höchste Vorschubkräfte



- Zahnstangentriebe – Übersicht
- Typenbezeichnung und Typenschild
- STÖBER Double Bore Design DBD:
 - Vorteile
 - Übertragbare Vorschubkräfte
 - Wettbewerbsvergleich
- Projektierung
- Anwendungsbeispiele
- Wissenswertes:
 - Vergleich lineare Übertragungselemente
 - Achsmaß a_z und Profilverchiebung x
 - Gesamtteilungsfehler
 - Zahndickentoleranz und Rollenmaß bei Zahnstangen
 - Randschichthärten
 - Verzahnspiel – Einstellung Ritzel Zahnstange
 - Vorschubkräfte – Einfluss von Qualität, Werkstoff und Wärmebehandlung
 - $m=4$ $L=506,67\text{mm}$
 - Schrägungswinkel $\beta=19^\circ 31' 42''$
 - Vorschubkonstante u
- Montage:
 - Mögliche Formen
 - Anforderungen an die Anschlusskonstruktion
 - Hilfsmittel
 - Vorbereitung
 - Erste Zahnstange
 - Weitere Zahnstangen
 - Übergang zwischen den Zahnstangen prüfen
 - Zahnstange verstiften
 - Getriebe mit Ritzel an Schlitten
 - Tragbildkontrolle
- Schmierung
- Störungsursachen

ZV Höchste Flexibilität



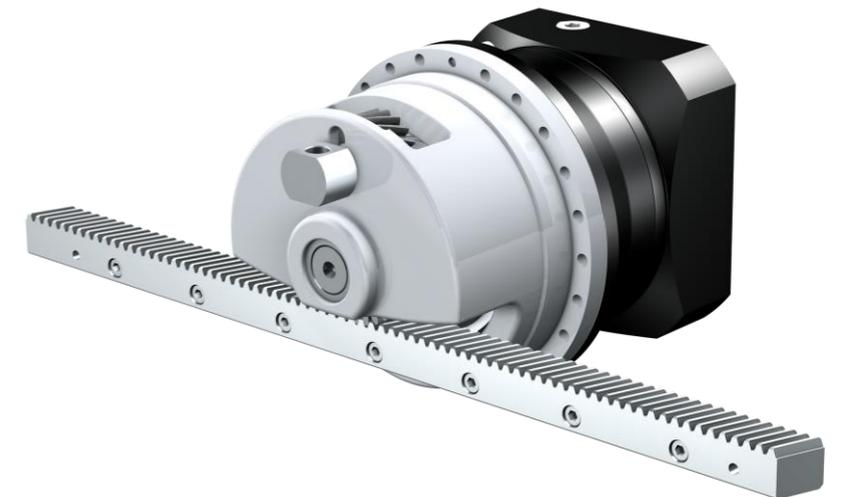
ZR Höchste Geschwindigkeit



ZTR Hohe Vorschubkräfte



ZTRS Höchste Vorschubkräfte

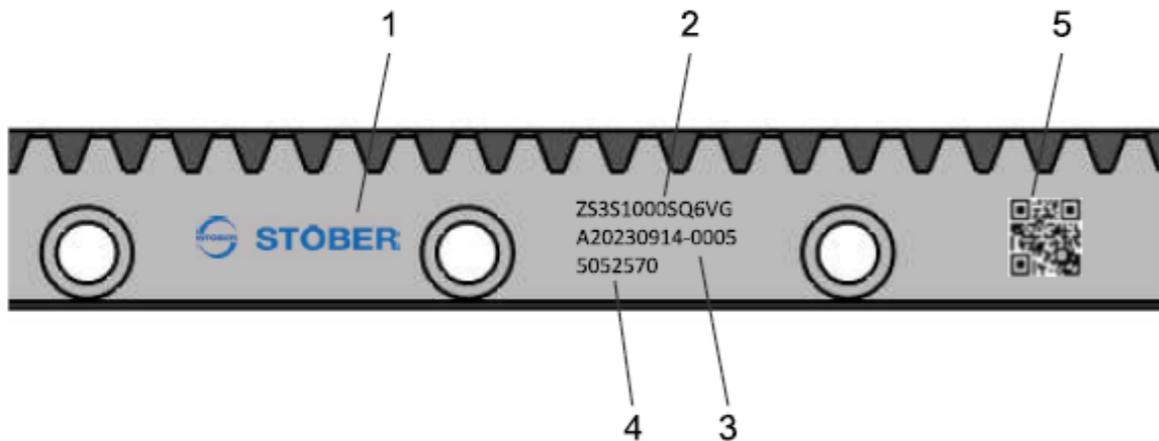


												
Typ	ZVP	ZVPE	ZVKS	ZVKL	ZVK	ZRPH	ZTRPH	ZTRPHV	ZTRSPH	ZTRSPHQ	ZTRSPHV	
BG	3-7	3-5	4-7	1-2	1-4	3-7	4-10	9-10	7-9	10	9	
m_n	2-4	2-3	2-4	2	2-4	2-4	2-8	5-8	3-8	8	5-8	[mm]
z	16-25	16-25	18-25	16-20	18-25	26-45	12-32	12-19	15-32	19	15-20	
F_{f2acc}	2-15	2-6,3	4,2-11	1,3-2,9	2,8-15	2,1-15	5,8-67	56-67	20-79	124	67-77	[kN]
$V_{f2maxZB}$	0,14-5,30	0,11-4,50	0,07-3,00	0,33-2,80	0,06-3,80	0,23-6,70	0,09-4,70	0,19-0,39	0,2-4,70	0,06-1,10	0,21-0,49	[m/s]
Δs	8-44	40-83	31-44	99-123	12-111	10-56	4-44	42-44	8-56	70	15-56	[μm]
Lineares Spiel	★★★★★	★★★☆☆	★★★☆☆	★★★☆☆	★★★☆☆	★★★★★	★★★★★	★★★★☆	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	
Preisklasse	€€	€	€€€	€	€	€€€	€€€€	€€€€	€€€€€	€€€€€	€€€€€	



Modul	Schrägungs- winkel	Werk- stoff	Wärme- behandlung	Länge	Bohrungen für Schrauben DIN912	Bohrungen für Stift DIN7979	Qualität
m	β			L	Anzahl x Gr.	Anzahl x Gr.	DIN3962-1
2	19°31'42''	Vergütungs- stahl	Ind. geh. im Durchlaufverfahren	0,5m / 1m	7/15 x M6	2 x Ø5,7	6
3	19°31'42''	Vergütungs- stahl	Ind. geh. im Durchlaufverfahren	0,5m / 1m	7/15 x M8	2 x Ø7,7	6
4	19°31'42''	Vergütungs- stahl	Ind. geh. im Durchlaufverfahren	0,5m / 1m	7/15 x M10	2 x Ø9,7	6
5	19°31'42''	Vergütungs- stahl	Ind. geh. im Einzelzahnverfahren	0,5m / 1m	7/15 x M12	2 x Ø11,7	6
6	19°31'42''	Vergütungs- stahl	Ind. geh. im Einzelzahnverfahren	0,5m / 1m	7/15 x M16	2 x Ø15,7	6

In folgender Abbildung ist das Typenschild einer Zahnstange als Beispiel erläutert.



Beispiel-Code

ZS	4	S	1000	S	Q6	V	G
----	---	---	------	---	----	---	---

Erklärung

Code	Bezeichnung	Ausführung
ZS	Typ	Zahnstange
4	Normalmodul	$m_n = 4 \text{ mm}$ (Beispiel)
S	Verzahnung	Schrägverzahnt (rechtssteigend $19^\circ 31' 42''$)
0500 1000	Länge	1000 mm (Beispiel)
S	Befestigungsbohrungen	Standard
Q6	Verzahnungsqualität	Qualität 6 nach DIN 3962-1
V	Material	Vergütungsstahl nach STÖBER Spezifikation
G	Wärmebehandlung	Gehärtet

Code	Bezeichnung
1	Herstellerbezeichnung
2	Typenbezeichnung
3	Serialnummer der Zahnstange
4	Artikelnummer
5	QR-Code (Link zu Produktinformationen)

m_n [mm]	l_{zs} [mm]	Typ	$F_{f,max}$ [kN]	F_{sv}			m [kg]
				LA125PIN [kN]	LA62,5 [kN]	LA62,5PIN [kN]	
2	500,00	ZS2S0500SQ6VG	12,6	8,5	8,0	12,5	1,9
2	1000,00	ZS2S1000SQ6VG	12,6	13,5	18,0	22,0	3,9
3	500,00	ZS3S0500SQ6VG	22,5	16,0	15,5	23,0	2,7
3	1000,00	ZS3S1000SQ6VG	22,5	25,0	33,5	41,0	5,4
4	506,67	ZS4S0500SQ6VG	38,7	31,0	25,0	42,0	5,1
4	1000,00	ZS4S1000SQ6VG	38,7	45,5	55,0	71,5	10
5	500,00	ZS5S0500SQ6VG	60,0	38,5	38,5	55,0	5,8
5	1000,00	ZS5S1000SQ6VG	60,0	61,0	83,0	99,5	12
6	500,00	ZS6S0500SQ6VG	83,1	72,5	75,0	105,5	8,5
6	1000,00	ZS6S1000SQ6VG	83,1	116,0	163,0	192,5	17

- Mit dem Marktstandard (125mm + Stifte) können die zul. Verzahnungskräfte nur bei $l_{zs} \geq 1m$ übertragen werden.
- Mit dem STÖBER Bohrbild (62,5mm ohne Stifte) können die zul. Vorschubkräfte von Zahnstangen mit $l_{zs} \geq 1m$ ohne Stifte übertragen werden. **Einsparung von Montageaufwand.** Zahnstangen mit $l_{zs} \leq 1m$ müssen verstiftet werden.
- Das STÖBER Bohrbild ist kompatibel zum Marktstandard. Jedes zweite Schraubenloch bleibt unbesetzt. Diese Löcher können mit Verschlussstopfen verschlossen werden wenn dies aus optischen Gründen gewünscht wird.
- Durch die Stiftbohrungen bei den STÖBER Zahnstangen kann die Sicherheit erhöht werden bzw. Mehrfach-Zahneingriff realisiert werden.

STÖBER Double Bore Design: Übertragbarkeit der max. Vorschubkräfte



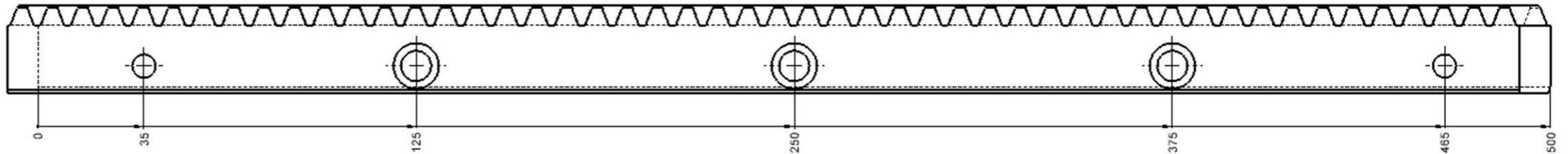
Ritzel Typ	m	z	String	STÖBER-Katalog F2_acc	STÖBER-Katalog F2_not	STÖBER-Zahnstange F2_acc	STÖBER-Zahnstange F2_not	Reduktions-faktor	Beschleunigungs Vorschubkraft									Not-Aus Vorschubkraft								
									0,5m Länge			1m Länge			0,5m Länge			1m Länge								
									F2_acc 4 Bohrungen ohne Stifte	F2_acc 4 Bohrungen mit Stifte	F2_acc 7 Bohrungen ohne Stifte	F2_acc 7 Bohrungen mit Stifte	F2_acc 8 Bohrungen ohne Stifte	F2_acc 8 Bohrungen mit Stifte	F2_acc 15 Bohrungen ohne Stifte	F2_acc 15 Bohrungen mit Stifte	F2_not 4 Bohrungen ohne Stifte	F2_not 4 Bohrungen mit Stifte	F2_not 7 Bohrungen ohne Stifte	F2_not 7 Bohrungen mit Stifte	F2_not 8 Bohrungen ohne Stifte	F2_not 8 Bohrungen mit Stifte	F2_not 15 Bohrungen ohne Stifte	F2_not 15 Bohrungen mit Stifte		
ZTR	4	12	ZTR4PH7	18000	28000	19271	38542	1,2	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTR	4	17	ZTR4PH8	35000	55000	30048	60096	1,2	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZV	4	18	ZV4K4	15000	29000	31447	62894	1,2	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZV	4	18	ZV4KS7	10000	16000	31447	62894	1,2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZV	4	18	ZV4P7	15000	31000	31447	62894	1,5	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTR	4	20	ZTR4PH8	36000	50000	35205	70410	1,2	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTRS	4	20	ZTRS4PH8	45000	70000	35205	70410	1,1	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
ZR	4	30	ZR4PH7	14000	17000	38196	76392	1,2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTRS	5	16	ZTRS5PH8	49000	70000	44179	88358	1,1	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTR	5	18	ZTR5PH8	34000	44000	50314	100628	1,2	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTR	5	19	ZTR5PH9	67000	133000	53479	106958	1,2	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
ZTR	5	19	ZTR5PHV9	67000	133000	53479	106958	1,2	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
ZTRS	5	20	ZTRS5PH9	77000	154000	55223	110446	1,1	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
ZTRS	5	20	ZTRS5PHV9	77000	154000	55223	110446	1,1	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
ZTR	6	15	ZTR6PH8	33000	44000	61359	122718	1,2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTR	6	16	ZTR6PH9	56000	112000	64427	128854	1,2	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTR	6	16	ZTR6PHV9	56000	112000	64427	128854	1,2	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTRS	6	20	ZTRS6PH9	77000	150000	79153	158306	1,1	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ZTRS	6	20	ZTRS6PHV9	67000	141000	79153	158306	1,1	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

STÖBER Double Bore Design: Wettbewerbsvergleich

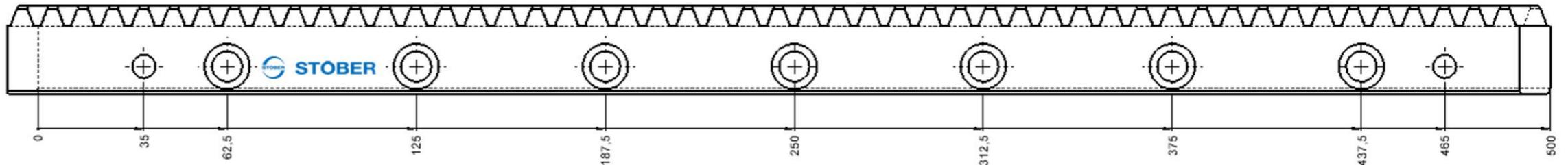
Es gibt nur 3 Hersteller die Zahnstangen mit einem Lochabstand von 62,5mm anbieten.

- STÖBER
- GÜDEL – kompatibel zu STÖBER
- Wittenstein – eine Schraubenlochbohrung mehr → F_{fsv} theoretisch 6,7% höher

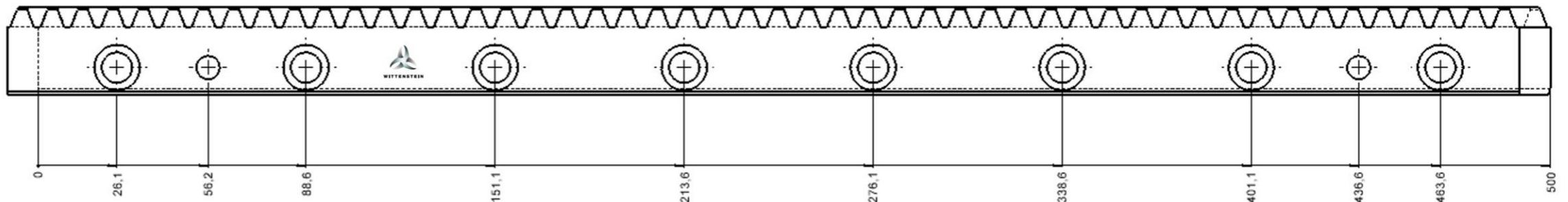
Standard

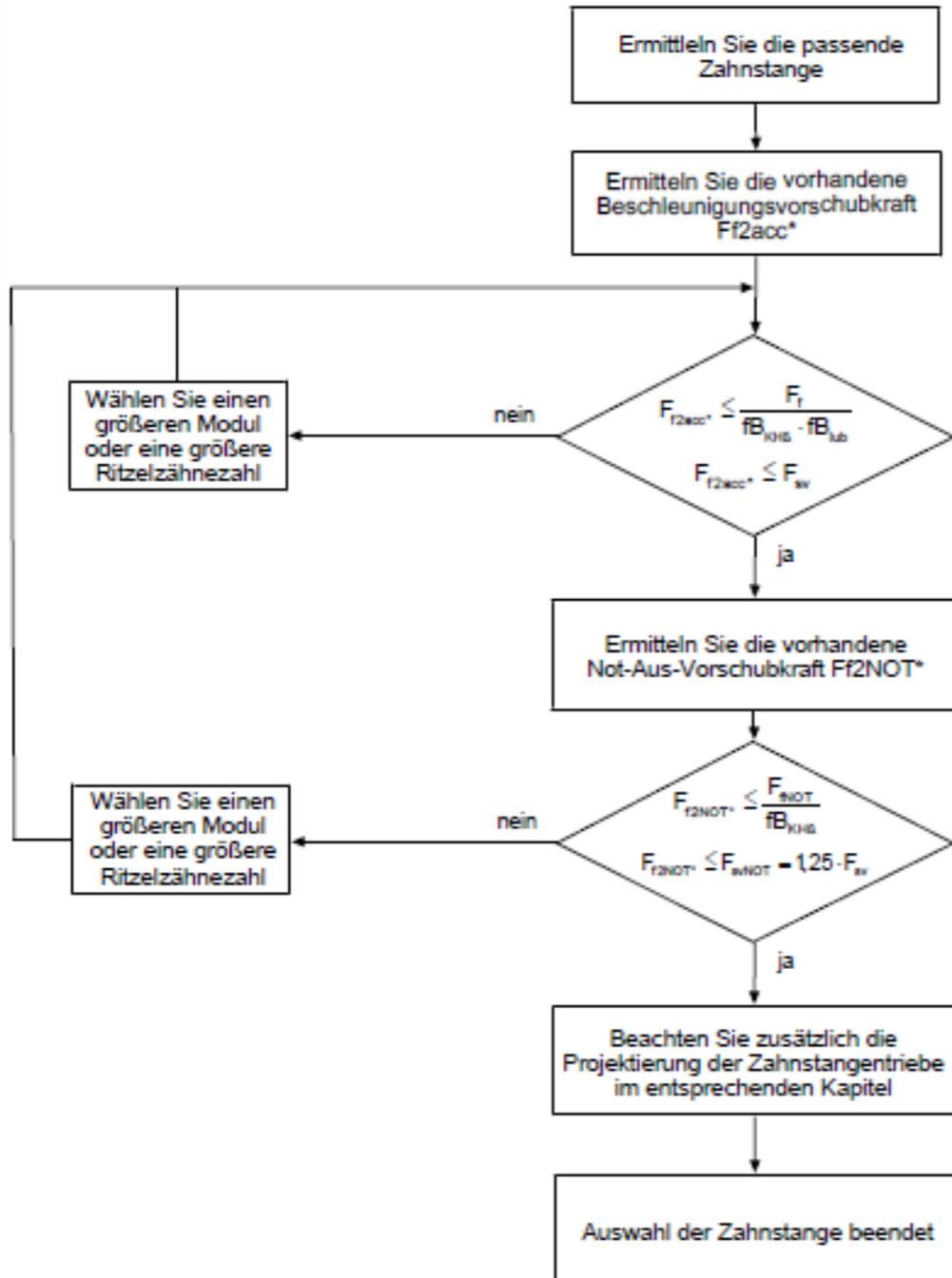


STÖBER



Wittenstein





$$F_{f2acc}^* = m \cdot a^* + F_L^*$$

$$F_{f2NOT}^* = m \cdot a_{NOT}^* + F_L^*$$

Betriebsfaktoren

Lastverteilung	Lagerausführung		f _{B_{KH8}}
ZTRSPH	S		1,1
	V		1,1
ZTRSPHQ	S		1,1
ZTRSPHV	S		1,1
ZTRPH	S		1,2
	V		1,2
ZTRPHV	S		1,2
ZRPB	S		1,2
	V		1,2
ZVP	S		1,5
	D		1,3
ZVPE	S		1,8
ZVKS	-		1,2
ZVKL	-		1,5
ZVK	-		1,2

Schmierung	f _{B_{lub}}		
	dauerhaft	täglich	monatlich
v _{f2maxZB} ≤ 1 m/s	1,0	1,1	5
v _{f2maxZB} ≤ 2 m/s	1,05	1,3	5
v _{f2maxZB} ≤ 3 m/s	1,1	1,5	5
v _{f2maxZB} ≤ 5 m/s	1,25	1,9	5

Zul. Kraft der Schrauben- und Stiftverbindung

m_n [mm]	l_{zS} [mm]	Typ	$F_{f,max}$ [kN]	F_{sv}			m [kg]
				LA125PIN [kN]	LA62,5 [kN]	LA62,5PIN [kN]	
2	500,00	ZS2S0500SQ6VG	12,6	8,5	8,0	12,5	1,9
2	1000,00	ZS2S1000SQ6VG	12,6	13,5	18,0	22,0	3,9
3	500,00	ZS3S0500SQ6VG	22,5	16,0	15,5	23,0	2,7
3	1000,00	ZS3S1000SQ6VG	22,5	25,0	33,5	41,0	5,4
4	506,67	ZS4S0500SQ6VG	38,7	31,0	25,0	42,0	5,1
4	1000,00	ZS4S1000SQ6VG	38,7	45,5	55,0	71,5	10
5	500,00	ZS5S0500SQ6VG	60,0	38,5	38,5	55,0	5,8
5	1000,00	ZS5S1000SQ6VG	60,0	61,0	83,0	99,5	12
6	500,00	ZS6S0500SQ6VG	83,1	72,5	75,0	105,5	8,5
6	1000,00	ZS6S1000SQ6VG	83,1	116,0	163,0	192,5	17

Zulässige Beschleunigungsvorschubkraft $F_{f,acc}$ in kN:

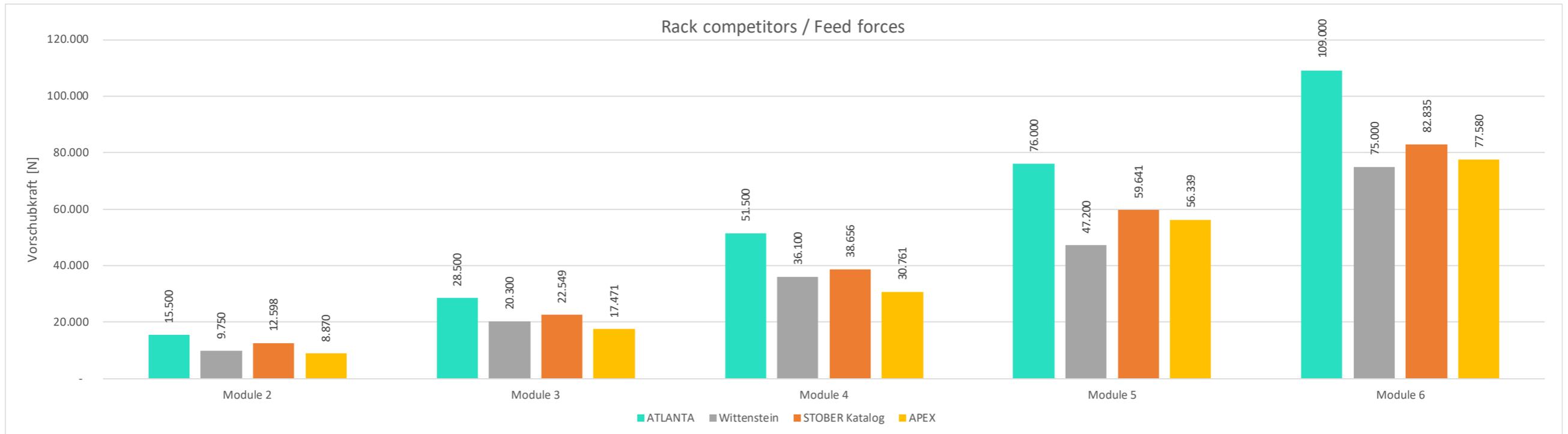
z_{pin}	$m_n = 2 \text{ mm}$	$m_n = 3 \text{ mm}$	$m_n = 4 \text{ mm}$	$m_n = 5 \text{ mm}$	$m_n = 6 \text{ mm}$
12	5,8	10,4	19,3	30,8	45,3
13	6,4	11,7	21,2	34,0	50,3
14	7,1	12,8	23,7	37,9	55,2
15	8,1	14,4	26,2	42,0	61,4
16	8,6	15,5	28,0	44,2	64,4
17	9,1	16,5	30,0	47,4	69,3
18	9,8	17,4	31,4	50,3	73,6
19	10,4	18,4	33,4	53,5	77,5
20	11,0	19,3	35,2	55,2	79,2
21	11,5	20,6	36,8	57,9	79,8
22	12,2	21,3	37,3	57,9	80,3
23	12,3	21,6	37,3	57,9	80,3
24	12,4	21,9	37,4	58,0	80,5
25	12,4	21,9	37,6	58,3	81,0

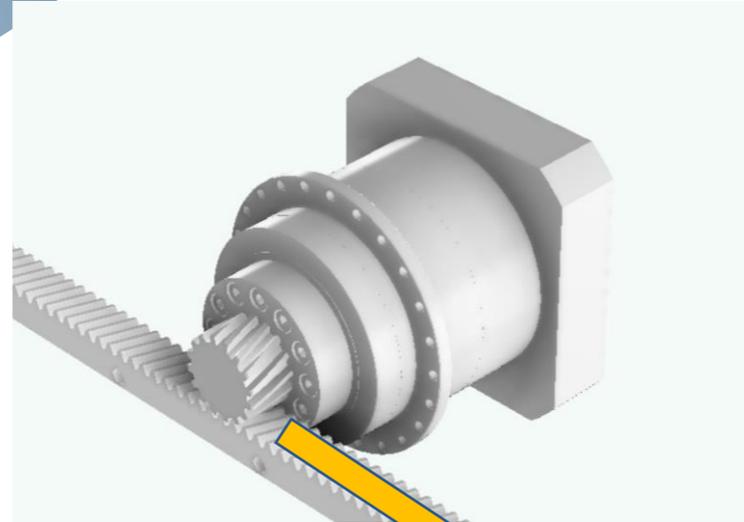
Zulässige Not-Aus-Vorschubkraft $F_{f,NOT}$ in kN:

z_{pin}	$m_n = 2 \text{ mm}$	$m_n = 3 \text{ mm}$	$m_n = 4 \text{ mm}$	$m_n = 5 \text{ mm}$	$m_n = 6 \text{ mm}$
12	11,6	20,8	38,6	61,6	90,6
13	12,8	23,4	42,4	68,0	100,6
14	14,2	25,6	47,4	75,8	110,4
15	16,2	28,8	52,4	84,0	122,8
16	17,2	31,0	56,0	88,4	128,8
17	18,2	33,0	60,0	94,8	138,6
18	19,6	34,8	62,8	100,6	147,2
19	20,8	36,8	66,8	107,0	155,0
20	22,0	38,6	70,4	110,4	158,4
21	23,0	41,2	73,6	115,8	159,6
22	24,4	42,6	74,6	115,8	160,6
23	24,6	43,2	74,6	115,8	160,6
24	24,8	43,8	74,8	116,0	161,0
25	24,8	43,8	75,2	116,6	162,0

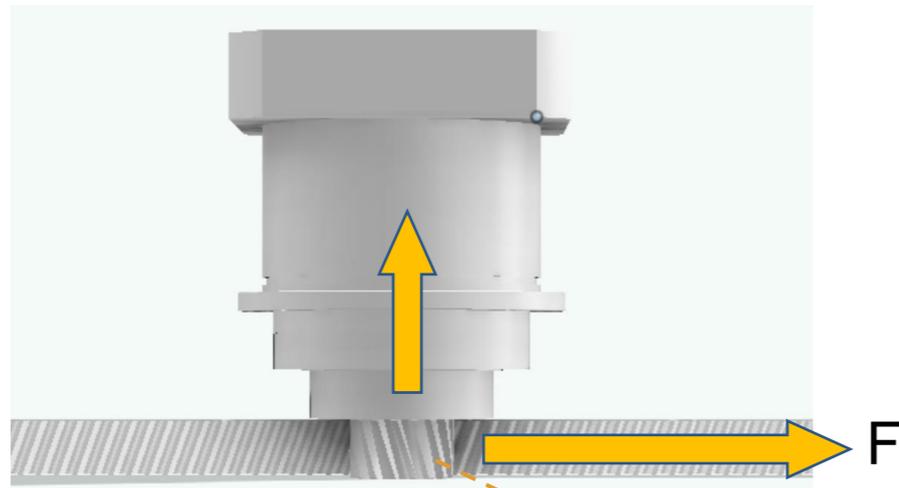
Projektierung - Wettbewerbsvergleich

Hersteller	Produktportfolio	Zahnstangen		Werkstoffe		Wärmebehandlungen			Qualität							
		Schrägverz.	Geradverz.	C45k	16MnCr5	Weich	Vergütet	Ind. Geh.	Einsatzgeh.	3/4	5	6	7	8	9	9/10
STÖBER	Getriebe / Motoren / Leistungselektronik / Zahnstangen / Ritzel	X		X				X			X					
Atlanta	Getriebe / Zahnstangen / Ritzel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Wittenstein	Getriebe / Zahnstangen / Ritzel	X		X	X			X		X	X					
Apex	Getriebe / Zahnstangen / Ritzel	X	X	X			X	X		X	X		X		X	
Güdel	Getriebe / Zahnstangen / Portale	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Schneeberger	Führungen / Zahnstangen - Keine Vorschubkräfte im Katalog	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gambini	Zahnstangen / Ritzel	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
YYC	Zahnstangen / Ritzel	X	X	X			X	X		X	X		X		X	
K.H.	Zahnstangen / Ritzel	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X

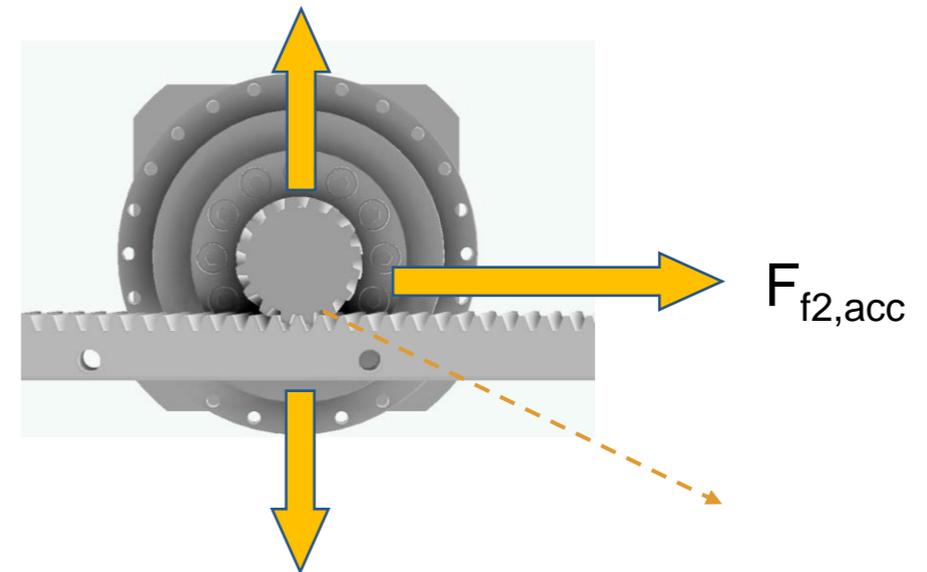




Eingriffswinkel: $\alpha = 20^\circ$
Schrägungswinkel: $\beta = 19^\circ 31' 42''$



$$F_y = F_{f2,acc} \times \tan \beta$$



$$F_z = F_{f2,acc} \times \tan \alpha$$

SERVOsoft® – Komplette Auslegung von Antriebssystemen. Elektrisch und Mechanisch

- Einfache Produktauswahl über Produktdatenbank
- Import-/Export-Funktion
- Einfacher Austausch von Projektfiles mit STÖBER
- 5 Beispielprojekte, die Sie direkt für Ihre Anwendung nutzen können
- 12 Vorlagen für typische Antriebsmechanismen, wie Ritzel-/Zahnstangen-, Riemen- oder Spindeltrieb



Online Konfigurator

- Schnell finden und mit wenigen Klicks konfigurieren
- Filtern, vergleichen, speichern und teilen
- Download: 3D-Modelle, Maßzeichnungen und technische Datenblätter
- Angebot direkt anfordern!

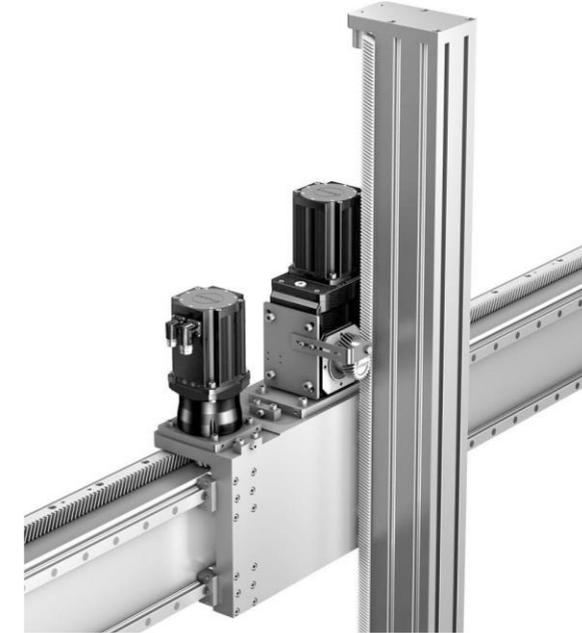


Make it yours! 

configurator.stober.com

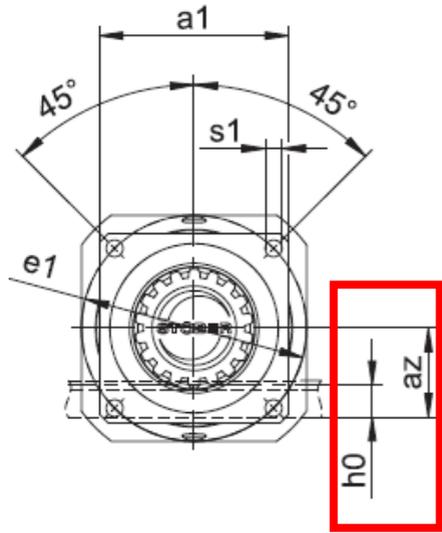


- Kartesische Roboter zum Be- und Entladen von WZM, Spritzgußmaschinen, usw.
- Achse 7 für einen Knickarmroboter.
- Große Werkzeugmaschinen
- Laserschneidmaschinen



Wissenswertes: Vergleich lineare Übertragungselemente

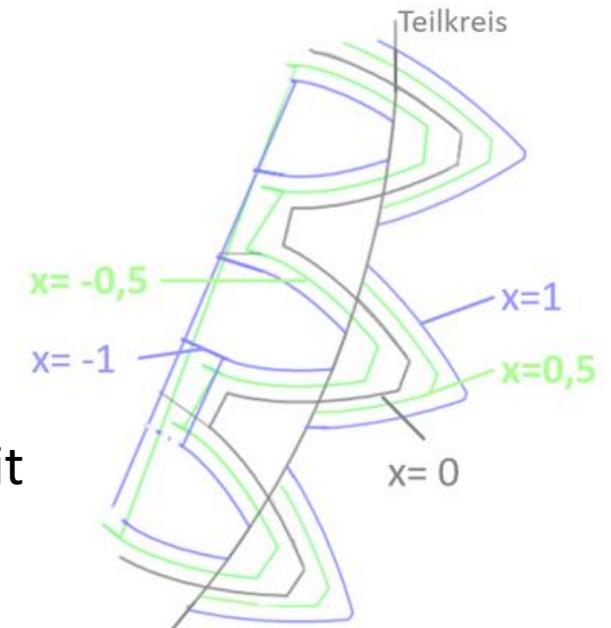
	Steifigkeit	Laufgeräusch	Schmierung	Geschwindigkeit	Achslänge	Logistik	Lage Antrieb	Lagerbelastung
Zahnstangen-trieb	+++ unabhängig von der Position	+++	- Erforderlich	+++	+++ Unbegrenzt	+++ Aufbau aus handlichen 1m Stücken	- Auf Schlitten. Schleppkette erforderlich	++ Abhängig von Vorschubkraft
Kugelgewinde-trieb	+ Abhängig von der Position	+++	- Erforderlich	+ Begrenzt durch Eigenfrequenz	-	--- Muss Applikationsspezifisch bestellt werden	+ Stationär. Kupplung zur Verbindung zur Spindel	- Hohe Axialkräfte müssen durch teure Schräggewindlager aufgefangen werden.
Zahnriemen-trieb	-- Zahnriemen aus Kunststoff mit Stahlritzen	---	+++ Nicht erforderlich	+	-	- Endlosriemen nur für bestimmte Achsabstände	+ Stationär. Kupplung zur Verbindung zum Riemenrad	-- Hohe Vorspannkräfte belasten Lagerung unabhängig von Drehmoment.



Maße Abtrieb

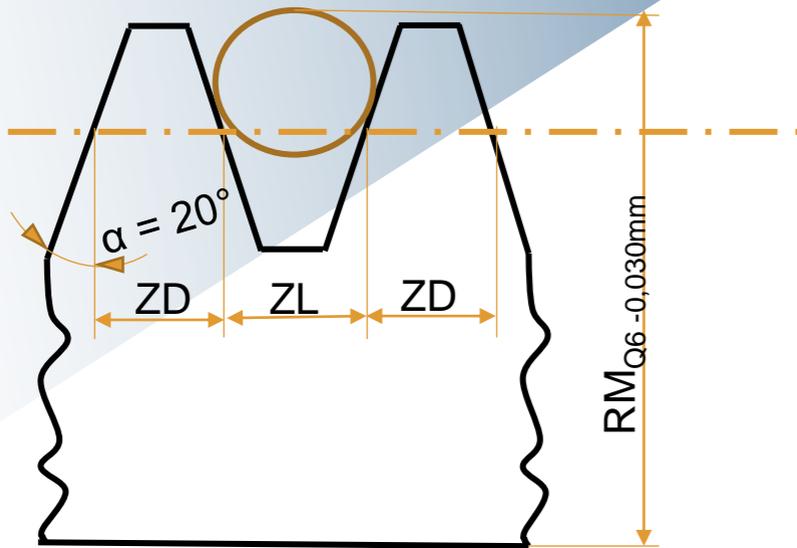
Typ	mn	□a1	ap	az	∅b1	∅d0	∅dk	∅dsi	∅e1	f1	h0	i3	lz	lz4	lsi	r	∅s1	x
ZV216SEP331_	2	72	72	39,98	60 _{h6}	33,95	39,81	25	75	7,5	22	19	26	49,5	4	0,025	5,5	0,5
ZV216SEP332_	2	72	75	39,98	60 _{h6}	33,95	39,81	25	75	7,5	22	19	26	49,5	4	0,025	5,5	0,5
ZV220SEP431_	2	76	98	44,02	70 _{h6}	42,44	47,90	30	85	7,5	22	19	26	57,5	6	0,025	6,6	0,4
ZV220SEP432_	2	76	100	44,02	70 _{h6}	42,44	47,90	30	85	7,5	22	19	26	57,5	6	0,025	6,6	0,4

- Das Achsmaß az ist das Nennmaß von $h_0 + \text{Wälzradius des Ritzels}$
- Im Wälzradius des Ritzels ist die Profilverschiebung x bereits berücksichtigt
 - $az = \frac{1}{2} d_0 + h_0 + x \cdot mn$
- Das Achsmaß az ist somit ein wichtiges Nennmaß für die Konstruktion eines Zahnstangentriebes.
- Durch die Profilverschiebung können Zahnräder bei konstanter Zähnezah größer oder auch kleiner gestaltet werden. Konstruktiv geforderte Achsabstände lassen sich mit genormten Modulen einhalten. Bei positiver Profilverschiebung wird das Zahnrad größer, die Zähne kräftiger. Die Zahnfuß- und Flankentragfähigkeit steigt.



- Der Gesamtteilungsfehler F_p beträgt bei Zahnstangen in Qualität 6:
 - Bei $L=500\text{mm}$ $F_p \leq \pm 0,032\text{mm}$
 - Bei $L=1000\text{mm}$ $F_p \leq \pm 0,036\text{mm}$
 - Bei $L=1500\text{mm}$ $F_p \leq \pm 0,036\text{mm}$
 - Bei $L=2000\text{mm}$ $F_p \leq \pm 0,047\text{mm}$
- Der Gesamtteilungsfehler ist unabhängig vom Modul
- Der Gesamtteilungsfehler ist die maximal zulässige Abweichung von der theoretischen Länge $L = (m / \cos \beta) \cdot \pi \cdot Z$ bei 20°C
- Der F_p kann in positive und negative Richtung gehen \pm .
- Die Zahnstange wird gedanklich zu einem Zahnrad gebogen, der Teilkreisdurchmesser ergibt sich dabei durch Teilung mit π (3,1416).
Mit diesem th. Teilkreisdurchmesser wird der Gesamtteilungsfehler F_p aus der DIN3962-1 entnommen.

- Der Gesamtteilungsfehler einer Achse setzt sich wie folgt zusammen
- $F_{p_{\text{Achse}}} = n \cdot F_p + (n-1) \cdot Q_{\text{Stoß}} + Q_T$
- Dabei ist:
 - n ... Anzahl der Zahnstangen
 - F_p ... Gesamtteilungsfehler der Zahnstange
 - $Q_{\text{Stoß}}$... Fehler im Stoß
 - Montage mit Gegenzahnstange $Q_{\text{Stoß}} \approx 0,025\text{mm}$
 - Montage mit Messbrücke, Rolle und Einstellvorrichtung $Q_{\text{Stoß}} \approx 0,005\text{mm}$
 - Q_T ... Längenausdehnung aufgrund von abweichender Temperatur
 - Q_T berechnet sich wie folgt:
Stahl hat einen Längenausdehnungskoeffizienten von ca. $0,000012 \text{ m}/(\text{m}\cdot\text{K})$
Eine Achse von 10m wird bei 10K Erwärmung also um 1,2mm länger.



Die Teillinie einer Zahnstange liegt so, dass
Zahndicke ZD = Zahnlücke ZL

Stirnteilung $p_t = ZD + ZL = (m \cdot \pi) / \cos\beta$

Das Obere Abmaß ist immer 0.

Die Zahndickentoleranz $T_{SN} = -0,020\text{mm}$ bei Q6.

Nur abhängig von der Qualität nicht vom Modul.

Da die Zahndicke schwierig zu messen ist, wird diese Messung über eine Messrolle gegen die Rückseite der Zahnstange ausgeführt. Dies bezeichnet man als das Rollenmaß RM.

Modul	Messrollen- durchmesser	Maß über Rolle RM
2	4	25,532
3	6	31,298
4	8	42,064
5	10	42,830
6	12	53,596

Die Zahndickentoleranz muss dabei abhängig vom Eingriffswinkel $\alpha = 20^\circ$ umgerechnet werden.

$$\rightarrow RM_{\text{Toleranz}} = T_{SN} \cdot 1,5 = -0,020\text{mm} \cdot 1,5 = -0,030\text{mm}$$

Die Messrolle muss über die Zähne der Zahnstange hinausragen und sollte die Flanken in der Nähe der Teillinie berühren.

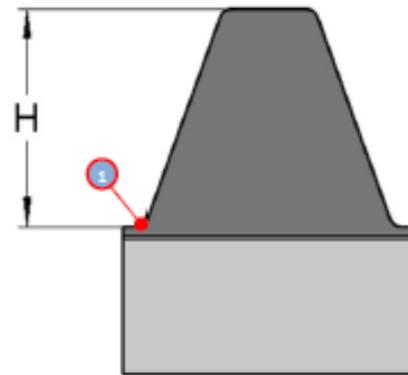
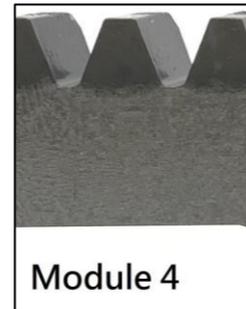
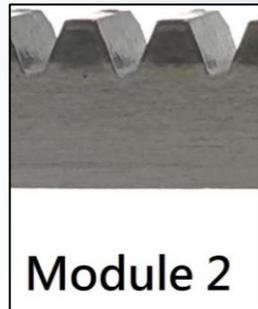
Die Messrolle muss eine Toleranz von $\pm 0,001\text{mm}$ haben.

Prüfstifte 426 nach DIN 2269 haben diese Toleranz.

Die STÖBER Zahnstangen sind aus Vergütungsstahl mit einem Kohlenstoffgehalt von ca. 0,45%. Damit können die Zahnstangen mit dem Randschichtverfahren gehärtet werden. Dabei wird der Zahn erhitzt und direkt danach abgeschreckt. Bis Modul $m=4$ wird im Durchlaufverfahren gehärtet, ab $m=5$ wird jeder Zahn einzeln gehärtet. Das Einzelzahnverfahren wird angewendet, um bei der großen Zahnhöhe auch noch bis in den Zahnfuß hinein eine ausreichende Härte zu erzeugen.

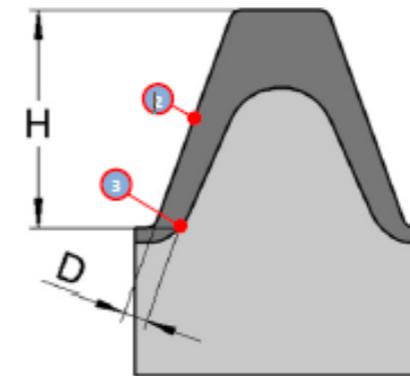
- Modul 5 wird bei vielen Wettbewerbern aus Kostengründen noch im Durchlaufverfahren gehärtet.
- Die Härtung des Zahnfußbereiches funktioniert bei den großen Modulen im Durchlaufverfahren nicht mehr.
- Die zulässigen Vorschubkräfte müssen deutlich reduziert werden.

Durchlaufverfahren



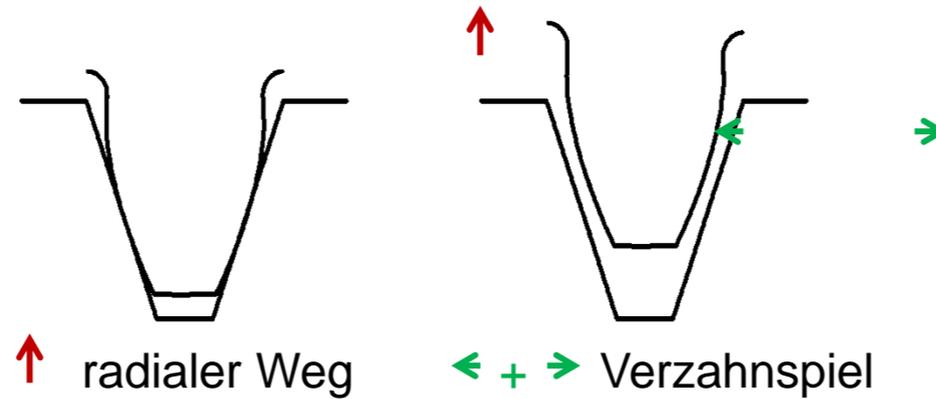
Module	Surface Hardness Measuring Point (1)	H [mm]
2	550 + 80 HV	4,5
3		6,75
4		9

Einzelzahnverfahren



Module	Surface Hardness Measuring Point (2)	Hardness at Measuring Point (3)	H [mm]	D [mm]
5	550 + 80 HV	550 + 80 HV	11,5	0,3
6			13,5	0,3

Für geschliffene Zahnstangen empfehlen wir als Richtwert ein Verzahnspiel von ca. 0,020mm.



↑ Radialer Weg	← + → Verzahnspiel
0,015	0,01
0,029	0,02
0,044	0,03
0,058	0,04
0,073	0,05
0,146	0,1

$$\text{Verzahnspiel} = \text{Radialer Weg} / 1,5$$

Beispiel: $m=4$ / Schrägverzahnung

Ritzel: 16MnCr5 einsatzgehärtet / $Z=20$ / Q5

Zahnstange: C45E

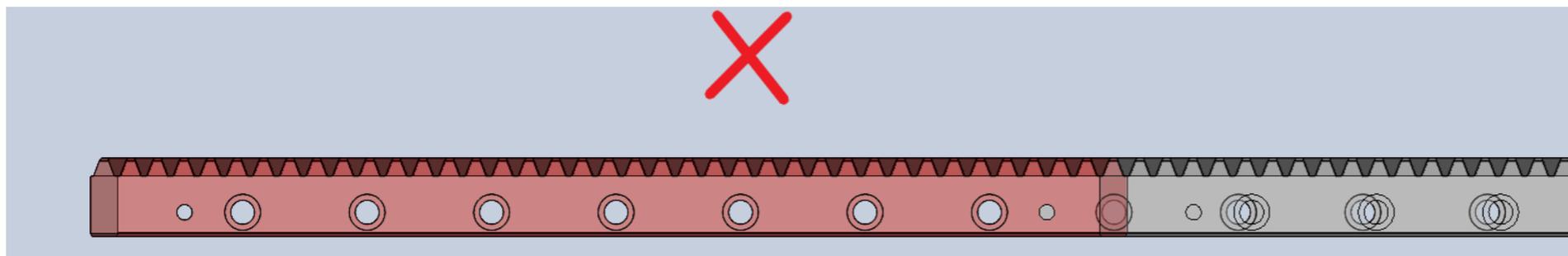
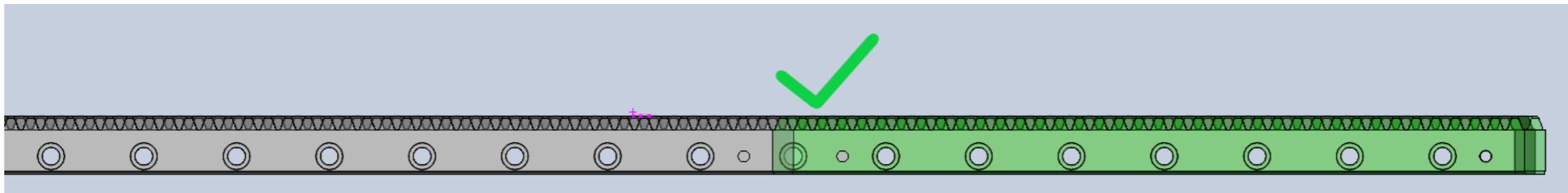
Induktiv Gehärtet			Ind. Gehärtet	Vergütet	Weich
Q6	Q7	Q8	Q10	Q8	Q9
35,2kN	35,2kN	31,5kN	23,5kN	10,5kN	4,5kN

Wie oben, jedoch nun Unterschiedliche Werkstoffe

16MnCr5	C45E
Q6 / Eingesetzt u. Ind. Geh.	Q6 / Ind. Geh.
50kN	35,2kN

Mit gehärteten Zahnstangen in hoher Qualität können moderne Maschinen deutlich kompakter gebaut werden!

- $Z=38 \rightarrow L=506,6667$
- $Z=37 \rightarrow L=493,3336$
- \rightarrow Exakt $L=500\text{mm}$ geht nicht da immer in der Mitte einer Zahnücke geteilt / aufgehört werden muss.
- Aufgrund dieses Effektes muss die kurze Zahnstange mit $L=506,67$ immer die letzte Zahnstange rechts sein.
Nur so kann der Kunde im Maschinenbett die Gewindebohrungen mit fortlaufend gleichem Abstand bohren.



Warum genau Schrägungswinkel $\beta=19^\circ31'42''$?

- Teilung $p = (m \cdot \pi) / \cos\beta$
- $\beta = 19^\circ31'42'' = 19,528333^\circ$
- $m=2$: $p=6,66666 \rightarrow 3$ Zähne $\rightarrow 20,000\text{mm}$
- $m=3$: $p=10,000\text{mm}$
- $m=4$: $p=13,3333 \rightarrow 3$ Zähne $\rightarrow 40,000\text{mm}$
- $m=5$: $p=16,6666 \rightarrow 3$ Zähne $\rightarrow 50,000\text{mm}$
- $m=6$: $p=20,000\text{mm}$

\rightarrow Durch 3 teilbare Zähnezahlen im Ritzel ergeben immer eine ganzzahlige Vorschubkonstante. Bei $m=3$ und $m=6$ sogar jede Zähnezahl.

Vorschubkonstante u:

$$u = (Z \cdot p)/i$$

Beispiel: ZV318S_P531_0070ME

Das Ritzel alleine hat $u = Z \cdot p = 18 \cdot 10 = 180 \text{ mm/U}$

Durch das Getriebe reduziert sich dieser Wert um die Übersetzung i.

$$u = (18 \cdot 10\text{mm})/7 = 180/7 = 25,714285 \text{ mm/U}$$

Bei einer Motordrehzahl von 3000 1/min verfährt die Linearachse mit

$$v = n \cdot u = 3000 \text{ U/min} \cdot 25,714285 \text{ mm/U} = 77142,855 \text{ mm/min} = 1,2857\text{m/s}$$

Oder als zugeschnittene Größengleichung:

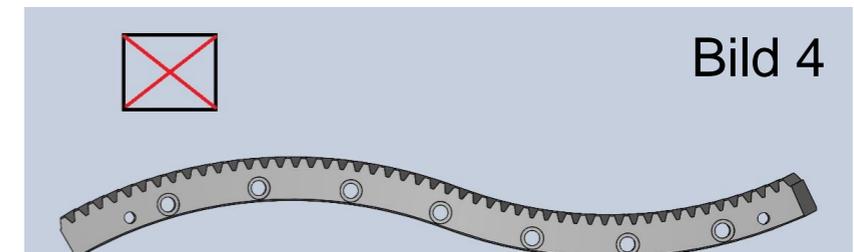
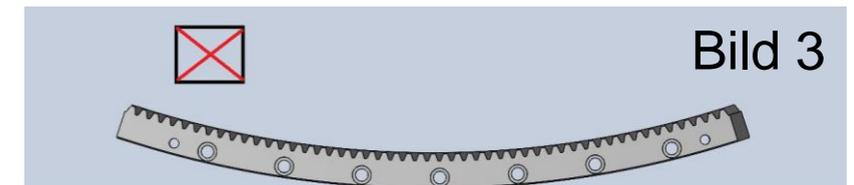
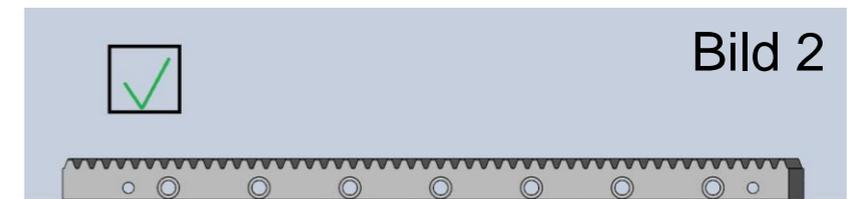
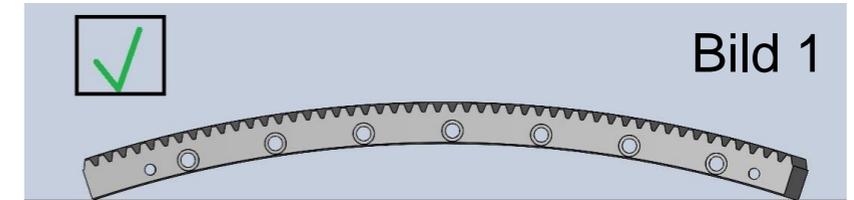
$$v = (n \cdot u)/60000$$

Wird bei vorgegebener Geschwindigkeit die erforderliche Motordrehzahl gesucht wird die Formel umgestellt nach n:

$$n = (v \cdot 60000)/u$$

Eine Zahnstange ist ein langer schlanker Stab, der bearbeitet und gehärtet wurde. Im ungespannten Zustand muss die Rückseite der Zahnstange concav (Bild 1) sein, so dass sie auf einer ebenen Fläche mit den Enden aufliegt. Dies wird nach dem Härten durch „richten“ erzeugt. Diese Formgebung ermöglicht es die Zahnstange mit entsprechenden Hilfsmitteln gegen das Maschinenbett zu spannen und in diesem Zustand zu verschrauben und ggf. zu verstiften (Bild 2).

Die Bilder 3 und 4 zeigen unerwünschte Formen. Diese erschweren die gewünschte Montage am Maschinenbett (Bild 2).



Damit eine Zahnstange korrekt montiert und die Maschine störungsfrei betrieben werden kann, muss die Anschlusskonstruktion und der Montageort folgenden Anforderungen entsprechen.

- Der Montageort der Zahnstange muss trocken und sauber sein, da Staub und Flüssigkeiten die Funktion des Zahnstangentriebs beeinträchtigen können.
- Die Zahnstange hat zwischen der Auflageseite und Anschraubseite eine Fase, damit sie problemlos an die Anschlusskonstruktion montiert werden kann. Die Abmessungen der Fase finden Sie in den Maßzeichnungen im Katalog.
- STÖBER empfiehlt für die Anschlusskonstruktionen folgende Form- und Lagetoleranzen, die auf Zahnstangen mit 1 m Länge bezogen sind.
- Die empfohlene Parallelitätstoleranz der Anschlusskonstruktion für den Antrieb hängt von der erforderlichen Laufruhe und Positioniergenauigkeit sowie von der Größe der Montagefläche (Maß a1) wie folgt ab.

Anforderung	Toleranz [μm]
Hoch	10
Normal	15
Niedrig	30

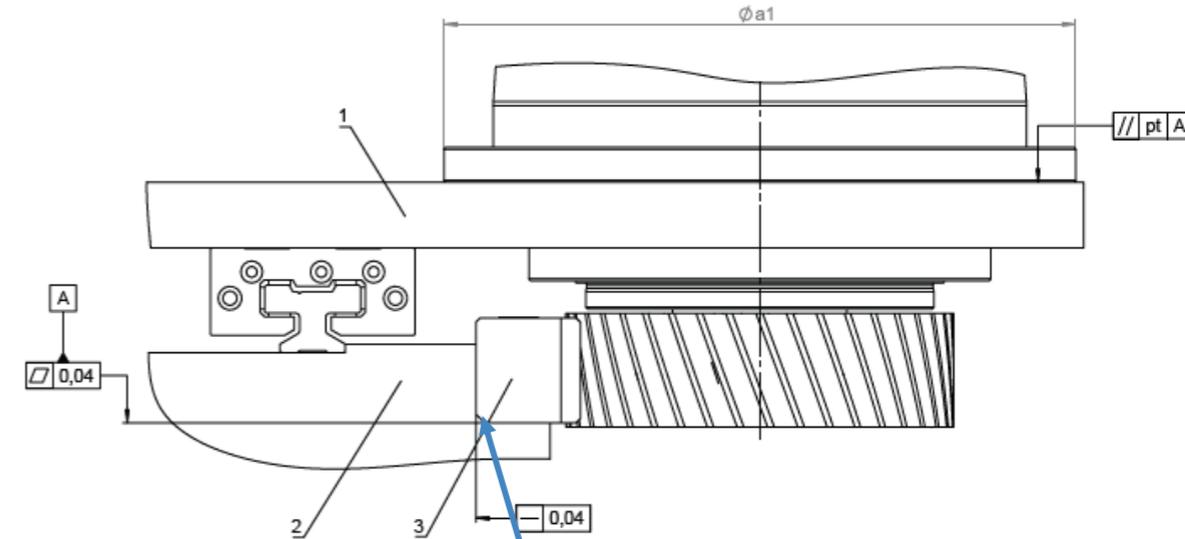


Abb. 1: Form- und Lagetoleranzen für die Anschlusskonstruktion

- 1 Anschlusskonstruktion für Antrieb
- 2 Zahnstange
- 3 Anschlusskonstruktion für Zahnstange

Modul	Fase	max. Eckenradius
2-4	2x45°	R _{max} 1,7mm
5-8	3x45°	R _{max} 2,7mm

- Wenn aufgrund des Gewichts notwendig, Hebezeug mit passenden Anschlagmitteln und ausreichender Tragkraft
- Reinigungsmittel
- Abziehstein
- Schraubzwingen mit Schutzkappen oder Zwischenlagen aus Kunststoff
- Drehmomentschlüssel mit Innensechskanteinsätzen
- Bohrer
- Reibahle

Wenn Sie mehrere Zahnstangen aneinander montieren wollen, benötigen Sie weitere Hilfsmittel:

- Montagezahnstange mit gleichem Modul wie bei den Zahnstangen. Montagezahnstangen können Sie als Zubehör bei STÖBER beziehen.
- Messuhr mit Messbrücke
- 3 Nadelrollen
- Magnet zum Magnetisieren der Nadelrollen
- Schonhammer
- Kupferdurchschlag

- Bei Auslieferung ist die Zahnstange durch Korrosionsschutzmittel geschützt. Auf allen Kontaktflächen der Zahnstange mit der Anschlusskonstruktion muss das Korrosionsschutzmittel vor der Montage entfernt werden. STÖBER empfiehlt, den Korrosionsschutz mit einem geeigneten Kaltreiniger (z. B. Carlofon Autocleaner) zu entfernen, der im Gegensatz zu leichtflüssigen Lösungsmitteln nahezu geruchlos ist. Ansonsten können Sie handelsübliche Lösungsmittel verwenden.
- Packen Sie die Zahnstangen aus.
- Lassen Sie die ausgepackten Zahnstangen mehrere Stunden im Montageraum liegen, damit diese die Raumtemperatur annehmen.
- Reinigen Sie die Kontaktflächen der Zahnstangen und ziehen Sie diese, wenn erforderlich, mit einem Abziehstein ab.
- Reinigen Sie die Kontaktflächen der Anschlusskonstruktion und ziehen Sie diese, wenn erforderlich, mit einem Abziehstein ab.

Wenn Sie drei oder mehr Zahnstangen aneinander montieren wollen, dann beginnen Sie in der Mitte der Anschlusskonstruktion.

Für die Klemmung der Schraubzwingen, die bei der Montage verwendet werden, muss die Anschlusskonstruktion eine geeignete Gegenfläche bieten.

- Positionieren Sie die Zahnstange (6) zu der Anschraubfläche (1) so, dass die Durchgangsbohrungen der Zahnstange mit den Gewindebohrungen in der Anschraubfläche zentrisch übereinstimmen.
- Klemmen Sie die Zahnstange mit Schraubzwingen (4) jeweils im Bereich jeder zweiten Durchgangsbohrung (von außen beginnend) an die Anschlagfläche (7). Verwenden Sie Zwischenlagen z. B. aus Kunststoff (2), damit die Verzahnung nicht beschädigt wird.
- Drehen Sie Zylinderschrauben (3) in die Durchgangsbohrungen ein.
- Ziehen Sie die Zylinderschrauben mit dem unten angegebenen Anzugsmoment von der Mitte nach Außen an.
- Demontieren Sie die Schraubzwingen.

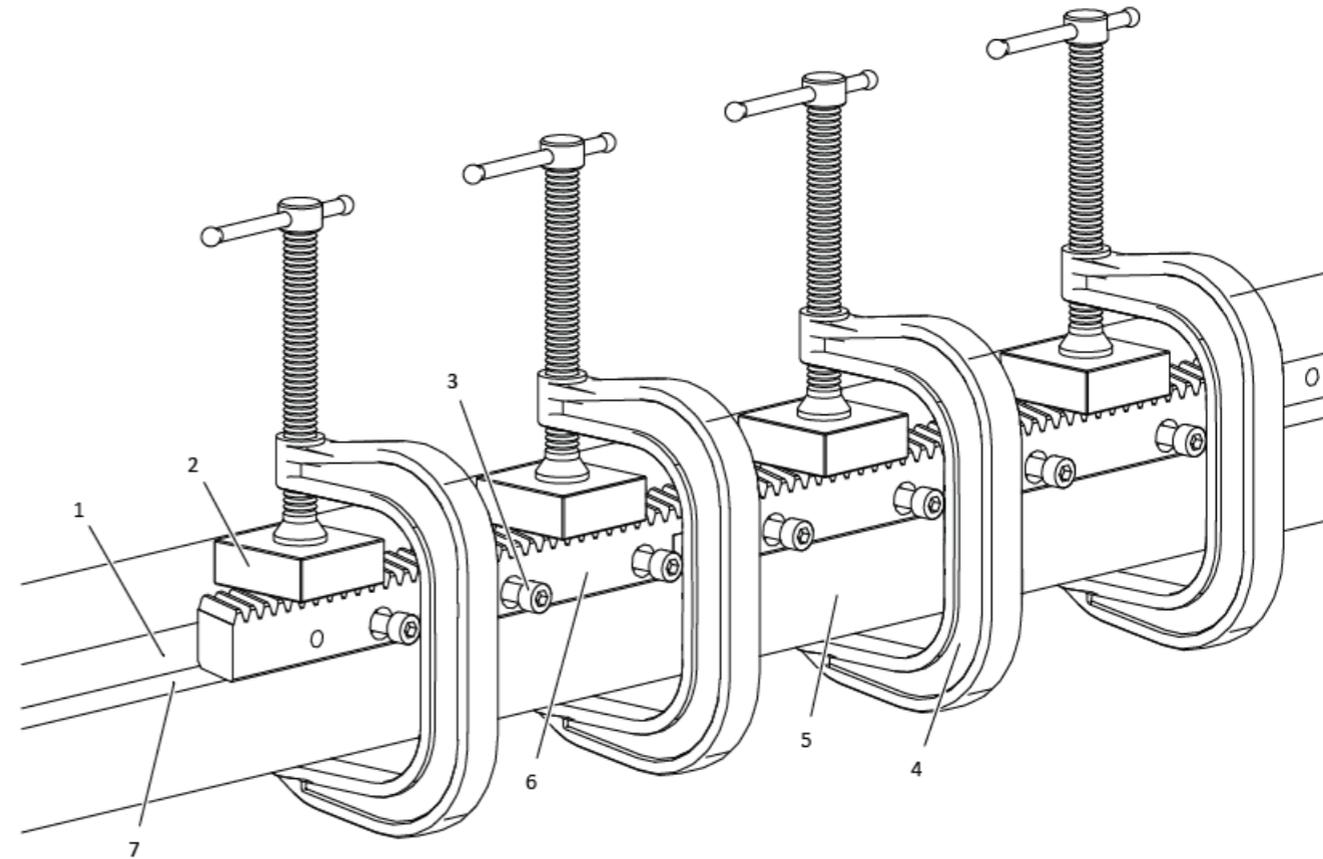


Abb. 2: Montage einer Zahnstange an die Anschlusskonstruktion (Beispiel)

1	Anschraubfläche	2	Zwischenlage
3	Zylinderschraube	4	Schraubzwinde
5	Anschlusskonstruktion	6	Zahnstange
7	Anschlagfläche		

Das Ende einer Zahnstange und der Anfang einer weiteren Zahnstange bilden jeweils eine halbe Zahnlücke. Zwischen korrekt montierten Zahnstangen bleibt ein schmaler Spalt, der eine Justierung der Zahnstangen ermöglicht.

- Positionieren Sie eine weitere Zahnstange (5) am Ende der vorhergehenden Zahnstange (7). Beachten Sie, dass eine Zahnstange mit Länge 500 mm und Modul 4 konstruktionsbedingt nur rechts von einer Zahnstange mit Länge 1000mm montiert werden kann.
- Positionieren Sie die Montagezahnstange (1) mittig über dem Stoß der Zahnstangen und klemmen Sie diese mit einer Schraubzwinde (2) an die Anschlusskonstruktion (4) fest.
- Klemmen Sie die Zahnstange (5) mit einer Schraubzwinde (2) mit Zwischenlage (3) im Bereich der ersten Durchgangsbohrung an die Anschlusskonstruktion.
- Drehen Sie eine Zylinderschraube (6) in die erste Durchgangsbohrung ein.
- Ziehen Sie die Zylinderschraube mit dem halben vorgegebenen Anzugsmoment an.
- Wiederholen Sie die Schritte 3 bis 5 für alle weiteren Zylinderschrauben.
- Demontieren Sie die Montagezahnstange.
- Überprüfen Sie den Übergang zwischen den Zahnstangen – siehe nächste Folie
- Ziehen Sie alle Zylinderschrauben mit dem vorgegebenen Anzugsmoment an.
- Demontieren Sie die Schraubzwingen.

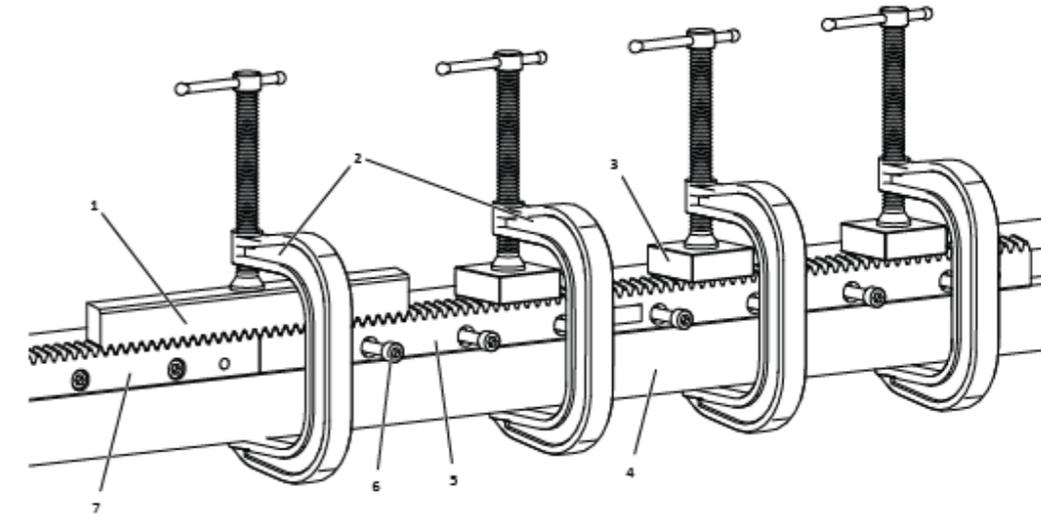


Abb. 3: Montage einer weiteren Zahnstange (Beispiel)

1	Montagezahnstange	2	Schraubzwinde
3	Zwischenlage	4	Anschlusskonstruktion
5	(weitere) Zahnstange	6	Zylinderschraube
7	(vorhergehende) Zahnstange		

Typ	Schraubenanzahl ¹	Schraubengröße	Festigkeitsklasse	Anzugsmoment [Nm]
ZS2S500S	4/7	M6	12.9	18
ZS2S1000S	8/15	M6	12.9	18
ZS3S500S	4/7	M8	12.9	43
ZS3S1000S	8/15	M8	12.9	43
ZS4S500S	4/7	M10	12.9	84
ZS4S1000S	8/15	M10	12.9	84
ZS5S500S	4/7	M12	12.9	145
ZS5S1000S	8/15	M12	12.9	145
ZS6S500S	4/7	M16	12.9	365
ZS6S1000S	8/15	M16	12.9	365

ACHTUNG! An einer magnetisierten Zahnstange bleiben Eisenpartikel hängen und können Verzahnungsschäden verursachen. Legen Sie Magnete nicht in der Nähe der Zahnstange ab.

- Magnetisieren Sie die 3 Nadelrollen mit dem Magnet, damit sie an ihren Positionen hängen bleiben.
- Positionieren Sie die Messbrücke (2) mit der Messuhr (1) auf eine plangeschliffene Oberfläche und stellen Sie die Messuhr auf Null.
- Legen Sie eine Nadelrolle (5) in die Zahnücke am Stoß zwischen den Zahnstangen.
- Legen Sie je eine Nadelrolle in die Zahnücke rechts (4) und links (6) vom Stoß.
- Positionieren Sie die Messbrücke mit der Messuhr auf den Nadelrollen so, dass der Taster der Messuhr die mittlere Nadelrolle abtasten kann.
- Verschieben Sie die Messbrücke mit der Messuhr leicht nach rechts und links und lesen Sie die maximale Abweichung an der Messuhr ab.
- Wenn die Abweichung außerhalb des Toleranzbereiches (in folgender Tabelle) liegt, dann korrigieren Sie die Position der nachfolgenden Zahnstange durch leichte Schläge mit einem Schonhammer. Verwenden Sie bei Bedarf einen Kupferdurchschlag, den Sie an einer Montagebohrung der Zahnstange ansetzen.
- Wenn die Abweichung innerhalb des Toleranzbereiches liegt, dann setzen Sie die Montage fort (siehe voriges Kapitel).

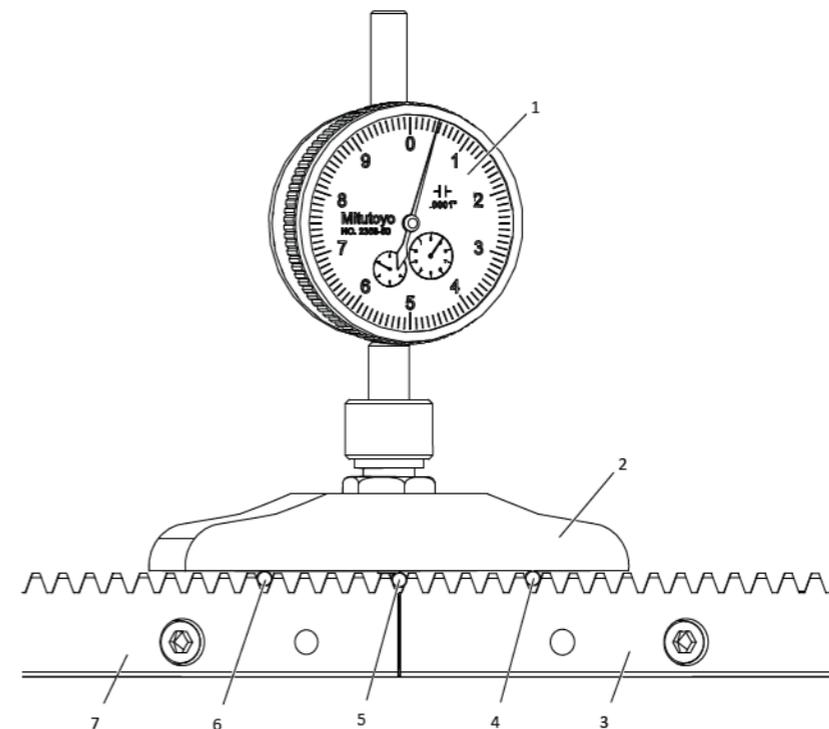


Abb. 4: Prüfen des Übergangs zwischen zwei Zahnstangen (Beispiel)

1	Messuhr	2	Messbrücke
3	(nächste) Zahnstange	4	Nadelrolle (rechts)
5	Nadelrolle (am Übergang)	6	Nadelrolle (links)
7	(vorhergehende) Zahnstange		

Modul [mm]	∅ Nadelrolle [mm]	Toleranzbereich ² [mm]
2	3,5	± 0,01
3	5,0	± 0,011
4	7,0	± 0,011
5	9,0	± 0,016
6	10,0	± 0,016

² Die Nadelrollendurchmesser dürfen max ±0,001mm voneinander abweichen

Fixieren Sie die Position der Zahnstange mit Zylinderstiften, wenn die Auslegung Ihres Zahnstangentriebs dies erfordert.

STÖBER empfiehlt gehärtete Zylinderstifte mit Innengewinde nach EN ISO 8735 zu verwenden. Durch das Innengewinde lassen sich die Zylinderstifte bei Bedarf wieder einfach demontieren.

Angaben zu benötigten Bohrern und Zylinderstiften finden Sie in der folgenden Tabelle.

- Bohren Sie die Stiftbohrungen in der Anschlusskonstruktion. Führen Sie den Bohrer dabei durch die jeweilige Bohrung (4) in der Zahnstange.
- Reiben Sie die Bohrungen in der Zahnstange und in der Anschlusskonstruktion gemeinsam auf das Passmaß H7 für die Zylinderstifte auf.
- Entfernen Sie die Späne mit einem Staubsauger.
- Schlagen Sie die Zylinderstifte (3) in die Bohrungen ein.

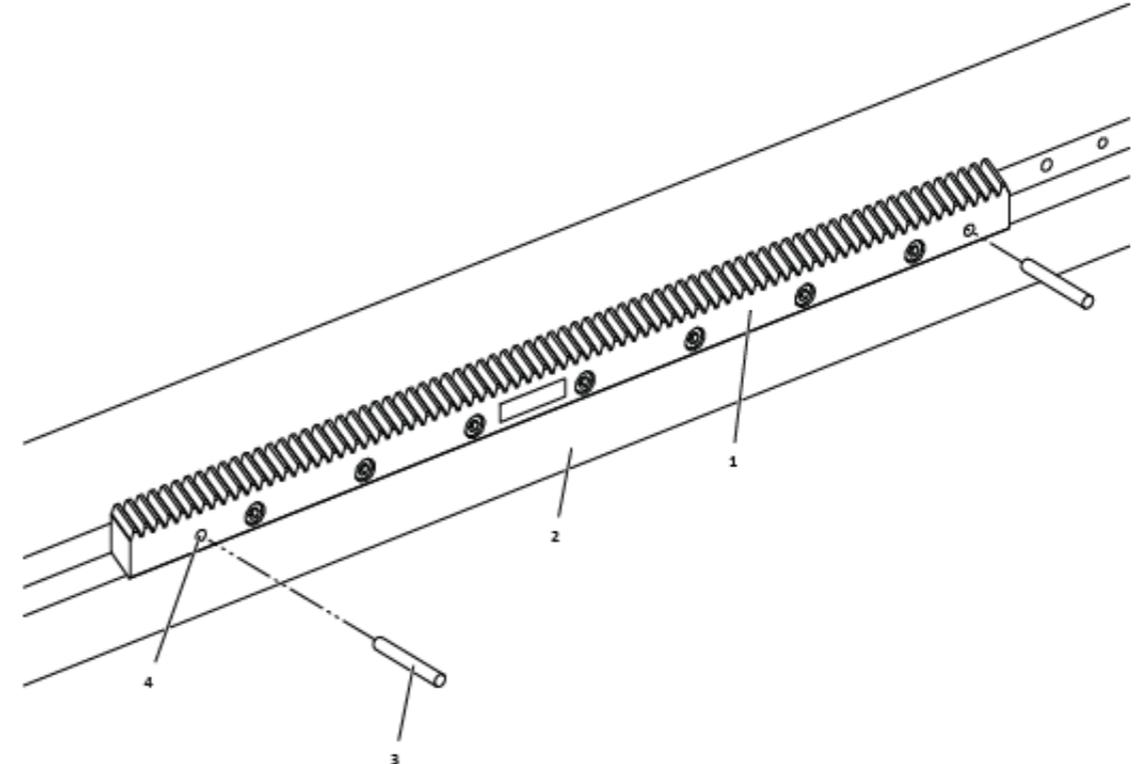
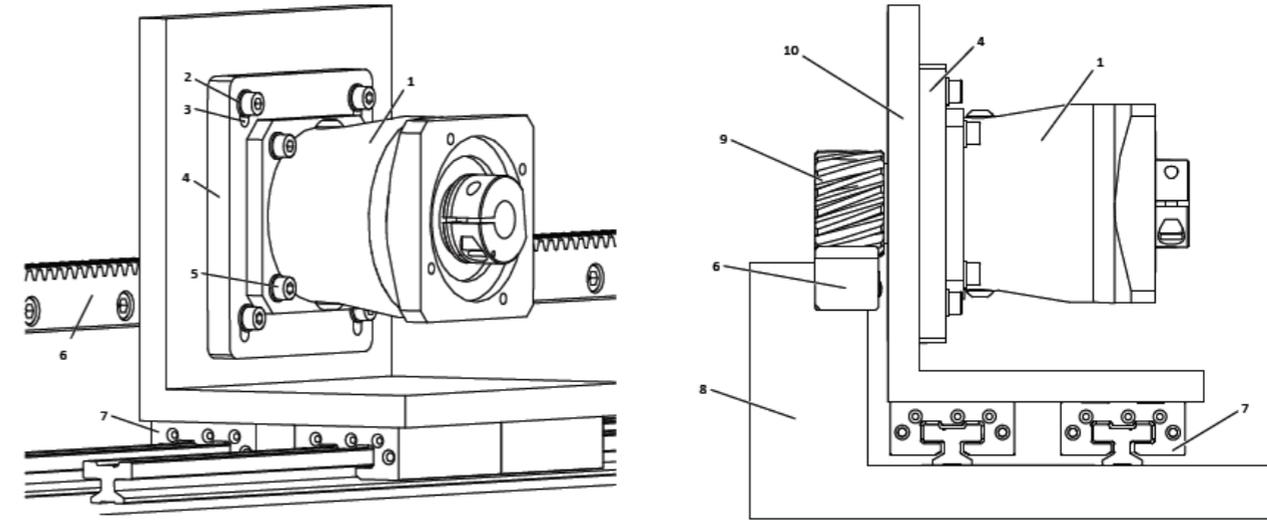


Abb. 5: Zahnstange mit Stiften fixieren (Beispiel)

1	Zahnstange	2	Anschlusskonstruktion
3	Zylinderstift	4	Bohrung (für Zylinderstift)

Modul [mm]	∅ Bohrung [mm]	Größe Zylinderstift [mm]	Anzahl pro Zahnstange
2	5,7	6 m6	2
3	7,7	8 m6	2
4	11,7	12 m6	2
5	11,7	12 m6	2
6	15,7	16 m6	2

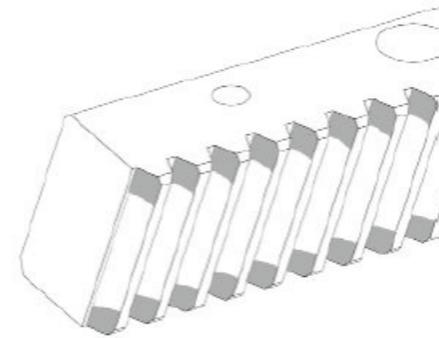
- Montieren Sie das Getriebe (1) mit der Einstellplatte (4). Positionieren Sie dabei die Einstellplatte mit dem Getriebe erstmal so, dass der Abstand zwischen Ritzel (9) und Zahnstange (6) möglichst groß ist.
- Lockern Sie die Zylinderschrauben (5) der Einstellplatte.
- Schieben Sie das Getriebe von Hand radial zur Zahnstange, bis das Ritzel spielarm in der Verzahnung der Zahnstange sitzt. Bei ZR-Ritzeln von STÖBER ist der Zahn mit der höchsten Rundlaufabweichung mit einem Punkt markiert.
- Ziehen Sie die Zylinderschrauben der Einstellplatte an.
- Verschieben Sie das Getriebe in der Führung entlang des gesamten Verfahrwegs um zu prüfen, ob dies an allen Stellen mit gleichem Kraftaufwand möglich ist. Auch das Laufgeräusch sollte gleichmäßig bleiben. An den Übergängen zwischen den Zahnstangen darf es keine Schläge geben.
- **ACHTUNG! Wenn das Ritzel unter Vorspannung zur Zahnstange montiert wird, kann dies vorzeitigen Verschleiß, Verzahnungsschäden oder Wälzlerschäden im Antrieb verursachen!** Die Zahnflanken von Ritzel und Zahnstange sollten an ihren höchsten Stellen spielfrei und ohne Vorspannung anliegen. In Teilbereichen des Verfahrweges ist ein Flankenspiel möglich.
- Korrigieren Sie, wenn nötig, den Abstand zwischen Ritzelachse und Zahnstange mit Hilfe der Einstellplatte. STÖBER empfiehlt ein Verzahnungsspiel von 0,02 mm, das einem radialen Abstand von 0,03 mm zwischen Ritzelverzahnung und Zahnstange entspricht.



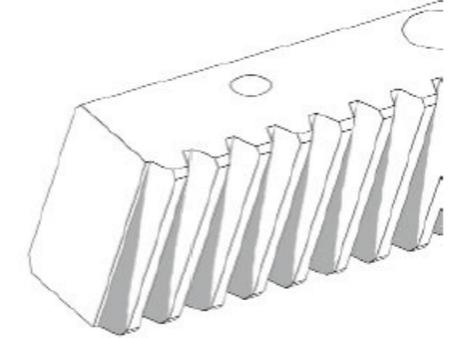
Tab. 4: Montage eines Getriebes mit Ritzel und Einstellplatte (Beispiel)

1	Getriebe	2	Scheibe
3	Langloch (in Einstellplatte)	4	Einstellplatte
5	Zylinderschraube	6	Zahnstange
7	Linearführung	8	Anschlusskonstruktion für die Zahnstange
9	Ritzel	10	Anschlusskonstruktion für das Getriebe

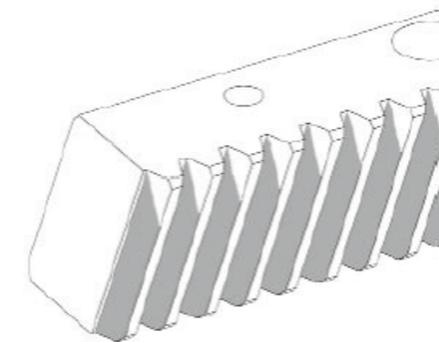
- Entfetten Sie die Zahnflanken der Zahnstange.
- Bestreichen Sie die Zahnflanken mit Tuschiepaste.
- Verschieben oder verfahren Sie den Antrieb entlang der Zahnstange mehrmals hin und her.
- Prüfen Sie, in welchen Bereichen der Zahnflanken die Tuschiepaste abgetragen wurde.
- Beurteilen Sie anhand von folgenden Beispielbildern, ob das Getriebe zur Zahnstange korrekt ausgerichtet ist.
- Korrigieren Sie, wenn erforderlich, die Position des Getriebes und wiederholen Sie die vorhergehenden Schritte.



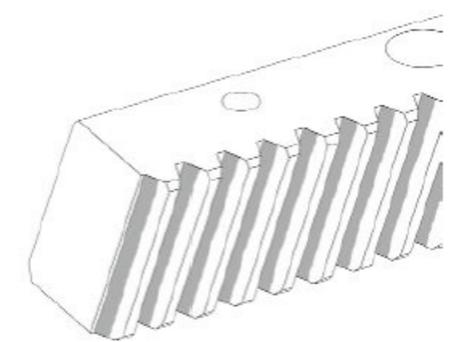
Korrekt



Nicht parallel



Nicht rechtwinklig



Falscher Achsabstand

ACHTUNG! Keine oder mangelhafte Schmierung der Zahnstange und des Ritzels verursacht im Betrieb Verzahnungsschäden.

- Installieren Sie ein Schmiersystem, das die Schmierung des Zahnstangentriebs im Betrieb sicherstellt.
- Reinigen und schmieren Sie vor der Inbetriebnahme die Zahnstange und das Ritzel manuell.

Schmierstoffe

STÖBER empfiehlt für Zahnstangentriebe folgende Schmierstoffe:

- Klüber Microlube GB 0
- Klüber Structovis AHD
- Oest Langzeitfett LT 200
- BP Energ grease LS EP 00
- DEA Glissando 6833 EP 00
- Fuchs Lubritech Gearmaster ZSA
- Molykote G-Rapid plus 3694

Dosiermengen

In folgender Tabelle finden Sie Dosiermengen für Schmierzahnräder aus Filz oder PU-Schaum, die je nach konstruktiven Gegebenheiten mit dem Ritzel oder der Zahnstange in Eingriff gebracht werden können.

Vorschubgeschwindigkeit (v) [m/s]	$v \leq 1$	$1 < v \leq 2$	$2 < v \leq 3$	$3 < v \leq 4$	$v > 4$
Modul [mm]	Tägliche ³ Dosiermenge [cm ³]				
2	0,25	0,5	0,75	1	1,25
3	0,25	0,65	1	1,25	1,5
4	0,25	0,75	1,25	1,5	2
5	0,25	1	1,5	2	2,5
6	0,25	1,25	1,75	2,5	3

Für die Schmierung mit Gleitpinsel, sowie für Tropf- oder Einspritzschmierung empfiehlt STÖBER eine 1,5- bis 2-fach höhere Dosiermenge.

³ bezogen auf Einschichtbetrieb

Stand der Technik ist die kontinuierliche Schmierung. Hierzu werden automatische Schmierstoffgeber bzw. Zentralschmiersysteme eingesetzt. Letzteres eignet sich auch für die Schmierung aller anderen Schmierstellen einer Maschine wie z.B. Lager, Führungen und Gewindetribe.

Passende Schmiersysteme und Schmierstoffe können Sie bei folgenden Anbietern beziehen:

perma-tec GmbH & Co. KG
<https://www.perma-tec.com/>

Gruetzner GmbH
<https://g-lube.com/de/>

STW - Kim Friedrich GmbH
<https://schmiertechnikwerk.com/>

DLS Schmiersysteme GmbH
<https://www.dls-schmiersysteme.de/>

Störungen	Mögliche Ursachen	Maßnahmen
Ungewöhnliche Betriebsgeräusche	Fehlende oder mangelnde Schmierung	Schmiersystem laut Dokumentation überprüfen
	Verzahnungsschäden	Auslegung und Montage des Zahnstangentriebs überprüfen, defekte Komponenten ersetzen
	Ritzel gegen Zahnstange verspannt	Montage laut Kapitel <u>Getriebe mit Ritzel montieren</u> [▶ 18] überprüfen
	Zahnstange fehlerhaft montiert	Montage laut Kapitel <u>Endkontrolle</u> [▶ 19]überprüfen
Zahnschäden wie Verschleiß, Grübchen oder Zahnbruch	Fehlende oder mangelnde Schmierung	Schmiersystem laut Dokumentation überprüfen
	Zahnstange fehlerhaft montiert	Montage laut Kapitel <u>Endkontrolle</u> [▶ 19]überprüfen
	Überlastung des Antriebs	Auslegung des Zahnstangentriebs überprüfen
Positionsabweichung innerhalb des Fahrweges oder erhöhtes Flankenspiel	Achsabstand falsch eingestellt	Achsabstand laut Kapitel <u>Getriebe mit Ritzel montieren</u> [▶ 18] einstellen